



CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	1-7
2	MARCO DE REFERENCIA	2-9
2.1	MARCO NORMATIVO	2-9
2.2	CONCEPTOS GENERALES.....	2-14
3	ANTECEDENTES EN EL MUNICIPIO	3-17
4	TOPOGRAFÍA.....	4-22
5	METODOLOGÍA Y ZONIFICACION DE AMENAZA.....	5-23
5.1	DESCRIPCION GENERAL	5-23
5.1.1	Identificacion de amenazas	5-23
5.1.2	Resultados esperados de la evaluación de amenazas.....	5-24
5.1.3	Mapa sistema de informacion geografico	5-24
5.2	DESCRIPCION ESPECÍFICA.....	5-25
5.2.1	Metodologia de amenazas por inundación.	5-25
5.2.2	Zonificación de amenaza por inundación	5-49
5.2.3	Metodologia de amenazas por remoción en masa.	5-51
5.2.4	Zonificación de la amenaza por procesos de remoción en masa	5-69
5.2.5	Metodologia de amenazas por avenidas torrenciales.....	5-71
5.2.6	Zonificación de amenaza por avenidas torrenciales.....	5-77
5.2.7	Metodologia de amenazas por incendios.	5-78
5.2.8	Zonificación de amenaza por incendios.....	5-82
6	AREAS CON CONDICION DE AMENAZA.....	6-83
6.1	CONDICION DE AMENAZA POR INUNDACION	6-83
6.2	CONDICION DE AMENAZA POR REMOCION EN MASA.....	6-84
6.3	CONDICION DE AMENAZA POR AVENIDAS TORRENCIALES.....	6-86
6.4	CONDICION DE AMENAZA POR INCENDIOS.....	6-87
7	AREAS CON CONDICIÓN DE RIESGO	7-88
7.1	CONDICION DE RIESGO POR INUNDACION	7-88
7.2	CONDICION DE RIESGO POR REMOCION EN MASA	7-89



7.3	CONDICION DE RIESGO POR AVENIDAS TORRENCIALES	7-90
7.4	CONDICION DE RIESGO POR INCENDIOS	7-90
8	DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE INTERVENCIÓN	8-92
8.1	MEDIDAS DE MITIGACION PARA INUNDACIONES Y AVENIDAS TORRENCIALES.....	8-92
8.2	MEDIDAS DE INTERVENCION ORIENTADAS A ESTABLECER RESTRICCIONES Y CONDICIONAMIENTOS MEDIANTE DETERMINACIÓN DE NORMAS URBANÍSTICAS.....	8-94
8.2.1	Determinantes para las áreas expuestas a amenazas y riesgos.....	8-95
8.2.2	Componentes de los estudios detallados	8-96
9	INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL	9-102
10	CONCLUSIONES.....	10-103
11	BIBLIOGRAFIA	11-107
12	ANEXOS	12-108



INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 3-1. Localización general Municipio de Chía.....	3-17
Ilustración 5-1. Predios en puntos criticos Rio Bogotá. Vereda La Balsa.....	5-28
Ilustración 5-2. Predios en puntos criticos Rio Bogotá. Vereda Fusca y Bojaca.	5-28
Ilustración 5-3. Predios en puntos criticos Rio Bogotá. Vereda Yerbabuena.	5-29
Ilustración 5-4. Predios en puntos criticos Rio Frio. Vereda Cerca de Piedra.	5-29
Ilustración 5-5. Cuencas tercer orden.	5-32
Ilustración 5-6. Precipitaciones totales multianuales estación Apto Guaymaral.....	5-32
Ilustración 5-7. Isoyetas	5-34
Ilustración 5-8. Software computacional HEC-RAS 4.0.....	5-38
Ilustración 5-9. Cauce y canal con llanura de inundación y cauce de aguas altas	5-39
Ilustración 5-10. Balance de energía en un tramo de cauce.	5-40
Ilustración 5-11. Modelo hidraulico Río Frio y el río Bogotá	5-41
Ilustración 5-12. vista tridimensional implementada en HEC-RAS.....	5-41
Ilustración 5-13. Seccion tipica Río Frío.....	5-42
Ilustración 5-14. Seccion tipica Río Frío.....	5-42
Ilustración 5-15. Seccion tipica río Bogotá en el municipio de Chia.	5-42
Ilustración 5-16. Seccion tipica Río Bogotá en el municipio de Chia.	5-43
Ilustración 5-17. Seccion tipica Río Bogotá en el municipio de Chia.	5-43
Ilustración 5-18. Seccion tipica confluencia río Frio y Rio Bogotá	5-43
Ilustración 5-19. Mancha de inundación Rio Frío Tr 100 años veredas Cerca de Piedra y La Balsa.	5-44
Ilustración 5-20. Mancha de inundación Rio Bogotá.	5-45
Ilustración 5-21. Ronda de proteccion de 30 metros	5-46
Ilustración 5-22. Puntos historicos donde se presentaron desbordamientos	5-46
Ilustración 5-23. Desbordamientos Río Frío.....	5-47
Ilustración 5-24. Desbordamientos río Bogotá	5-47
Ilustración 5-25. Zonas inundables río Bogotá, norte del municipio de Chia, vereda yerbabuena.	5-48



Ilustración 5-26. Zonas inundables río Bogotá, central del municipio de Chia, veredas Fusca y la Balsa.	5-49
Ilustración 5-27. Mentefacto del recorrido metodológico para calcular el mapa de susceptibilidad, de acuerdo a la metodología del SGC.	5-52
Ilustración 5-28. Mapas de susceptibilidad para cada variable por procesos de remoción en masa.	5-61
Ilustración 5-29. Variables de amenaza de torrencialidad.	5-72
Ilustración 5-30. Cuenca Quebrada Honda.	5-74
Ilustración 5-31. Formaciones asociadas a escarpes rocosos.	5-75
Ilustración 5-32. Espacialización de lluvias.	5-75
Ilustración 5-33. Intervención cuenca Quebrada Honda.	5-76

INDICE DE TABLAS

Tabla 3-1. Límites geográficos con otros municipios.	3-17
Tabla 3-2. Municipios que componen en la cuenca del Río Frío.	3-19
Tabla 5-1. Identificación de amenazas.	5-24
Tabla 5-2. Escalas de trabajo.	5-24
Tabla 5-3. Distribución Predial del riesgo en las veredas del municipio.	5-27
Tabla 5-4. Tabla Morfología.	5-30
Tabla 5-5. Clasificación según Gravilius.	5-31
Tabla 5-6. Clasificación según pendiente.	5-31
Tabla 5-7. Cuencas tercer orden.	5-31
Tabla 5-8. Estaciones Isoyetas.	5-33
Tabla 5-9. Caudales máximos absolutos estación Puente Pte virginia.	5-36
Tabla 5-10. Caudales máximos absolutos estación Puente Vargas.	5-37
Tabla 5-11. Caudales agregados por tramos.	5-37
Tabla 5-12. Susceptibilidad de la pendiente.	5-58
Tabla 5-13. Cobertura y uso del suelo.	5-60
Tabla 5-14. Calificación de los valores de PGA de menor a mayor grado de contribución.	5-64



Tabla 5-15. Ponderación de factores de la clasificación morfométrica.....	5-73
Tabla 5-16. Parametros morfológicos subcuencas Quebrada Honda.	5-74
Tabla 5-17. Ponderación de factores de susceptibilidad por avenida torrencial.....	5-76
Tabla 5-18. Asignación del índice de amenaza por avenida torrencial	5-77

INDICE DE MAPAS

Mapa 5-1. Mapa de amenaza por inundación, municipio de Chia zona rural.....	5-50
Mapa 5-2. Mapa de amenaza por inundación, municipio de Chia zona urbanal.	5-50
Mapa 5-3. Mapa Geológico.	5-55
Mapa 5-4. Unidades geomorfológicas generadas por fotointerpretación.	5-57
Mapa 5-5. Calificación de la variable pendiente.....	5-59
Mapa 5-6. Calificación de la variable cobertura y uso del suelo.....	5-60
Mapa 5-7. Mapa de susceptibilidad a procesos de remoción en masa.....	5-62
Mapa 5-8. Mapa detonante clima.....	5-64
Mapa 5-9. Mapa de calificación variable Detonante Sismo.....	5-65
Mapa 5-10. Mapa de Unidades geológicas superficiales escala urbana.....	5-66
Mapa 5-11. Mapa de Unidades geomorfológicas superficiales escala urbana.....	5-67
Mapa 5-12. Mapa de uso y cobertura escala urbana.	5-67
Mapa 5-13. Mapa de pendientes zona urbana.....	5-68
Mapa 5-14. Mapa de amenaza total relativa por procesos de remoción en masa.	5-70
Mapa 5-15. Mapa de amenaza por avenidas torrenciales, zona rural Chia.	5-77
Mapa 5-16. Mapa de amenaza por avenidas torrenciales, zona urbana Chia.	5-78
Mapa 5-17. Mapa de amenaza por incendios, municipio de Chia zona urbana.	5-82
Mapa 6-1. Mapa de Condición de Amenaza por inundación.....	6-83
Mapa 6-2. Mapa de condición de amenaza por remoción en masa zona rural Chía.	6-85
Mapa 6-3. Mapa de condición de amenaza por avenidas torrenciales Chía.	6-86
Mapa 6-4. Mapa de condición de amenaza por incendios municipio Chía.....	6-87
Mapa 7-1. Mapa de condición de riesgo por inundacion municipio Chía zona rural ..	7-88
Mapa 7-2. Mapa de condición de riesgo por inundacion municipio Chía zona urbana...	7-89
.....	7-89



Mapa 7-3. Mapa de condición de riesgo por remoción en masa, municipio Chía zona rural..... 7-90

Mapa 7-4. Mapa de condición de riesgo por incendios, municipio Chía..... 7-91



1 INTRODUCCIÓN

Todos los años, las comunidades resultan afectadas por sequías, inundaciones, vendavales, terremotos, incendios forestales y otras amenazas. Además de las condiciones económicas, la creciente densidad de la población, la degradación ambiental y el calentamiento global están logrando que el impacto de las amenazas naturales afecte aún más.

La ley 1523 de 2012 estableció una serie de obligaciones a las entidades territoriales en la Gestión del Riesgo, como son la creación del Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres, la Formulación del Plan de Gestión de riesgos de Desastres e integrarlos en los Planes de Ordenamiento Territorial, Crear el Fondo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres y hacer participativa a la comunidad en la Gestión del Riesgo.

La gestión de los riesgos consiste en un proceso continuo cuyos objetivos son la reducción, la previsión y el control de los factores de riesgo, mediante la promoción, la elaboración y la implementación de políticas, estrategias, instrumentos y acciones, que permitan a la sociedad enfrentar las amenazas naturales, para minimizar las pérdidas y daños asociados con sus impactos. Una serie de actividades diseñadas para reducir las pérdidas de vidas humanas y la destrucción de propiedades e infraestructuras. Conllevan a la necesidad de la formulación de políticas y estrategias, programas, actividades y procesos con la participación de toda la sociedad, en pro de la construcción de cultura de la prevención.

En ese sentido la gestión de riesgos conlleva los siguientes elementos:

- **CONOCIMIENTO DEL RIESGO:** Corresponde a la primera etapa de la PREVENCIÓN y hacer un proceso planificado y contempla la Identificación del riesgo; la evaluación de riesgos; el monitoreo y seguimiento (incluyendo alertas tempranas oportunas y eficaces); divulgación y comunicación del riesgo.
- **REDUCCIÓN DEL RIESGO:** Corresponde a la segunda etapa de la PREVENCIÓN y contempla medidas para disminuir el riesgo de desastres a largo plazo (prevención), eliminando sus causas como la intensidad de los fenómenos, la exposición o el grado de vulnerabilidad. En esta etapa se incluyen la Intervención Prescriptiva y Correctiva (Modificación y Ajuste a los POT); Intervención Restrictiva y Prospectiva; y Retención y transferencia del riesgos
- **MANEJO DEL DESASTRE:** Preparativos Ex-ante desastre (Medidas de preparación cuyo objeto es asegurar una respuesta apropiada en caso de necesidad); Respuesta Ex post desastre (Medidas de respuesta cuando está sucediendo o ha sucedido un desastre); y Rehabilitación y Reconstrucción.



En este documento se pretende abordar la primera fase de la Gestión del Riesgo para el Municipio de Chia, cuyo enfoque contempla la Identificación y Evaluación del riesgo, mediante la elaboración de los mapas de riesgo por inundación, remoción en masa, avenida torrencial e incendios.

El tema de la incorporación de la prevención y reducción de riesgos en la Planificación del Desarrollo Territorial, se viene abordando desde la aplicación de ley 9ª de 1989, cuando por primera vez se dispuso la obligatoriedad de incluir en los Planes de Desarrollo, acciones concretas para la intervención del territorio, y la definición de responsabilidades y competencias con respecto a la visión de futuro de los municipios y por el decreto ley 919 de 1989 que ordena a través de su artículo 6º a las entidades territoriales incorporar el componente de prevención de desastres en los procesos de planificación territorial, sectorial y de desarrollo.

Esto parte de la necesidad de mejorar las condiciones de seguridad de los asentamientos generados en los municipios, disminuyendo la influencia negativa de fenómenos ambientales en el desarrollo del territorio.

Es por esto que en el desarrollo del presente documento se buscará hacer una caracterización de los factores que representan amenazas dentro del territorio del municipio de Chía y de acuerdo a su categorización se adelantará la incorporación del riesgo en el Ordenamiento Territorial, teniendo en cuenta lo establecido en el Decreto 1807 de 2014.



2 MARCO DE REFERENCIA

2.1 MARCO NORMATIVO

Teniendo en cuenta lo establecido en la Guía Metodológica para Incorporar la Prevención y la Reducción de Riesgos en los Procesos de Ordenamiento Territorial, a continuación se cita las normas a tener en cuenta para adelantar este proceso.

LEY / DECRETO	OBLIGACIONES EN TÉRMINOS DE INCORPORACIÓN DE LA PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGOS EN LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL
Norma de Normas	
Constitución Política de 1991	La constitución Política reglamentó entre otras disposiciones: Artículo 2. Son fines esenciales del Estado: servir a la comunidad, promover la prosperidad general y garantizar la efectividad de los principios, derechos y deberes consagrados en la Constitución; facilitar la participación de todos en las decisiones que los afectan y en la vida económica, política, administrativa y cultural de la Nación; defender la independencia nacional, mantener la integridad territorial y asegurar la convivencia pacífica y la vigencia de un orden justo. 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. En cuanto al manejo de los recursos naturales se reglamentaron disposiciones sobre la vivienda digna y el manejo de los recursos naturales para garantizar el desarrollo sostenible (prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental). Como primer paso para la Planeación, definió la obligatoriedad para las Entidades Territoriales de elaborar su Plan de Desarrollo. Se dispuso además en un esquema de descentralización, que el Estado delegaría en las entidades locales la responsabilidad de conocer, y atender en forma integral los recursos naturales, y tomar acciones sobre su manejo
En cuanto al Riesgo	
Ley 46 de 1988	Por medio de la cual se reglamenta la creación del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres – SNPAD.
Decreto Ley 919 de 1989	Por el cual se establece la obligatoriedad de trabajar en prevención de riesgos naturales y tecnológicos especialmente en disposiciones relacionadas con el



	<p>ordenamiento urbano, las zonas de alto riesgo y los asentamientos humanos y se crea el Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres, determinando las responsabilidades, estructura organizativa, mecanismos de coordinación e instrumentos de planificación y financiación del Sistema a escala Nacional, Regional y Local.</p> <p>Se incluye además, el componente de prevención de desastres en los Planes de Desarrollo de las Entidades territoriales y se define el papel de las Corporaciones Autónomas Regionales en asesorar y colaborar con las entidades territoriales para los efectos de que trata el artículo 6, mediante la elaboración de inventarios y análisis de zonas de alto riesgo y el diseño de mecanismos de solución.</p>
Decreto 93 de 1998	<p>Por el cual se adopta el Plan Nacional de Prevención y Atención de Desastres PNPAD, el cual define los objetivos, principios, estrategias y programas de la Política Nacional. Los tres objetivos básicos de la política son: • Reducción de riesgos y prevención de desastres. • Respuesta efectiva en caso de desastres • Recuperación rápida de zonas afectadas. Estos objetivos se alcanzan a través de cuatro estrategias: • El Conocimiento sobre los riesgos (naturales y antrópicos) • La incorporación de la prevención de desastres y reducción de riesgos en la planificación • El fortalecimiento del Desarrollo Institucional • La socialización de la prevención y la mitigación de desastres.</p>
CONPES 3146	<p>Por el cual se define la “Estrategia para consolidar la ejecución del de 2001 Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres – PNPAD”. Esta estrategia define acciones específicas y busca comprometer a las entidades en el cumplimiento del PNPAD.</p>
CONPES 3318	<p>Mediante el cual se autoriza a la Nación para contratar un crédito de 2004 hasta por US \$263 millones para financiar el Programa de Reducción de la Vulnerabilidad Fiscal del Estado frente a los Desastres Naturales.</p>
En cuanto al Diseño y la construcción sismo resistente	
Ley 400 de 1997	<p>Por el cual se reglamentaron las construcciones sismo-resistentes. En 1984 surgió el Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes, reemplazado en 1998 por la Norma Colombiana de Construcciones Sismo Resistentes NSR-98 (aún vigente). En ella se establecen</p>



	entre otros aspectos: i) Las responsabilidades y sanciones en que incurren los profesionales diseñadores, los constructores, los funcionarios oficiales y las alcaldías, al incumplir la Ley; ii) Los incentivos para quienes actualicen las construcciones existentes a las nuevas normas; iii) La obligación de realizar análisis de vulnerabilidad para las edificaciones indispensables existentes en un lapso de tres años, y a repararlas en caso que sean deficientes, con un plazo máximo de seis años. Fue reglamentado posteriormente por los Decretos 1052/98, 33/98, 34/99, y 2809/00.
En cuanto al Desarrollo y el Ordenamiento Territorial	
Ley 09 de 1989 de Reforma Urbana	<p>Por la cual se definió la responsabilidad de las autoridades municipales en cuanto a la seguridad de los habitantes de las zonas urbanas ante los peligros naturales, estableciendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La obligatoriedad a los municipios con la asistencia de las oficinas de Planeación de levantar y mantener actualizado el inventario de las zonas que presenten altos riesgos para la localización de asentamientos humanos (inundación, deslizamiento). • La obligatoriedad de adelantar programas de reubicación de los habitantes, o proceder a desarrollar las operaciones necesarias para eliminar el riesgo en los asentamientos localizados en dichas zonas. <p>En cuanto al territorio, la ley establece la función social de la propiedad permitiendo la intervención del Estado directamente sobre la especulación del mercado de las tierras, creando mecanismos que luego fueron mejorados por la ley 388/97. Estos mecanismos deben ser aplicados por los municipios para la gestión del suelo, en forma tal que sea posible la intervención de las zonas urbanizables y no urbanizables.</p>
Ley 02 de 1991	Por la cual se modifica la Ley de Reforma Urbana, estableciendo que los municipios deben no sólo levantar sino tener actualizados los inventarios de las zonas que presenten altos riesgos para la localización de asentamientos humanos y que los alcaldes contarán con la colaboración de las entidades pertenecientes al Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres, para desarrollar las operaciones necesarias para eliminar el riesgo en los asentamientos localizados en dichas zonas.
La Ley 152 de 1994	Por medio de la cual se establecen los procedimientos y mecanismos para la elaboración, aprobación, ejecución, seguimiento, evaluación y control de los planes de



	<p>desarrollo tanto de la Nación y de las entidades territoriales como de los organismos públicos de todo orden, incluye en materia de planificación: la ratificación de la sustentabilidad ambiental como principio de actuación de las autoridades de planeación, enunciado en la Ley 99/93, y la necesidad de los planes de ordenamiento para los municipios.</p>
Ley 388 de 1997	<p>Ley de Desarrollo Territorial cuyos objetivos son en cuanto al riesgo, son: • “Establecimiento de los mecanismos que permitan al municipio, en ejercicio de su autonomía, entre otros, la prevención de localización de asentamientos humanos en zonas de alto riesgo” • “Garantizar que la utilización del suelo por parte de sus propietarios se ajuste a la función social de la propiedad y permita hacer efectivos los derechos constitucionales a la vivienda, así como por la protección del medio ambiente y la prevención de desastres...” • “Función Pública del Urbanismo: Mejorar la seguridad de los asentamientos humanos ante los riesgos naturales” • “Acción Urbanística: Determinar las zonas no urbanizables que presenten riesgos para localización de asentamientos humanos, por amenazas naturales, o que de otra forma presenten condiciones insalubres para la vivienda”. • Localizar las áreas críticas de recuperación y control para la prevención de desastres...” “En la elaboración y adopción de los planes de ordenamiento territorial de los municipios se deberá tener en cuenta, entre otros determinantes las relacionadas con la conservación y protección del medio ambiente, los recursos naturales y la prevención de amenazas y riesgos naturales, el señalamiento y localización de las áreas de riesgo para asentamientos humanos, así como las estrategias de manejo de zonas expuestas a amenazas y riesgos naturales”. Art. 10. Determinantes de los POT. Numeral 1, literal C. Se relaciona con la conservación y protección del medio ambiente y la prevención de amenazas y riesgos naturales.</p>
Ley 812 de 2003	<p>Por el cual se estableció el Plan Nacional de Desarrollo - PND 2002 - 2006 “Hacia un Estado Comunitario”, que en su capítulo III “Construir Equidad Social”, programa de “Prevención y Mitigación de Desastres Naturales” determinó: 1) la profundización del conocimiento sobre riesgos naturales y su divulgación; 2) la inclusión de la prevención y mitigación de riesgos en la planificación y la inversión territorial y sectorial; y, 3) la reducción de la vulnerabilidad financiera del Gobierno ante desastres</p>



Decreto 879 de 1998	Por el cual se reglamentan las disposiciones referentes al ordenamiento del territorio municipal y distrital y a los Planes de Ordenamiento Territorial. Se tendrán en cuenta las prioridades del Plan de Desarrollo del municipio o distrito y los determinantes establecidos en normas de superior jerarquía entre las que se encuentra: Las relacionadas con la conservación y protección del medio ambiente, los recursos naturales y la prevención de amenazas y riesgos naturales.
Decreto 2015 de 2001	Se reglamenta la expedición de licencias de urbanismo y construcción con posterioridad a la declaración de situación de desastre o calamidad pública.
Decreto 4002 de 2004	Por el cual se establece que teniendo en cuenta razones de excepcional interés público, o de fuerza mayor o caso fortuito, el alcalde municipal o distrital podrá iniciar el proceso de revisión del plan, las cuáles serán: La declaratoria de desastre o calamidad pública y por los resultados de estudios técnicos detallados sobre amenazas, riesgos y vulnerabilidad que justifiquen la recalificación de áreas de riesgo no mitigable y otras condiciones de restricción diferentes a las inicialmente adoptadas en el POT
En cuanto al Medio Ambiente	
Ley 99 de 1993 (Ley del Medio Ambiente)	Mediante el cual se organiza el Sistema Nacional Ambiental y se crea el Ministerio del Medio Ambiente. En ella se establece que la prevención de desastres será materia de interés colectivo y las medidas tomadas para evitar o mitigar los efectos de su ocurrencia serán de obligatorio cumplimiento. Según la ley, corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales: Ejercer la función de máxima autoridad ambiental en el área de su jurisdicción, participar en los procesos de planificación y ordenamiento territorial para que el factor ambiental sea tenido en cuenta en las decisiones que se adopten, realizar actividades de análisis, seguimiento, prevención y control de desastres en coordinación con las demás autoridades ambientales competentes, y asistirles en los aspectos medioambientales en la prevención y atención de emergencias y desastres. "Prestar asistencia técnica a entidades públicas y privadas y a los particulares, acerca del adecuado manejo de los recursos naturales renovables y la preservación del medio ambiente".
Fuente: la Guía Metodológica para Incorporar la Prevención y la Reducción de Riesgos en los Procesos de Ordenamiento Territorial	



2.2 CONCEPTOS GENERALES

El marco conceptual del siguiente documento está conformado por aquellos términos asociados a la gestión del riesgo, que describen los contenidos de la normatividad anteriormente mencionada y de su sustento técnico en el ámbito de aplicación para el territorio nacional.

- **Gestión del riesgo:** Es el proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y promoción de una mayor conciencia del mismo, impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe y para prepararse y manejar las situaciones de desastre, así como para la posterior recuperación, entiéndase: rehabilitación y reconstrucción. Estas acciones tienen el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar y calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible.
- **Amenaza:** Peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdidas de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también los daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales.
- **Áreas con condición de amenaza:** son las zonas o áreas del territorio municipal zonificadas como de amenaza alta y media en las que se establezca en la revisión o expedición de un nuevo POT la necesidad de clasificarlas como suelo urbano, de expansión urbana, rural suburbano o centros poblados rurales para permitir su desarrollo.
- **Áreas con condición de riesgo:** corresponden a las zonas o áreas del territorio municipal clasificadas como de amenaza alta que estén urbanizadas, ocupadas o edificadas así como en las que se encuentren elementos del sistema vial, equipamientos (salud, educación, otros) e infraestructura de servicios públicos.
- **Conocimiento del riesgo:** Es el proceso de la gestión del riesgo compuesto por la identificación de escenarios de riesgo, el análisis y evaluación del riesgo, el monitoreo y seguimiento del riesgo y sus componentes y la comunicación para promover una mayor conciencia del mismo que alimenta los procesos de reducción del riesgo y de manejo de desastre.
- **Desastre:** Es el resultado que se desencadena de la manifestación de uno o varios eventos naturales o antropogénicos no intencionales que al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en las personas, los bienes, la infraestructura, los medios de subsistencia, la prestación de servicios o los recursos ambientales, causa daños o pérdidas humanas, materiales, económicas o ambientales,



generando una alteración intensa, grave y extendida en las condiciones normales de funcionamiento de la sociedad, que exige del Estado y del sistema nacional ejecutar acciones de respuesta a la emergencia, rehabilitación y reconstrucción.

- **Intervención:** Corresponde al tratamiento del riesgo mediante la modificación intencional de las características de un fenómeno con el fin de reducir la amenaza que representa o de modificar las características intrínsecas de un elemento expuesto con el fin de reducir su vulnerabilidad.
- **Intervención correctiva:** Proceso cuyo objetivo es reducir el nivel de riesgo existente en la sociedad a través de acciones de mitigación, en el sentido de disminuir o reducir las condiciones de amenaza, cuando sea posible, y la vulnerabilidad de los elementos expuestos.
- **Intervención prospectiva:** Proceso cuyo objetivo es garantizar que no surjan nuevas situaciones de riesgo a través de acciones de prevención, impidiendo que los elementos expuestos sean vulnerables o que lleguen a estar expuestos ante posibles eventos peligrosos. Su objetivo último es evitar nuevo riesgo y la necesidad de intervenciones correctivas en el futuro. La intervención prospectiva se realiza primordialmente a través de la planificación ambiental sostenible, el ordenamiento territorial, la planificación sectorial, la regulación y las especificaciones técnicas, los estudios de prefactibilidad y diseño adecuados, el control y seguimiento y en general todos aquellos mecanismos que contribuyan de manera anticipada a la localización, construcción y funcionamiento seguro de la infraestructura, los bienes y la población.
- **Mitigación del riesgo:** Medidas de intervención prescriptiva o correctiva dirigidas a reducir o disminuir los daños y pérdidas que se puedan presentar a través de reglamentos de seguridad y proyectos de inversión pública o privada cuyo objetivo es reducir las condiciones de amenaza, cuando sea posible, y la vulnerabilidad existente.
- **Preparación:** Es el conjunto de acciones principalmente de coordinación, sistemas de alerta, capacitación, equipamiento, centros de reserva y albergues y entrenamiento, con el propósito de optimizar la ejecución de los diferentes servicios básicos de respuesta, como accesibilidad y transporte, telecomunicaciones, evaluación de daños y análisis de necesidades, salud y saneamiento básico, búsqueda y rescate, extinción de incendios y manejo de materiales peligrosos, albergues y alimentación, servicios públicos, seguridad y convivencia, aspectos financieros y legales, información pública y el manejo general de la respuesta, entre otros.



- **Prevención de riesgo:** Medidas y acciones de intervención restrictiva o prospectiva dispuestas con anticipación con el fin de evitar que se genere riesgo. Puede enfocarse a evitar o neutralizar la amenaza o la exposición y la vulnerabilidad ante la misma en forma definitiva para impedir que se genere nuevo riesgo. Los instrumentos esenciales de la prevención son aquellos previstos en la planificación, la inversión pública y el ordenamiento ambiental territorial, que tienen como objetivo reglamentar el uso y la ocupación del suelo de forma segura y sostenible.
- **Reducción del riesgo:** Es el proceso de la gestión del riesgo, está compuesto por la intervención dirigida a modificar o disminuir las condiciones de riesgo existentes, entendiéndose: mitigación del riesgo y a evitar nuevo riesgo en el territorio, entendiéndose: prevención del riesgo. Son medidas de mitigación y prevención que se adoptan con antelación para reducir la amenaza, la exposición y disminuir la vulnerabilidad de las personas, los medios de subsistencia, los bienes, la infraestructura y los recursos ambientales, para evitar o minimizar los daños y pérdidas en caso de producirse los eventos físicos peligrosos. La reducción del riesgo la componen la intervención correctiva del riesgo existente, la intervención prospectiva de nuevo riesgo y la protección financiera.
- **Reglamentación prescriptiva:** Disposiciones cuyo objetivo es determinar en forma explícita exigencias mínimas de seguridad en elementos que están o van a estar expuestos en áreas propensas a eventos peligrosos con el fin de preestablecer el nivel de riesgo aceptable en dichas áreas.
- **Reglamentación restrictiva:** Disposiciones cuyo objetivo es evitar la configuración de nuevo riesgo mediante la prohibición taxativa de la ocupación permanente de áreas expuestas y propensas a eventos peligrosos. Es fundamental para la planificación ambiental y territorial sostenible.



3 ANTECEDENTES EN EL MUNICIPIO

Para definir las áreas con amenaza, es necesario recurrir a la información que reposa en los archivos históricos del Concejo Municipal de Riesgo, así como los registros de información existente en las diferentes entidades cuyas responsabilidades convergen en la gestión del riesgo. Así mismo es importante conocer algunas características generales propias del municipio y de sus zonas aledañas, las cuales se describen a continuación.

- **Localización geográfica:** Chía es uno de los 116 municipios del Departamento de Cundinamarca, su cabecera está localizada en las siguientes coordenadas geográficas: 4° 52' de latitud norte y 74° 04' de longitud al oeste de Greenwich. Sus límites municipales están compuestos por:

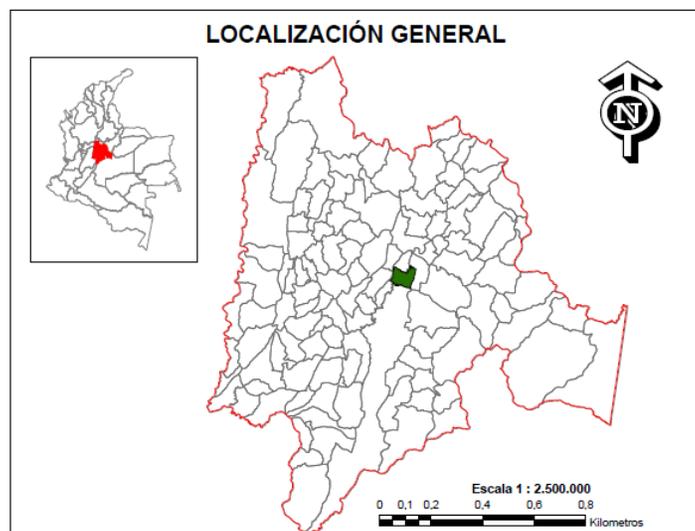
Tabla 3-1. Límites geográficos con otros municipios

LIMITE	MUNICIPIO
Norte	Cajicá
Oriente	Sopó
Sur	Distrito Capital de Bogotá y Cota
Occidente	Tabio y Tenjo

Fuente: Documento técnico de soporte - POT

Chía se encuentra ubicado a 31 km de Bogotá. El área municipal es de 7923 Has, la mayor parte del territorio es plano y corresponde a la Sabana de Bogotá; hacia el oriente y el occidente del municipio se encuentran algunos accidentes orográficos de escasa elevación, destacándose los cerros de la Cruz y Santuario, las cordilleras del Zanjón y Zaque.

Ilustración 3-1. Localización general Municipio de Chía





- **Extensión:** El Municipio de Chía, tiene una extensión aproximada de 7923 Has.
- **Altitud:** Altura sobre el nivel del mar: 2.562 m.
- **Descripción del clima (temperatura, periodo de días lluviosos):** En la región presenta características de relieves planos, predomina el clima de templado a frío, con elevaciones cercanas a 2560 m.s.n.m, temperatura promedio de 13,4°C, humedad relativa cercana al 77% y precipitación total anual de unos 770mm.
- **Precipitación:** El régimen de precipitación es bimodal con dos temporadas de lluvia durante los meses de septiembre-noviembre y abril-junio. De diciembre hasta principios de abril la región está dominada por el sistema tropical del alisio del noreste, lo que define un período más seco con poca ocurrencia de aguaceros. Adicionalmente, en los meses de junio y julio ocurre un verano menos acentuado que el mencionado anteriormente. Los meses más lluviosos del año corresponden a abril a octubre, con 101 mm para cada mes, mientras el más seco ocurre en enero con unos 27 mm.
- **Temperatura:** La temperatura media mensual multianual del aire es igual a 13.4°C, con un máximo promedio de 14.0°C para el mes de abril y un mínimo promedio de 13.1°C para los meses de enero. Los valores máximos promedio absolutos de temperatura del aire corresponden a 27.5°C mientras que los mínimos promedio absolutos sin del orden de -2.5°C se presentan respectivamente estos valores de temperatura a nivel medio, máximo y mínimo mensual multianual.
- **Humedad Relativa:** La humedad relativa media anual multianual del aire es igual al 77%, con un máximo promedio multianual de 80% para el mes de octubre y un mínimo promedio multianual del 74% para el mes de enero.

La velocidad promedio del viento en superficie a nivel medio mensual multianual es igual a 1.5 m/s, con variaciones promedio entre 1.2 m/s para los meses de mayo, noviembre y diciembre y 2.0 m/s para el mes de julio. Adicionalmente, existe un incremento en la velocidad del viento desde por la mañana hacia las primeras horas de la tarde.

- **Relieve:** La mayor parte del territorio es plano y corresponde a la Sabana de Bogotá; hacia el oriente y el occidente del municipio se encuentran algunos accidentes orográficos de escasa elevación, destacándose los cerros de la Cruz y Santuario, las cordilleras del Zanjón y Zaque. Casi todas sus tierras están comprendidas en el piso térmico frío y se hallan regadas por los ríos Bogotá y Frío.
- **Cuerpos de Agua (Rurales y Urbanos):** El sistema hidrográfico del municipio está definido en su parte oriental por la cuenca del Río Bogotá y en su parte occidental por la subcuenca del Río Frío.



Cuenca del Río Frío:

La cuenca del Río Frío está compuesta por los territorios de los siguientes municipios:

Tabla 3-2. Municipios que componen en la cuenca del Río Frío

Municipio	Área	Porcentaje (%)
Zipaquirá	9370	49.7
Tabio	5350	27.4
Cajicá	1820	9.3
Chía	2340	12.0
Cogua	240	1.2
Cota	80	0.4
TOTAL	19560	100.0

Fuente: Propuesta De Zonificación, Reglamentación De Usos Del Suelo Y Prospección Para Los Cerros Orientales Y Occidentales Del Municipio De Chía En El Marco Del Prapot. Año 2002.

La localización de la cuenca de Río Frío está ubicado sobre la Cordillera Oriental con la siguiente delimitación al Norte con las Serranías que forman el páramo de Guerrero cuya altura oscila entre los 3600 m.s.n.m. y lo divide de la cuenca del río Cubillos, por la parte sur con el área plana del valle del río Bogotá sobre los 2550 m.s.n.m, por el oriente está limitado por el Páramo de Guerrero. Loma las Tres Patas, Alto de los Tres Cruces y la Cuchilla de San Jorge que lo separan de la cuenca del Río Bogotá cuyas elevaciones oscilan entre los 3000 y los 3600 m.s.n.m., por el Oeste limita con el Cerro de La Torre de los Indios, Alto el Páramo, Cerro de Peña Colorada, Cerro de Galeano, Loma el Gavilán, el Valle del río Chicú y el Cerro de Manjuí, cuyas elevaciones oscilan entre los 2800 y los 3600 m.s.n.m.

Por condiciones topográficas de Hoya del Río Frío se subdivide en dos áreas muy definidas, la primer está definida en entre su nacimiento y Puente Virginia, la cual presenta dos pequeños Valles, inicialmente el queda ubicado en la parte alta sobre los 3200 m.s.n.m. y otro contiguo al Boquerón de La Virginia, en los cuales, las pendientes están por debajo del 5% enmarcados dentro de laderas no uniformes cuyas pendientes transversales se incrementan rápidamente hasta alcanzar pendientes superiores al 100%; la segunda la conforman la zona plana de Cajicá y Chía, donde las pendientes transversales son inferiores al 5%.

La cuenca del Río Frío se encuentra en una altitud comprendida entre los 3600 y 2550 m.s.n.m. y su clima está clasificado como frío andino con una temperatura de 10.5°C en las zonas altas, tomando como estación representativa la Estación de El Neusa y de 13.5°C tomado como estación representativa la de Tabio en las zonas bajas de la Hoya,



con fluctuaciones entre los 18°C y 5°C en épocas de baja precipitación, con presencia de heladas, especialmente en los meses de diciembre, enero y febrero.

La precipitación media multianual dentro de la Hoya del Río Frío, varía desde los 1200 mm, en la Laguna de Pantano Redondo, hasta los 800mm, en la zona de Chía, como puede apreciarse en el plano y presenta una precipitación media multianual de 1050 mm.

La variación intra-anual de la precipitación se caracteriza por tener dos épocas lluviosas; una en abril – mayo y otra en octubre – noviembre, siendo mayor ésta última y dos periodos secos; diciembre, marzo y junio –septiembre, notándose mayor intensidad en el primero.

La principal fuente de agua superficial de que dispone el distrito para su abastecimiento la constituye el Río Frío, que posee afluentes principales como la Quebrada El Hornillo y Honda o Santa Isabel.

El Río Frío nace en el Páramo de Guerrero a 3600 m.s.n.m., tienen un área de drenaje total de 195.6 km² y desemboca al río Bogotá después de un recorrido de 65 km, con una pendiente media de 1.2%. Sus registros están controlados por la estación limnimétrica de Santa Isabel, la cual tiene información desde 1963; con un caudal medio de 1.10 m/s, para un área de drenaje de 96.9 km² y por la estación limnigráfica de La Virginia, la cual tiene un registro desde 1947 con un caudal medio de 1.80 m/s, para un área de drenaje de 159.1 km².

Parámetros físicos. Como se dijo anteriormente, en la Hoya existen dos sitios de mediciones de caudal: Santa Isabel y La Virginia, por lo cual se determinarán los parámetros físicos hasta el río Bogotá.

INUNDACIÓN

Las inundaciones son uno de los eventos más amenazantes que tiene en el municipio de Chía particularmente en las rondas del Río Frío y Río Bogotá, siendo más frecuente cuando las lluvias son intensas y prolongadas, formándose así represamientos e inundaciones que ocasionan daños en las viviendas, enseres, bienes de producción y enfermedades a la población.

De acuerdo a análisis de la Departamento administrativo de Planeación, durante la temporada del fenómeno de la Niña (2010-2011), el área de inundación generada por el Río Frío y Río Bogotá, en el municipio es de 1.033 Ha, de los cuales el 85% fue en zona rural y el 15% en zona urbana.

De los 27.847 predios identificados en el catastro municipal, 1.845 predios se vieron afectados por el evento natural, 1.455 urbanos y 390 rurales que corresponden a un 6,63% del total de predios.



De igual manera, se realizó un cálculo aproximado del volumen que correspondió al agua desbordada de los dos ríos. Esto se hizo con base en el Modelo Digital de Terreno del municipio y al polígono de la huella de inundación, teniendo en cuenta la cota de altura de la superficie del agua y las cotas de altura encontradas en los lechos de los ríos.

REMOCIÓN EN MASA Y DESLIZAMIENTOS

Los fenómenos de remoción en masa y deslizamiento se han presentado históricamente en eventos de magnitudes menores, particularmente en las áreas de los cerros orientales y occidentales, se hacen más frecuentes cuando los periodos de lluvia son intensos y prolongados, causando saturación de agua en los suelos y a su vez inestabilidad en los taludes, muchas veces desprovistos de vegetación producto de las prácticas agrícolas tradicionales, la deforestación, el sobrepastoreo, la pendiente de los suelos entre otros factores.

Otra zona que presenta un gran riesgo de remoción en masa es la que corresponde al Resguardo Indígena, donde se han identificado construcciones en riesgo alto y medio.

AVENIDAS TORRENCIALES

A la fecha, en el municipio de Chía no se encuentran registros históricos de eventos torrenciales.

INCENDIOS FORESTALES

Las zonas con mayor probabilidad de amenaza por incendio se encuentran en los cerros orientales y parte de los cerros occidentales.



4 TOPOGRAFÍA

La topografía es base necesaria para cualquier proyecto de ingeniería, tanto en terrenos rústicos como urbanos. Para el caso del casco Urbano del Municipio de Chia, es indispensable en la modelación del comportamiento de los cuerpos de agua superficiales como lo son el Río Frio y el Río Bogotá a través de la determinación de la superficie exacta, límites y altura de los diferentes puntos del terreno. Con esta información más datos hidrológicos y otras variables se definen las zonas de riesgo por inundaciones a través de modelos matemáticos.

Para el presente estudio se verificó información topográfica del Río Frio y del Río Bogotá, que se encuentra en la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR, la cual fue levantada a través de tecnología LiDAR que es un sistema de recolección de datos por medio de una aeronave que provee información en 3D de una determinada área o zona de estudio, muy útil para muchos usos como obtención de la superficie, del terreno, de la vegetación, de los edificaciones, de estructuras, etc.



5 METODOLOGÍA Y ZONIFICACION DE AMENAZA

La metodología a desarrollar para la realización de evaluaciones de amenazas y análisis de riesgos dirigido a un uso técnico administrativo en el municipio contiene la identificación, tipificación y caracterización de las amenazas. El énfasis está en los peligros asociados a inundaciones, remoción en masa, avenidas torrenciales e incendios.

A continuación se describe la metodología para evaluar el grado de amenaza y el riesgo, que corresponden a la primera fase de la Gestión del Riesgo y se enfoca en la etapa de Conocimiento del Riesgo. El análisis de riesgos tiene como objetivo servir como base para la elaboración de los planes de reducción de desastres, incluyendo las modificaciones requeridas en los planes de desarrollo municipal.

5.1 DESCRIPCION GENERAL

5.1.1 Identificación de amenazas

Se debe cuantificar el nivel de amenaza, a través del análisis, identificación y evaluación de los fenómenos hidrológicos, estabilidad geotécnica y probabilidad de incendio forestales que afectan al Municipio de Chia, con el fin de obtener información valiosa sobre zonas a priorizar, eventos desastrosos ocurridos, (ubicación, daños causados etc.). Se pretende efectuar el levantamiento de la información histórica sobre desastres ocurridos en la zona o sus alrededores.

El análisis de amenazas se realiza a través de inventarios de fenómenos ocurridos y de incidencia en el municipio, también es realizado mediante observaciones y mediciones de campo, para el caso se desarrollo modelos digitales de terreno (DTM) y modelos hidrológicos e hidráulicos, con el fin de conocer la probable ubicación y severidad de estos fenómenos naturales peligrosos asociados a crecientes e inundaciones, así como la probabilidad de que ocurran en un tiempo y área específica.

Tiene como resultado la elaboración de un mapa de amenazas, el cual representa un elemento clave para la planificación del uso del territorio y constituye un insumo imprescindible para la evaluación de los riesgos actuales y potenciales.

En una evaluación cuantitativa, la amenaza en un sitio específico se podría caracterizar determinando para cada evento posible (i):

- m_i : magnitud del evento [definida por profundidad, velocidad, volumen, energía, ...]
- $p(m_i)$: frecuencia o probabilidad de ocurrencia del evento [en % / año]

Con estos datos se clasificarán las amenazas en:



Tabla 5-1. Identificación de amenazas

TIPO DE AMENAZA	mi: magnitud del evento	p(mi): frecuencia o probabilidad
ZONA DE AMENAZA ALTA	ALTO	ALTA
	ALTO	MEDIA
	MEDIO	ALTA
ZONA DE AMENAZA MEDIA	ALTO	BAJA
	MEDIO	MEDIO
	MEDIO	BAJA
	BAJO	ALTA
ZONA DE AMENAZA BAJA	BAJO	MEDIA
	BAJO	BAJA

5.1.2 Resultados esperados de la evaluación de amenazas

Como resultado de la evaluación de amenazas (o peligros) se genera el mapa de amenazas. El producto de la evaluación de amenazas se hará con los materiales disponibles, en especial los mapas topográficos a una escala adecuada. El mapa de amenazas se elaborará en una plataforma SIG.

Las especificaciones de escalas de trabajo son las siguientes:

Tabla 5-2. Escalas de trabajo.

Tipo de estudio	Fenómeno que da origen a la amenaza	Clase de suelo (ley 388/97)	Escala
Basico	Inundacion	Rural	1:25000
Basico	Inundacion	Urbano y de expansión urbana	1:5000
Basico	Remoción en masa	Rural	1:25000
Detallado	Remoción en masa	Urbano y de expansión urbana	1:2000
Basico	Avenidas torrenciales	Rural	1:25000
Basico	Avenida torrenciales	Urbano y de expansión urbana	1:5000
Basico	Incendio	Rural	1:25000

5.1.3 Mapa sistema de informacion geografico

El Sistema de Información para Desastres tiene como base un Sistema de Información Geográfica (SIG), cuya implementación se sustenta en un modelo conceptual metodológico diseñado previamente para analizar e integrar variables que caracterizan



las condiciones de amenaza y riesgo. En este modelo, se recoge los análisis efectuados por esta consultoría en capas para cada uno de los temas.

5.2 DESCRIPCION ESPECÍFICA

5.2.1 Metodología de amenazas por inundación.

5.2.1.1 *Estimación de probabilidades de ocurrencia de los eventos*

La probabilidad relativa de ocurrencia de un evento puede ser estimada en base a la experiencia del especialista y las evidencias de actividad e intensidad del fenómeno. Se realiza un análisis relativo (utilizando consideraciones que pueden ser ciertas o no, dependiendo de la experiencia del analizador); este análisis consiste en expresar de manera cuantitativa observaciones subjetivas. Cuando es poco probable que un fenómeno ocurra "en los próximos 10 años", y que su probabilidad solo se puede considerar alta cuando hablamos de "los próximos 100 años", entonces se puede decir que su período de retorno es más bien de alrededor de 100 años. Sin embargo y para el caso particular se hará un análisis probabilístico de la información histórica hidrológica disponible para determinar la magnitud de los caudales que transitan sobre el río Frio en inmediaciones del municipio y sobre el río Bogotá. De esta manera se establecerán magnitudes para periodos de retorno de 2.3, 50 y 100 años.

5.2.1.2 *Períodos de retorno para mapas de amenazas*

Para la elaboración de mapas de amenazas, no es aceptable limitarse a fenómenos de 10 años de período de retorno, y se deben tomar en cuenta fenómenos menos frecuentes, de períodos de retorno de por lo menos 100 años. Si se hace un mapa de amenaza por inundaciones considerando eventos de 100 años de período de retorno, habrá una probabilidad de alrededor de 50% (o sea: uno en dos) que en los próximos 70 años suceda algún evento que afecte zonas que no se han definido como de amenaza.

5.2.1.3 *Probabilidades altas, medias, bajas*

Otros métodos semicuantitativos ampliamente utilizados para la estimación de la probabilidad de ocurrencia de un evento, sobre todo en terrenos inestables son los que relacionan la geomorfología y la geología del área. Existen dos variantes de este método, las dos se basan en el principio de Varnes que plantea que lo ocurrido en el pasado y presente sirve de guía para saber que ocurrirá en el futuro. Ambas son basadas en la experiencia y juicio del especialista y no implican cuantificación de la probabilidad, sino que la probabilidad es estimada en términos cualitativos como baja, media, alta, o asignándole valores asumidos de probabilidad. Típicamente, una probabilidad baja (pero no muy baja), podría ser de "entre 0,2% y 1% por año" (período de retorno entre 100 y 500 años).



Cada año las inundaciones producen mayores desastres porque el hombre deteriora progresivamente las cuencas y cauces de los ríos y quebradas, deposita en ellos residuos sólidos, tapona drenajes naturales limitando las ciénagas, aumenta la erosión con talas y quemas, y habita u ocupa las rondas hidráulicas de los cuerpos de agua. La cantidad de agua que llueve cada año en el país es aproximadamente igual, pero por las razones antes expuestas los daños que producen son cada vez mayores.

La metodología de evaluación de amenaza por inundación conlleva etapas de trabajo de campo para las observaciones y levantamientos topobatemétricos, y otras de oficina para el procesamiento de la información, generación de modelos hidrológicos e hidráulicos y la elaboración de mapas e informes. Esta metodología plantea trabajar con la base topográfica suministrada por el municipio para trasladar todas las observaciones y análisis del fenómeno de inundación a planos o mapas hasta un nivel de detalle permitido a una escala que abarque el casco urbano del municipio (mapas indicativos de amenaza).

La suma de los perjuicios causados anualmente por las inundaciones la convierte en una de las calamidades que producen más pérdidas económicas, humanas y deterioro social. Hay diferentes tipos de inundaciones que se pueden describir así:

- **INUNDACIONES REPENTINAS:** Se producen por la presencia de grandes cantidades de agua en muy corto tiempo. Son frecuentes en ríos de zonas montañosas con bastante pendiente, y muchas veces se generan a causa de la siguiente secuencia de fenómenos:
 - Los fuertes aguaceros sobre los terrenos débiles o sin vegetación aceleran la formación de deslizamientos en las montañas cercanas al cauce de los ríos y quebradas.
 - Las rocas, vegetación, y demás materiales que han caído sobre el río forman un represamiento natural de las aguas.
 - El agua ejerce gran fuerza sobre el represamiento hasta que lo rompe arrastrándolo consigo.
- **INUNDACIONES LENTAS O EN LA LLANURA:** Se producen sobre terrenos planos que desaguan muy lentamente, cercanos a las riberas de los ríos o donde las lluvias son frecuentes o torrenciales. Muchas de ellas son producto del comportamiento normal de los ríos, es decir, de su régimen de aguas, ya que es habitual que en invierno aumente la cantidad de agua inundando los terrenos cercanos como playones o llanuras.
- **INUNDACIONES EN ASENTAMIENTOS:** Las poblaciones que no cuentan con efectivos sistemas de alcantarillado o canales de desagües y aquellas cuya superficie es plana o algo cóncava (como un valle) pueden sufrir inundaciones como efecto



directo de las lluvias, independientemente de las inundaciones producidas por desbordamiento de ríos y quebradas.

5.2.1.4 IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRITICOS

Se logro identificar la ubicación de los puntos que presentan una mayor amenaza por inundación tanto en la parte rural como en el sector urbano del municipio de Chia. Los puntos críticos se identificaron tanto para el río Bogotá como para el río Frio.

Este recorrido incluyo las ocho veredas que tienen influencia directa de los ríos Bogota y Frio. En estas veredas se ven afectados un total de 9 predios rurales, los cuales se distribuyen en las veredas como se muestra en la Tabla 5-3.

Tabla 5-3. Distribución Predial del riesgo en las veredas del municipio

Vereda	Pedios Rurales	Pedios Urbanos	Corriente
Bojacá	1	0	Rio Bogotá
Cerca de piedra	1	0	Frio
Fagua	0	0	
Fonqueta	0	0	
Fusca	4	0	Rio Bogotá
La Balsa	1	0	Rio Bogotá
Tiquiza	0	0	
Yerbabuena	2	0	Rio Bogotá

Sobre el rio Bogotá se identificaron puntos críticos (ver anexo 1 - planos puntos críticos) en las veredas La Balsa, Fusca, Bojaca y Yerbabuena como se muestra a continuación.



Ilustración 5-1. Predios en puntos críticos Rio Bogotá. Vereda La Balsa.

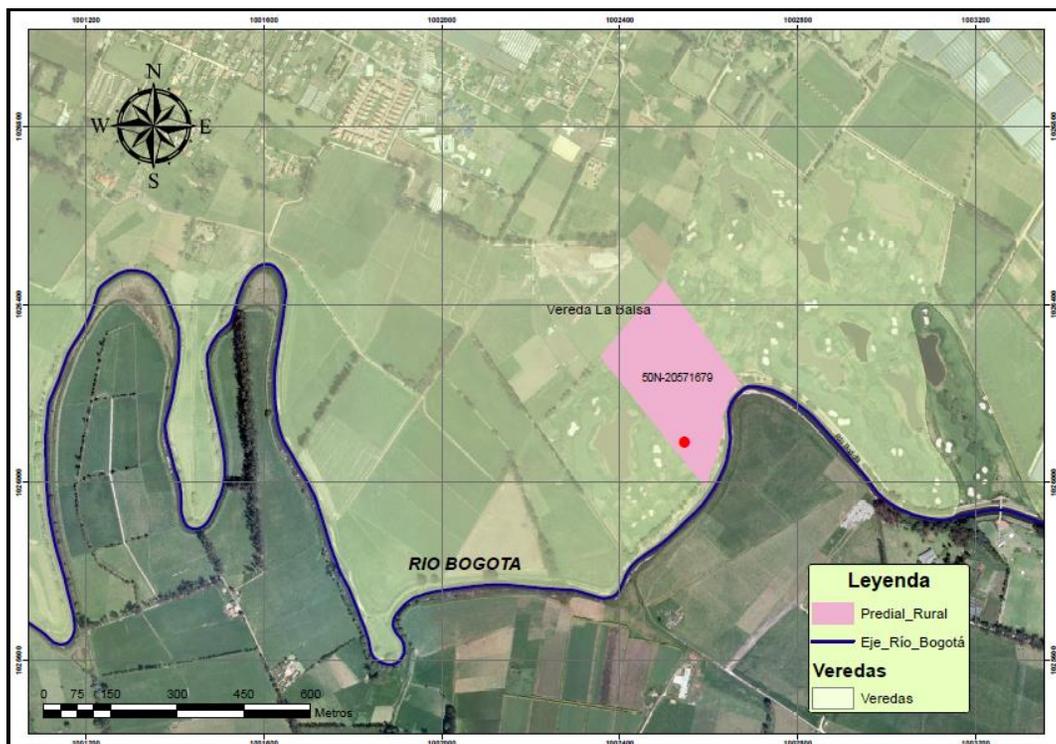


Ilustración 5-2. Predios en puntos críticos Rio Bogotá. Vereda Fusca y Bojacá.

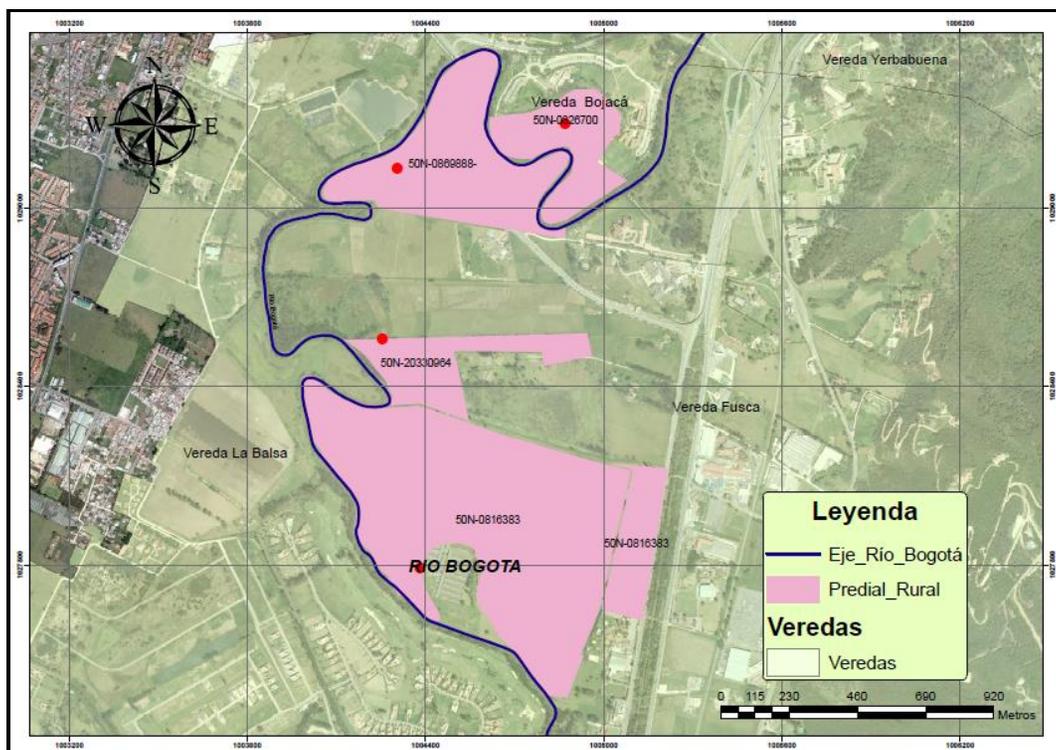
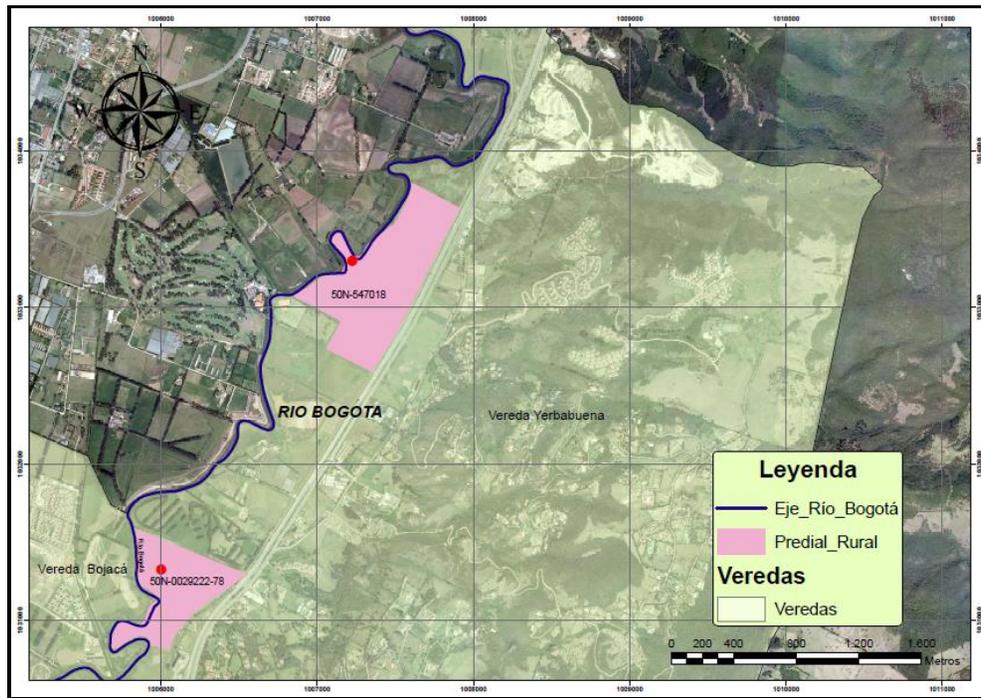


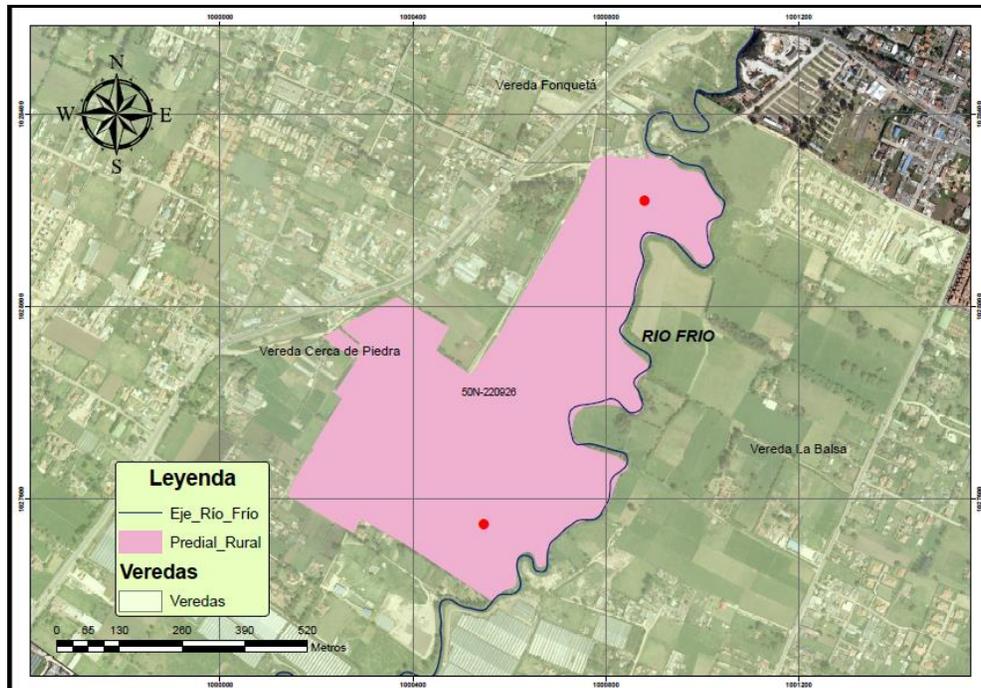


Ilustración 5-3. Predios en puntos críticos Rio Bogotá. Vereda Yerbabuena.



Sobre el rio Frio se identificaron puntos críticos en la vereda Cerca de Piedra los cuales se muestran a continuación:

Ilustración 5-4. Predios en puntos críticos Rio Frio. Vereda Cerca de Piedra.





Este recorrido tiene como conclusión final que las zonas críticas se presentan en cinco veredas del municipio de Chia por las cuales transitan los ríos Bogotá y Frio. Sin embargo actualmente existen proyectos encaminados al mantenimiento de los cauces luego se hace necesario darle continuidad a dichas labores gestionando los recursos necesarios.

5.2.1.5 HIDROLOGIA

En este capítulo se evaluará la dinámica hidrológica de la cuenca baja del Río Frio y los caudales del río Bogotá al punto confluencia con el mismo, bajo condiciones extremas de precipitación en el área de drenaje, condiciones de suelo en términos de tipos de cobertura y usos actuales de suelos, en el marco de modelos de frecuencia de caudales asociados a estas condiciones de probabilidad de ocurrencia entre 2.33 y 100 años.

5.2.1.6 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS.

La cuenca del Río Frio se encuentra ubicada en los municipios de Tabio, Cajica, Zipaquirá y Chía y en menor proporción los municipios de Tenjo, Cogua, Pacho, Cota y Subachoque, la cuenca alta particularmente está influenciada por el municipio de Zipaquirá y Cogua, los parámetros que definen la morfología de la cuenca, Área, Longitud Axial, Perímetro, pendiente media, Factor de Forma, densidad de drenaje, coeficiente de compacidad, fueron calculados en base al análisis de la cartografía básica IGAC escala 1: 25000, en Arc Gis contrastado con el modelo digital de terreno generado por la NASA y ajustado por medio de levantamiento topográfico de la micrócuenca, dichos parámetros se presentan en el siguiente cuadro

Tabla 5-4. Tabla Morfología

PARAMETROS MORFOLÓGICOS RÍO FRÍO BAJO											
SUB CUENCA	AREA TOTAL Km ²	LONGITUD AXIAL Km	PERIMETRO KM	DIFERENCIAS DE ALTURA m	PENDIENTE MEDIA %	ANCHO W Km	COEFICIENTE DE FORMA Kf	COEFICIENTE DE COMPACIDAD GRAVELIUS Kc	Tendencia a presentar inundaciones	Forma de la cuenca	INDICE DE ALARGAMIENTO
Río Frio bajo	61.2	21.00	43.4	46.00	0.2%	2.91	0.14	1.6	Grado de inundación Moderado	Oval oblonga a rectangular oblonga	7.2

De acuerdo los parámetros obtenidos en el análisis anterior, y expuestos en la Tabla 5-4 se observa que el valor del índice de forma es de 0.14, este es menor de 1, con lo cual se hace la consideración que la cuenca es alargada, con un río principal largo y por ende con poca tendencia a concentrar el escurrimiento superficial. El coeficiente de Gravelius tiene por definición un valor de uno (1) para cuencas imaginarias de forma circular, cuando los valores de este coeficiente son más cercanos a la unidad, es mayor la tendencia a concentrar grandes volúmenes de aguas de escurrimiento. La cuenca alta del río Frío Bajo tiene una forma Oval oblonga a rectangular oblonga según (Jiménez E., H., 1992) la anterior clasificación, indica que tiene poca tendencia a concentrar grandes crecidas.



Tabla 5-5. Clasificación según Gravilius

Índice K_c	Descripción
1-1.25	Redonda-óvalo redonda
1.25-1.5	Óvalo redonda-óvalo oblonga
1.5-1.75	Óvalo oblonga-rectangular oblonga
>1.75	Rectangular – Muy lobuladas

¹Por otro lado la pendiente media de la cuenca baja es de aproximadamente 0.2% lo que quiere decir que se encuentra en condiciones llanas.

Tabla 5-6. Clasificación según pendiente

Pendiente en %	Tipo de terreno
2	Llano
5	Suave
10	Accidentado medio
15	Accidentado
25	Fuerte Accidentado
50	Escarpado
> 50	Muy escapado

Por otro lado el río Bogotá a esta altura cuenta con área aferente aproximada de 5711 km², la cual la conforman cerca de 18 cuencas de tercer orden las cuales se relacionan a continuación:

Tabla 5-7. Cuencas tercer orden

Codigo	Nombre	Area Km2	Perimetro K
2120-01	Rio Apulo	485.115732	122.706258
2120-02	Rio Calandaima	268.402183	77.709045
2120-03	Rio Medio Bogota	316.326956	110.951256
2120-04	Rio Bogota (Sector Salto - Soa	107.278447	73.000472
2120-05	Embalse del Muña	134.203468	56.392466
2120-06	Rio Soacha	40.515848	42.383578
2120-07	Rio Balsillas	625.396035	172.42614
2120-08	Rio Tunjuelito	414.551806	121.955613
2120-09	Cerros Orientales	712.711863	183.137444
2120-10	Rio Chicu	141.782477	61.119678
2120-11	Rio Frio	201.632348	100.088466
2120-12	Rio Teusaca	331.133834	131.257867
2120-13	Rio Negro	33.897743	28.579113
2120-14	Rio Neusa	432.398901	116.791546
2120-15	Rio Bogota (Sector Sisga - Tib	268.228649	109.664747
2120-16	Embalse Tomine	228.624719	76.684975
2120-17	Embalse Sisga	155.269923	61.659564
2120-18	Rio Alto Bogota	273.325827	85.50154

¹ Heras, R. "Manual de hidrología: hidrología de las crecidas" (tomo 4). Servicio de Edición del Centro de Estudios Hidrográficos y Dirección General de Obras Hidráulicas. 1972.



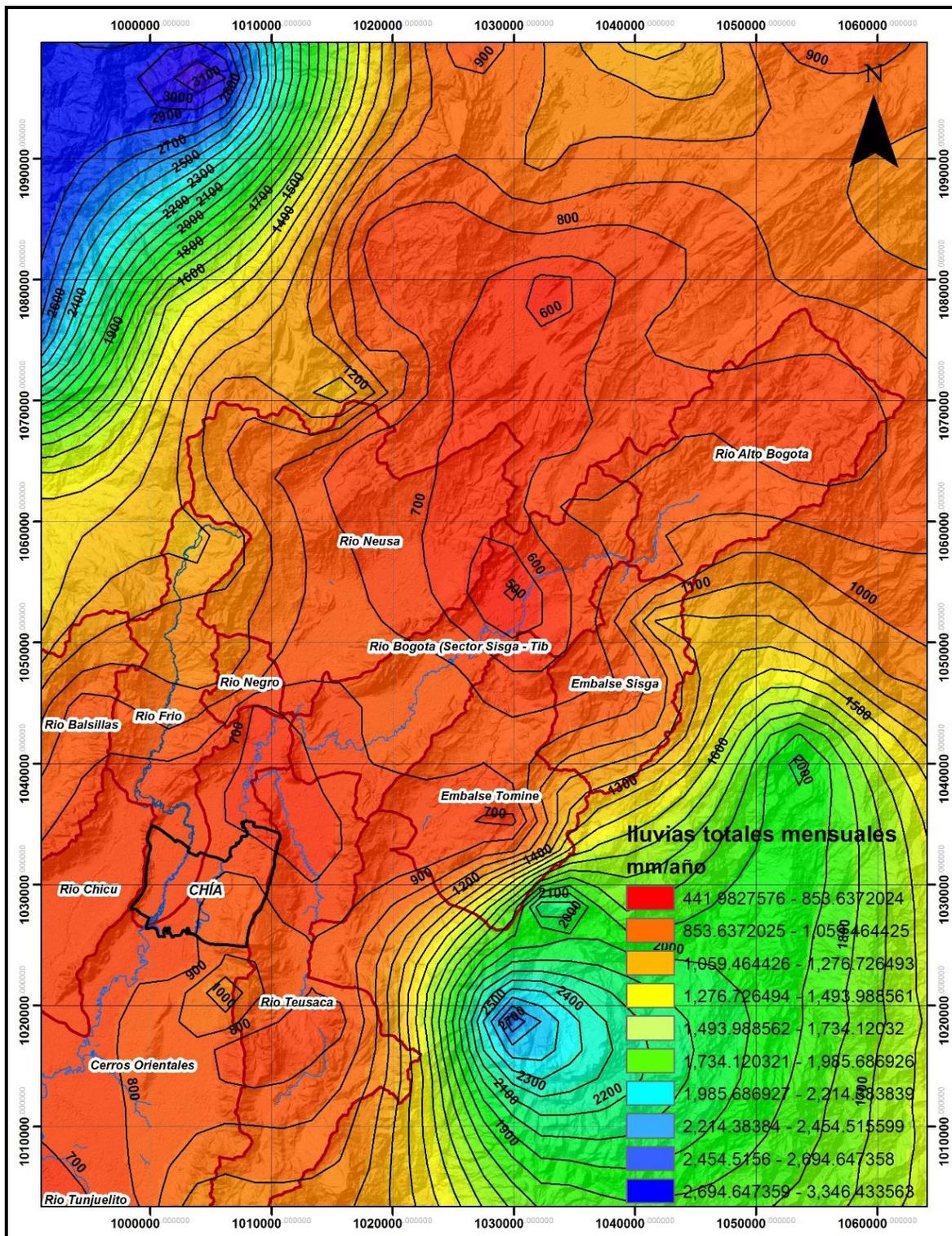
Por otro con el fin de especializar estas lluvias mensuales multianuales sobre la cuenca, se elaboró un mapa de Isoyetas utilizando un grupo de estaciones con datos de precipitación sobre la cuenca del Río Bogotá, para estas estaciones se eligió un periodo común de los últimos 15 años de registros, las estaciones seleccionadas se encuentran reaccionadas en la, y el mapa de Isoyetas correspondiente en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 5-8. Estaciones Isoyetas

FID	Shape *	NUMERO	CÓDIGO	ESTACIÓN	TIPO	ELEV	LATITUD	LONGITUD	TOTAL
0	Point	88	2120179	ARGENTINA	PG	1150	1016820.45	951445	1039.28041
1	Point	150	2120652	PALOQUEMAO	CO	2450	1016820.45	968159.286	1264.42286
2	Point	121	2120567	FLORIDA LA	CO	1915	1018677.6	960730.714	1210.83535
3	Point	84	2120173	CAMPOBELLO	PM	2490	1018677.6	968159.286	614.48287
4	Point	159	2125508	SALTO EL	CP	450	1020534.74	923587.857	1325.5
5	Point	85	2120174	MANJUI	PM	3260	1022391.88	966302.143	827.386563
6	Point	40	2120069	TESORO-VERTIENTES	PM	2610	1022391.88	973730.714	1000.37129
7	Point	75	2120155	ROBLE EL	PM	2560	1022391.88	983016.429	764.354376
8	Point	19	2119041	LA GRANJA HDA	PM	1120	1024249.02	944016.429	1914.1
9	Point	137	2120631	TISQUESUSA	CP	2570	1024249.02	973730.714	715.023858
10	Point	127	2120594	VILLA INES	ME	2590	1026106.17	966302.143	757.065859
11	Point	41	2120071	MARGARITAS LAS	PM	2606	1026106.17	981159.286	1436.7335
12	Point	155	2123007	SAN JUAN D RIOSECO	PM	1303	1027963.31	938445	1279.41598
13	Point	176	2306506	STA TERESA	CO	2200	1027963.31	958873.571	1269.50667
14	Point	94	2120185	TRIBUNA LA	PG	2723	1027963.31	962587.857	1376.41938
15	Point	114	2120557	PRIMAVERA LA	CP	2590	1027963.31	984873.571	854.714545
16	Point	135	2120629	VENECIA	CP	2673	1029820.45	962587.857	939.120805
17	Point	56	2120107	CORAZON EL	PM	2580	1029820.45	979302.143	826.245918
18	Point	37	2120055	UNION LA-EL ROSAL	PM	2725	1029820.45	981159.286	987.744329
19	Point	178	2306510	SABANETA	CO	2475	1033534.74	975587.857	1415.40772
20	Point	181	2306514	SANTA BARBARA	CP	1478	1037249.02	962587.857	2524.89853
21	Point	164	2306006	ICALI	PM	1328	1039106.17	962587.857	2406.92963
22	Point	171	2306029	SILENCIO EL	PM	1425	1040963.31	964445	2289.30258
23	Point	157	2123012	BELLEZA LA	PM	1200	1042820.45	944016.429	1263.04412
24	Point	172	2306030	LA ESPERANZA	PM	1350	1046534.74	951445	1553.80769
25	Point	183	2306516	ACOMODO EL	CP	1150	1046534.74	971873.571	1832.83849
26	Point	175	2306034	SAN ISIDRO	PM	1160	1050249.02	953302.143	1340.98952
27	Point	166	2306014	TUSCOLO EL	PM	975	1052106.17	940302.143	1591.04361
28	Point	170	2306020	SUPATA	PM	1798	1052106.17	983016.429	2005.60035
29	Point	173	2306032	LA FLORIDA	PM	1400	1053963.31	975587.857	2122.35
30	Point	174	2306033	AGUA FRIA	PM	1400	1055820.45	955159.286	1515.56283
31	Point	1	1000020	CERINZA	PM	1450	1061391.88	979302.143	2290.76722
32	Point	177	2306507	ESC VOCACIONAL	CO	1940	1063249.02	986730.714	1336.47052
33	Point	156	2123009	ARRANCAPLUMAS	PM	245	1066963.31	927302.143	1665.53491
34	Point	160	2302502	ESPERANZA LA	CO	222	1072534.74	927302.143	1458.66818
35	Point	169	2306018	PENON EL	PM	1400	1072534.74	975587.857	2375.55483
36	Point	182	2306515	SANTA ROSITA	CP	1437	1074391.88	977445	2653.50286
37	Point	193	2312515	VILLAGOMEZ	ME	1575	1074391.88	988587.857	3014.3
38	Point	4	1005000	LA VISTOSA	PM	1374	1081820.45	979302.143	3357.88333
39	Point	165	2306007	CANAIMA	PM	1594	1083677.6	962587.857	2089.49295
40	Point	168	2306016	SAN PABLO	PM	1200	1092963.31	957016.429	2343.00485
41	Point	180	2306513	MONTELIBANO	CO	1365	1094820.45	971873.571	2692.10889
42	Point	3	1001503	EL JARDIN	PM	1245	1094820.45	973730.714	2421.14286
43	Point	163	2304003	IDEMA-DORADA	PM	270	1096677.6	934730.714	2097
44	Point	161	2303001	ESPERANZA HDA LA	PM	170	1096677.6	938445	2079.40714
45	Point	162	2303502	APTO PALANQUERO	SP	172	1098534.74	936587.857	1934.73175
46	Point	179	2306511	YACOPI	CO	1347	1100391.88	970016.429	2651.52709



Ilustración 5-7. Isoyetas





De acuerdo con el mapa de Isoyetas elaborado (ver Ilustración 5-7), sobre la zona correspondiente al municipio de Chia, el promedio de lluvias anual oscila entre 700 y 1000 mm. La metodología de estimación se calculó por el método Krigin el cual se basa en combinaciones lineales de los valores conocidos (en este caso, los valores de intensidad en las estaciones seleccionadas) para predecir valores desconocidos en el área de estudio (en este caso, los valores de cada nodo de la grilla). La siguiente expresión define esta combinación lineal en forma más clara, y constituye la ecuación básica del método.

$$V_o = \sum_{i=1}^n W_i * V_i$$

En donde:

V_o = valor de la intensidad en un nodo de la grilla

V_i = valor de la intensidad en la estación i

W_i = peso (o porcentaje) asignado al valor de la estación i

Esta expresión es esencialmente igual a la empleada en cualquier otro método de interpolación (por ejemplo, el método “inverso de la distancia”); la diferencia que presenta el método Krigin como método de interpolación en relación con estos otros métodos, es básicamente la forma de asignar los pesos. En el método Krigin esta asignación se basa en la estructura de correlación espacial de los datos, y no se reduce a la implementación de funciones arbitrarias de la distancia, como en el caso de otros métodos. Por esta razón, el método Krigin es considerado como el método de interpolación espacial más acertado.

Por otro lado tomado en cuenta que la cuenca del río Frío se encuentra instrumentada en su parte media, es decir que se tiene la información real de los aportes de toda la parte alta de la cuenca, y considerando que la cuenca baja tiene usos y sinuosidades relativamente parecidas se generaron los rendimientos para esta zona regionalizando las cuencas partiendo del hecho de expresión matemática que indica que el rendimiento para la cuenca 1 es igual al caudal generado por dicha cuenca denominado Q_1 sobre área de la cuenca 1 A_1 luego si se igualan los rendimientos obtendríamos una expresión de la siguiente forma:

$$R_1 = \frac{Q_1}{A_1}, R_2 = \frac{Q_2}{A_2}$$

Luego si $R_1=R_2$ la expresión quedaría

$$\frac{Q_1}{A_1} = \frac{Q_2}{A_2}$$



Si conozco el caudal de la cuenca instrumentada que para este caso sería la parte alta denominada Q1 y naturalmente conozco tanto el área de drenaje de las cuencas A1 y A2 es posible despejar la incógnita del análisis que para este caso es Q2 o el caudal aportado por la cuenca media en función del rendimiento obtenido directamente para la parte alta mediante la siguiente expresión.

$$Q2 = \frac{A2 * Q1}{A1}$$

Luego mediante este raciocinio se presentan los caudales para la cuenca tanto en la parte alta como baja.

Para este análisis, los caudales asociados a periodos de retorno de 100 años, y si tomamos en cuenta que en la parte baja de la cuenca media el Rio trae 51.2 m3/s. (ver Tabla 5-9)

Tabla 5-9. Caudales máximos absolutos estación Punte Virginia.

FRECUENCIA DE CAUDALES MÁXIMOS ABSOLUTOS ESTACIÓN PTE VIRGINIA															
PERIODO RETORNO (años)	FRECUENCIA PE	VARIABLE REDUCIDA GVEIII	VARIABLE REDUCIDA Y (Gumbel)	W	Z	KT PEARSON	KT LOG PEARSON	YT LOG- PEARSON	KT LOG NORMAL	VALOR ESPERADO PARA CADA DISTRIBUCION PARA CADA Tr					
										NORMAL Q (m3/s)	GUMBEL Q (m3/s)	PEARSON Q (m3/s)	LOG-PEAR Q (m3/s)	LOG-NOR Q (m3/s)	EV3 Q (m3/s)
1.01	0.99	0.01	-1.53	3.04	-2.33	-1.64	-3.45	-1.36	-1.14	-10.9	-6.9	-2.9	0.3	2.9	-1.0
1.11	0.90	0.10	-0.84	2.15	-1.29	-1.14	-1.32	1.02	-0.90	1.2	0.7	2.9	2.8	5.8	2.9
1.25	0.80	0.22	-0.48	1.79	-0.84	-0.85	-0.65	1.76	-0.74	6.4	4.6	6.3	5.8	7.7	6.0
1.33	0.75	0.29	-0.33	1.67	-0.68	-0.73	-0.45	1.99	-0.66	8.3	6.2	7.7	7.3	8.5	7.3
2.33	0.43	0.85	0.58	1.30	0.18	0.02	0.40	2.93	-0.12	18.3	16.1	16.5	18.8	14.8	16.4
2.5	0.40	0.92	0.67	1.35	0.25	0.10	0.46	3.00	-0.06	19.2	17.1	17.4	20.0	15.5	17.3
3.33	0.30	1.20	1.03	1.55	0.52	0.39	0.64	3.20	0.19	22.4	21.0	20.8	24.4	18.5	20.9
5	0.20	1.61	1.50	1.79	0.84	0.76	0.81	3.39	0.55	26.1	26.1	25.1	29.5	22.7	25.4
10	0.10	2.30	2.25	2.15	1.28	1.34	0.98	3.58	1.19	31.2	34.3	31.8	35.8	30.2	32.3
20	0.05	3.00	2.97	2.45	1.65	1.86	1.08	3.69	1.88	35.4	42.1	38.0	39.8	38.1	38.3
30	0.03	3.40	3.38	2.61	1.83	2.16	1.11	3.73	2.30	37.6	46.6	41.4	41.5	43.1	41.6
40	0.03	3.69	3.68	2.72	1.96	2.36	1.13	3.75	2.61	39.1	49.8	43.8	42.4	46.7	43.9
45	0.02	3.81	3.80	2.76	2.01	2.45	1.14	3.75	2.74	39.7	51.1	44.8	42.7	48.2	44.8
50	0.02	3.91	3.90	2.80	2.05	2.52	1.14	3.76	2.86	40.2	52.2	45.6	43.0	49.6	45.6
55	0.02	4.01	4.00	2.83	2.09	2.59	1.15	3.77	2.97	40.7	53.3	46.4	43.2	50.9	46.3
60	0.02	4.09	4.09	2.86	2.13	2.65	1.15	3.77	3.07	41.1	54.2	47.1	43.4	52.1	47.0
65	0.02	4.17	4.17	2.89	2.16	2.70	1.15	3.77	3.16	41.5	55.1	47.8	43.5	53.1	47.6
70	0.01	4.25	4.24	2.91	2.19	2.75	1.16	3.78	3.25	41.8	55.9	48.3	43.7	54.2	48.1
75	0.01	4.32	4.31	2.94	2.22	2.80	1.16	3.78	3.33	42.1	56.7	48.9	43.8	55.1	48.6
80	0.01	4.38	4.38	2.96	2.24	2.84	1.16	3.78	3.41	42.4	57.4	49.4	43.9	56.0	49.1
85	0.01	4.44	4.44	2.98	2.27	2.88	1.16	3.78	3.48	42.7	58.0	49.9	44.0	56.9	49.5
90	0.01	4.50	4.49	3.00	2.29	2.92	1.17	3.79	3.55	42.9	58.7	50.3	44.1	57.7	49.9
95	0.01	4.55	4.55	3.02	2.31	2.96	1.17	3.79	3.62	43.2	59.3	50.8	44.2	58.4	50.3
100	0.01	4.61	4.60	3.03	2.33	2.99	1.17	3.79	3.68	43.4	59.8	51.2	44.2	59.2	50.7
PRUEBA CHI CUADRADO										10.46	15.02	7.92	13.23	20.70	8.01

De manera conjunta se tomaron los caudales registrados en la estación Pte Vargas sobre el río Bogota (ver Tabla 5-10), con caudales de retorno de 100 años del orden de 98 m3/s los cuales fueron analizados de manera simultanea dentro de el modelo hidraulico generado para la delimitacion de las zonas de riesgo por inundacion.



Tabla 5-10. Caudales máximos absolutos estación Puente Vargas.

FRECUENCIA DE CAUDALES MÁXIMOS ABSOLUTOS ESTACIÓN PTE VARGAS															
PERIODO RETORNO (años)	FRECUENCIA PE	VARIABLE REDUCIDA GVEIII	VARIABLE REDUCIDA Y (Gumbel)	W	Z	KT PEARSON	KT LOG PEARSON	YT LOG-PEARSON	KT LOG NORMAL	VALOR ESPERADO PARA CADA DISTRIBUCION PARA CADA Tr					
										NORMAL Q (m3/s)	GUMBEL Q (m3/s)	PEARSON Q (m3/s)	LOG-PEARSON Q (m3/s)	LOG-NOR Q (m3/s)	EV3 Q (m3/s)
1.01	0.99	0.01	-1.53	3.04	-2.33	-0.72	-1.61	2.83	-1.42	-4.6	4.1	21.9	16.9	10.3	20.9
1.11	0.90	0.10	-0.84	2.15	-1.29	-0.69	-1.13	3.01	-1.03	12.6	14.0	22.4	20.3	16.8	21.6
1.25	0.80	0.22	-0.48	1.79	-0.84	-0.66	-0.85	3.12	-0.80	19.9	19.1	22.9	22.6	20.6	22.6
1.33	0.75	0.29	-0.33	1.67	-0.68	-0.63	-0.73	3.16	-0.70	22.6	21.2	23.3	23.6	22.2	23.2
2.33	0.43	0.85	0.58	1.30	0.18	-0.26	0.01	3.45	-0.05	36.7	34.2	29.5	31.3	33.0	30.0
2.5	0.40	0.92	0.67	1.35	0.25	-0.20	0.09	3.47	0.02	37.9	35.6	30.4	32.3	34.1	31.0
3.33	0.30	1.20	1.03	1.55	0.52	0.04	0.38	3.58	0.30	42.4	40.7	34.5	36.0	38.7	35.1
5	0.20	1.61	1.50	1.79	0.84	0.43	0.76	3.73	0.67	47.6	47.4	40.8	41.5	44.8	41.5
10	0.10	2.30	2.25	2.15	1.28	1.15	1.34	3.95	1.28	54.9	58.2	52.7	51.7	54.9	53.3
20	0.05	3.00	2.97	2.45	1.65	1.94	1.87	4.15	1.89	60.9	68.5	65.7	63.4	64.9	66.1
30	0.03	3.40	3.38	2.61	1.83	2.43	2.17	4.26	2.25	64.0	74.4	73.7	71.0	70.8	74.0
40	0.03	3.69	3.68	2.72	1.96	2.78	2.38	4.34	2.51	66.1	78.6	79.6	76.8	75.1	79.7
45	0.02	3.81	3.80	2.76	2.01	2.93	2.46	4.37	2.61	66.9	80.3	82.0	79.3	76.8	82.1
50	0.02	3.91	3.90	2.80	2.05	3.06	2.54	4.40	2.71	67.6	81.9	84.2	81.6	78.4	84.3
55	0.02	4.01	4.00	2.83	2.09	3.19	2.60	4.43	2.80	68.3	83.2	86.2	83.7	79.8	86.2
60	0.02	4.09	4.09	2.86	2.13	3.30	2.67	4.45	2.88	68.8	84.5	88.1	85.6	81.1	88.1
65	0.02	4.17	4.17	2.89	2.16	3.40	2.72	4.47	2.95	69.4	85.6	89.8	87.5	82.4	89.7
70	0.01	4.25	4.24	2.91	2.19	3.50	2.77	4.49	3.02	69.8	86.7	91.4	89.2	83.5	91.3
75	0.01	4.32	4.31	2.94	2.22	3.59	2.82	4.51	3.08	70.3	87.7	92.9	90.9	84.5	92.7
80	0.01	4.38	4.38	2.96	2.24	3.67	2.87	4.53	3.14	70.7	88.6	94.3	92.4	85.5	94.1
85	0.01	4.44	4.44	2.98	2.27	3.75	2.91	4.54	3.20	71.1	89.5	95.6	93.9	86.4	95.4
90	0.01	4.50	4.49	3.00	2.29	3.83	2.95	4.56	3.25	71.4	90.3	96.8	95.3	87.3	96.6
95	0.01	4.55	4.55	3.02	2.31	3.90	2.99	4.57	3.30	71.8	91.1	98.0	96.7	88.1	97.7
100	0.01	4.61	4.60	3.03	2.33	3.97	3.02	4.58	3.35	72.1	91.9	99.1	98.0	88.9	98.8
PRUEBA CHI CUADRADO										558.74	67.99	26.02	20.37	32.80	23.07

Por otro lado dentro de el modelo hidráulico se presentan los caudales agregados por tramos mediante un balance de flujos.

Tabla 5-11. Caudales agregados por tramos.

	River	Reach	RS	TR 2.33 años	TR 20 años	TR 50 años	TR 100 años
1	rio bogota	chia	22750	31.3	63.4	81.6	98
2	rio bogota	chia bajo	450.049E	47.8	101.4	127.2	149.2
3	rio frio	bajo	13386.1	16.5	38	45.6	51.2

5.2.1.8 HIDRÁULICA

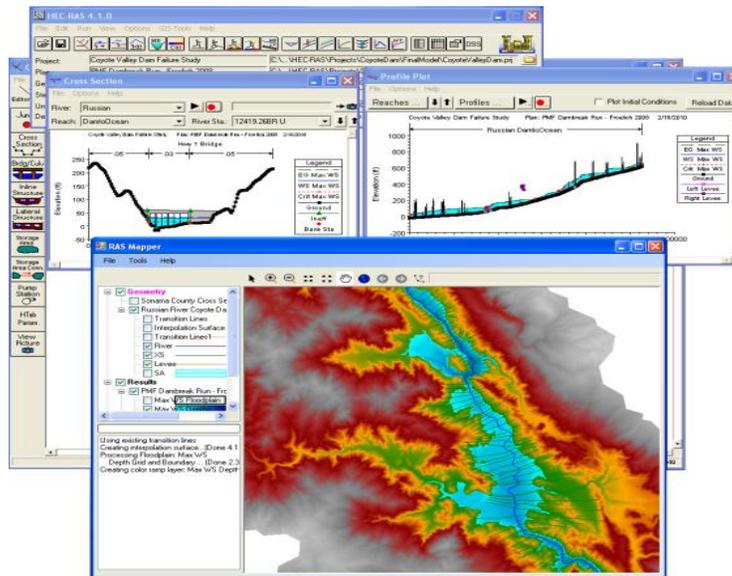
Con los caudales calculados sintéticamente y con el modelo digital de elevaciones generado con el levantamiento topobatimétrico de la zona, se estructuró un modelo hidráulico que permitió transitar para flujo permanente, condiciones de caudales extremos para identificar aquellas zonas vulnerables a inundaciones.

5.2.1.9 SOFTWARE HEC-RAS 4.0

La herramienta de análisis hidráulico empleado fue el software Hec Ras 4.10, El Hydrologic Engineering Centers River Analysis System (HEC - RAS) que es modelo de dominio público desarrollado del Centro de Ingeniería Hidrológica (Hydrologic Engineering Center) del cuerpo de ingenieros de la armada de los EE.UU. El modelo numérico incluido en este programa permite realizar análisis del flujo permanente unidimensional gradualmente variado en lámina libre.



Ilustración 5-8. Software computacional HEC-RAS 4.0



Un modelo unidimensional en energías permite el cálculo en dominios con escalas muy grandes, de modo que la simulación de kms de río se realiza con una velocidad de cálculo enorme (orden de segundos). Por tanto, la capacidad de repetición y corrección de un cálculo es muy alta.

El uso de la ecuación de la energía para el balance entre secciones, dada la incertidumbre existente en la estimación de las pérdidas de carga (resistencia al flujo), es un método bastante aproximado en problemas de gran escala (fluviales). La simplificación del flujo turbulento tridimensional a un flujo unidimensional es relativamente aceptable para grandes escalas (ríos y barrancos) con precisiones poco exigentes.

Gran libertad geométrica: Permite el análisis con secciones naturales no regulares (secciones fluviales: cauce principal y llanuras de inundación). Es una gran ventaja sobre otro tipo de modelos hidráulicos existentes (y mucho más rígidos).

Facilidad de creación, modificación y edición de geometrías (entorno visual muy cómodo y rápido) e introducción de datos de rugosidad y estructuras transversales (puentes, obras de paso, aliviaderos). Gran comodidad de visualización de resultados y edición de figuras.

Este modelo mundialmente utilizado en la práctica, simula la hidráulica del flujo para canales de cualquier tipo de sección transversal bajo flujo permanente o gradualmente variado, trabajando de acuerdo con la ecuación de Bernoulli:

$$Z_1 + Y_1 + (V_1^2/2g) = Z_2 + Y_2 + (V_2^2/2g) + h$$

En donde:



- Z: Nivel del fondo del canal aguas arriba (1) y abajo (2) del tramo, denominado este término cabeza de posición, en m.
- Y: Lámina de agua aguas arriba (1) y abajo (2) del tramo, denominado este término cabeza de presión, en m.
- $V^2/2g$: Cabeza de velocidad aguas arriba (1) y abajo del tramo (2), denominado este término cabeza de velocidad, en m.
- h: Pérdidas de energía en el tramo, dividiéndose en pérdidas por fricción y localizadas, en m.

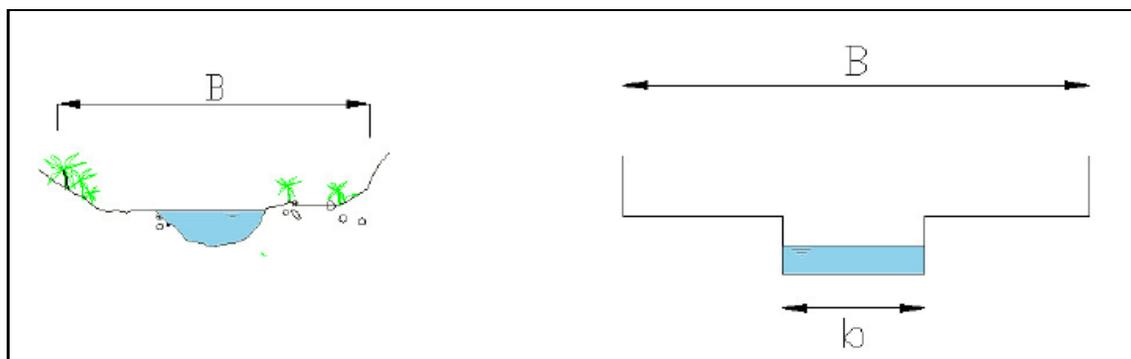
Se utiliza como la expresión más simple de un flujo de un fluido incompresible en nuestro caso el agua. Si se toma como referencia un tubo de flujo o volumen encerrado por las líneas de corriente en régimen permanente y debido a que no hay pérdida de masa o ganancia de la misma en el interior de este tubo se cumple que:

$$Q = v_1 A_1 = v_2 A_2 = \dots$$

Esta expresión sencilla es una ayuda significativa a la hora de analizar cualquier flujo, pues se cumple siempre. Intuitivamente la expresión lo que indica es que el volumen se conserva pues la densidad es independiente de la posición y del tiempo. En esta ecuación Q es el caudal, v la velocidad y A el área normal al flujo. Esta idea sencilla de flujo normal hay que tenerla en cuenta a la hora de desarrollar modelos numéricos de flujo en cauces.

La ecuación de continuidad se puede expresar para canal rectangular o su equivalente para un cauce de un río. En la Ilustración 5-9, se observa la representación de un cauce natural y un canal.

Ilustración 5-9. Cauce y canal con llanura de inundación y cauce de aguas altas

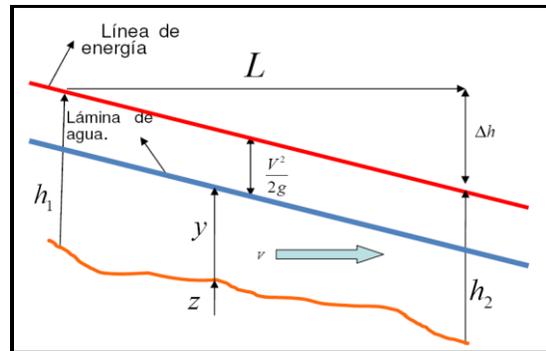




5.2.1.10 ECUACIÓN DE ENERGÍA

En la Ilustración 5-10 se observa el esquema de un tramo de canal y dos secciones separadas una distancia x , en las que se indican las tres magnitudes de energía que se deben equilibrar.

Ilustración 5-10. Balance de energía en un tramo de cauce.



El equilibrio energético se hace simplemente mediante la relación:

$$H_1 = H_2 + \Delta H$$

$$H = z + y + \frac{v^2}{2g}$$

En donde la energía total H se expresa mediante la suma de tres términos, el potencial, el de presión y el cinético.

La energía total siempre se relaciona con un nivel de referencia único para todas las secciones. Debido a que el valor de la energía potencial se debe medir desde el punto más bajo de la sección hasta el nivel de agua, y desde este último hasta la línea de energía se mide la altura de energía cinética del flujo y que esto es así para cualquier sección independientemente de su posición respecto de la cota de referencia; a esta suma se le suele denominar energía específica de esa sección. Esta energía se puede escribir de muchas formas entre otras como se plantea a continuación:

$$E = y + \frac{v^2}{2g}$$

$$E = y + \frac{Q^2}{2gA^2} \quad \rightarrow \quad \text{con} \quad v = \frac{Q}{A}$$

$$E = y + \frac{q^2}{2gy^2} \quad \rightarrow \quad \text{con} \quad q = \frac{Q}{B}$$

$$E = y + \frac{\bar{q}^2}{2g\bar{y}^2} \quad \rightarrow \quad \text{con} \quad \bar{q} = \frac{Q}{\bar{B}}$$



Todas son ecuaciones de la energía específica de una sección de flujo y todas se componen de dos términos: el potencial y el cinético. Desde el punto de vista ingenieril todos los términos se expresan en magnitudes de “longitud” y las unidades son los “metros”.

Ilustración 5-11. Modelo hidraulico Río Frio y el río Bogotá

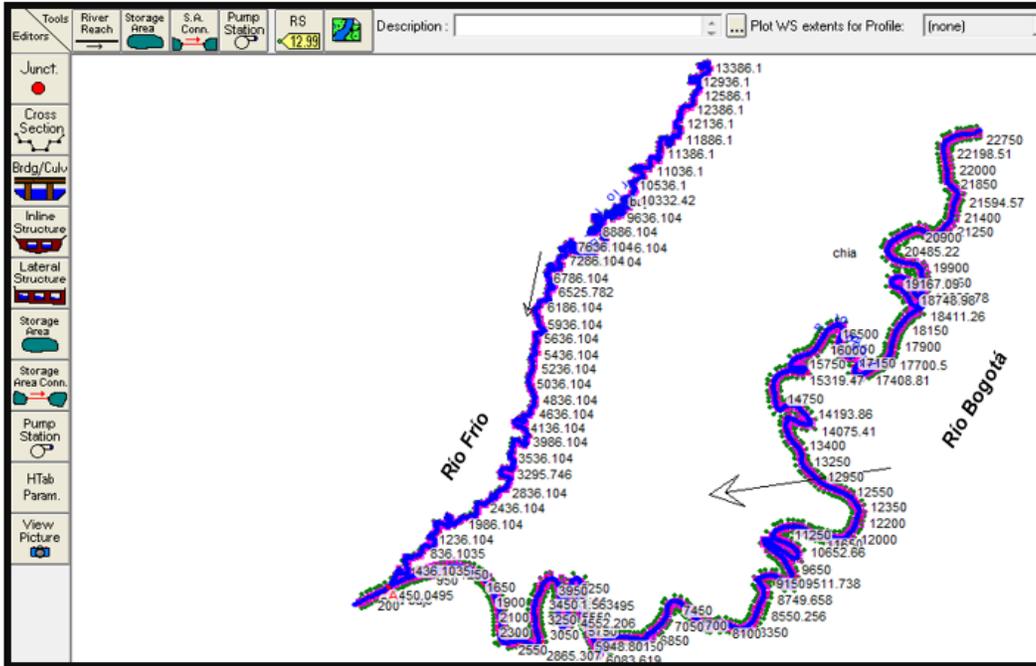
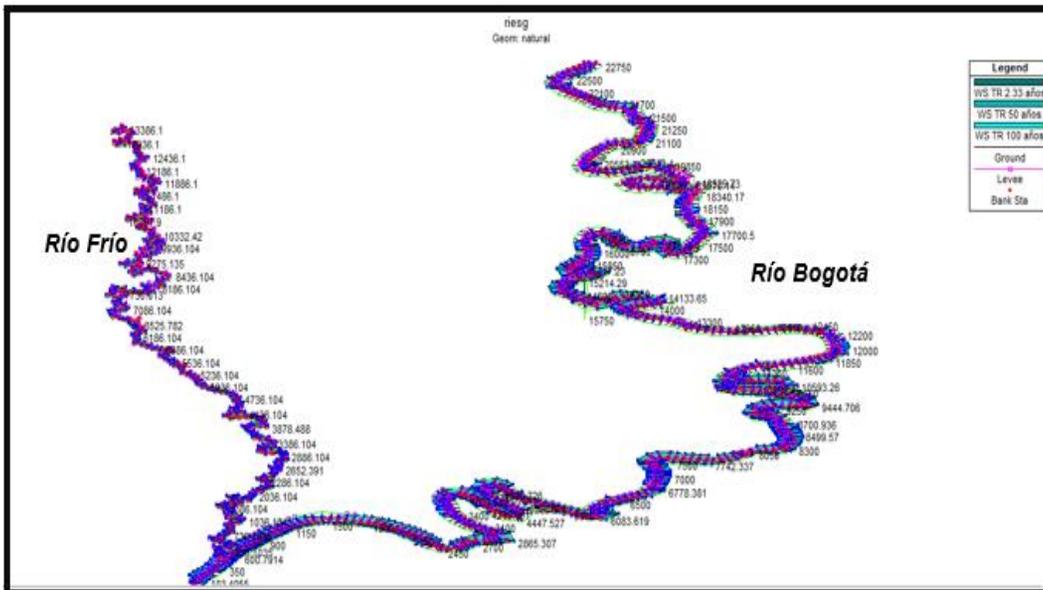


Ilustración 5-12. vista tridimensional implementada en HEC-RAS.





A continuación se presentan algunas secciones típicas de la parte baja del río Frío un kilómetro aguas arriba de la desembocadura con el Río Bogotá.

Ilustración 5-13. Seccion típica Río Frío

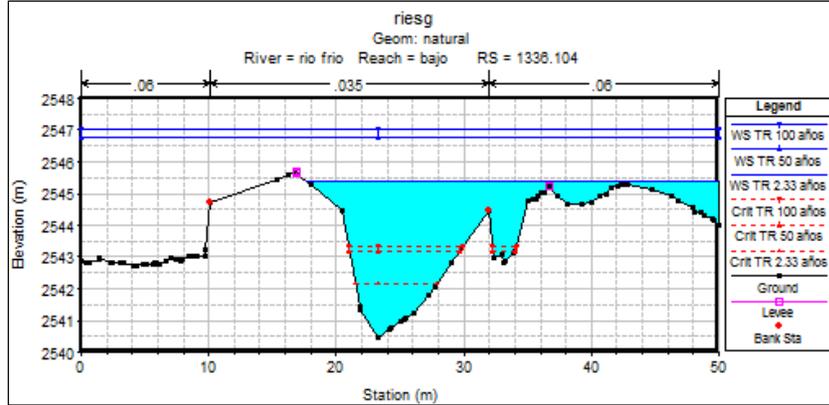


Ilustración 5-14. Seccion típica Río Frío.

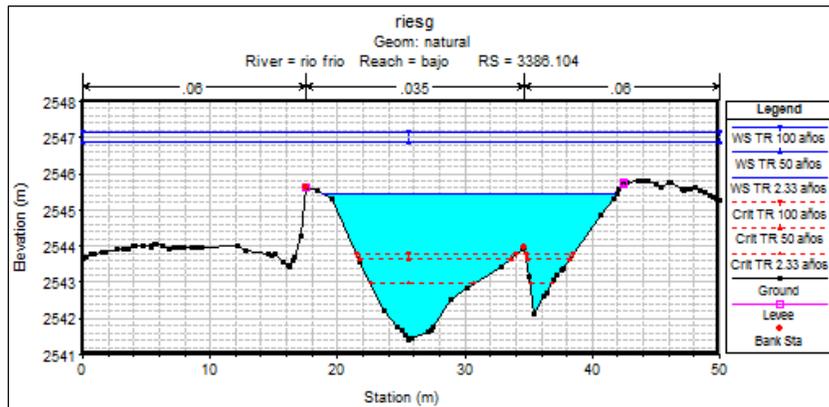


Ilustración 5-15. Seccion típica río Bogotá en el municipio de Chia.

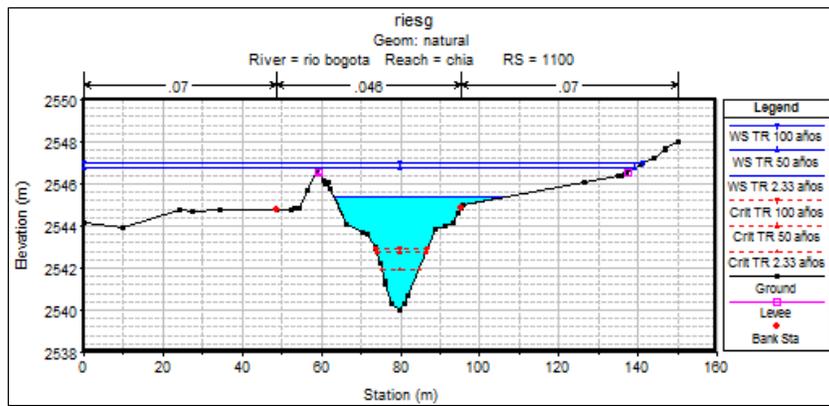




Ilustración 5-16. Seccion típica Río Bogotá en el municipio de Chia.

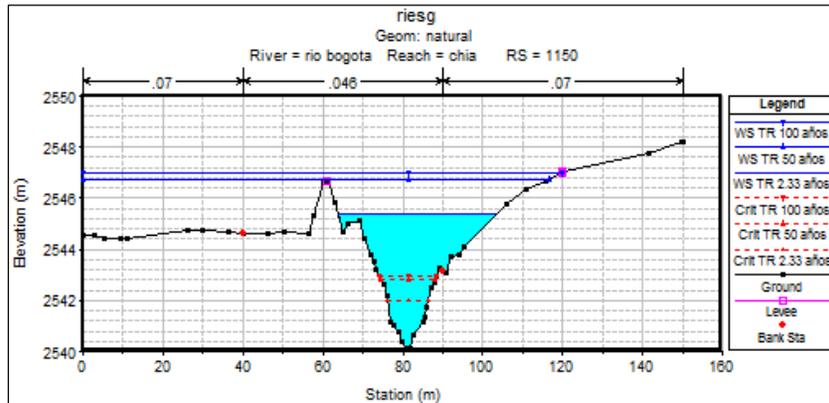


Ilustración 5-17. Seccion típica Río Bogotá en el municipio de Chia.

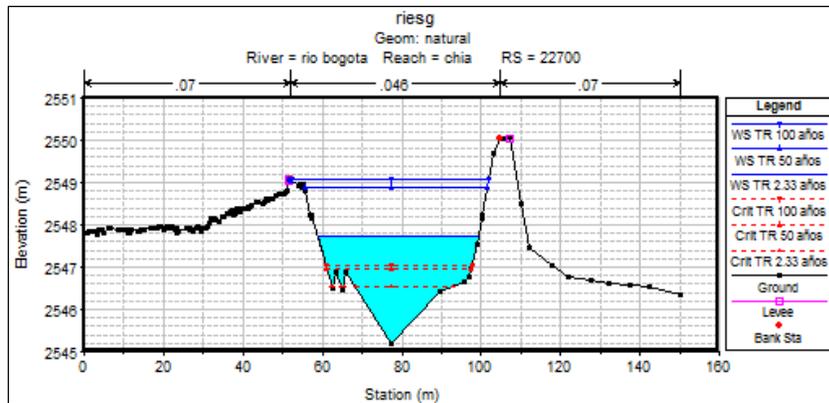
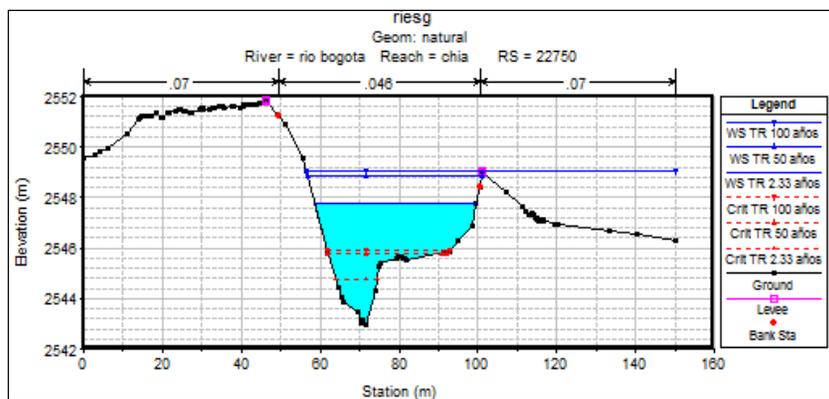


Ilustración 5-18. Seccion típica confluencia río Frío y Río Bogotá

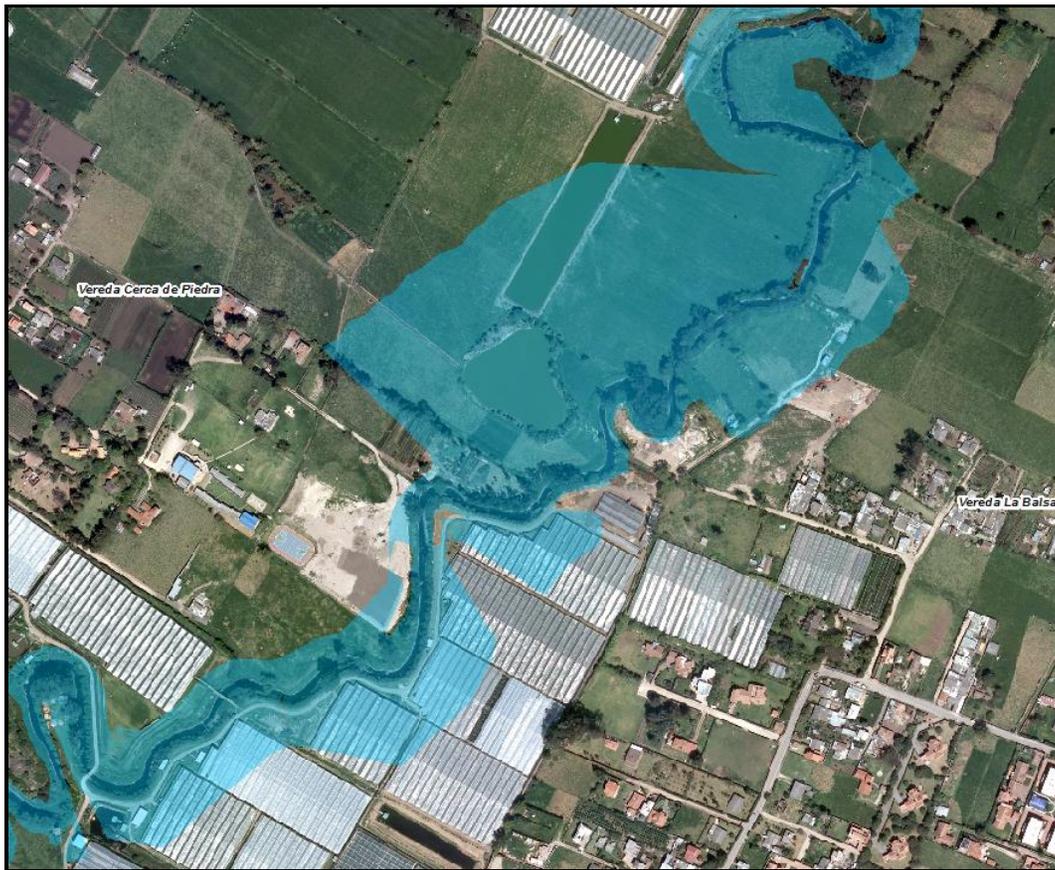


Como se observa en las figuras anteriores, el río Frío presenta algunos tramos con desbordamientos debido principalmente a la influencia que ejerce el río Bogotá sobre el mismos, estos desbordamientos se presentan para caudales con periodos de retorno entre 50 y 100 años luego estos escenarios se tipifican como condiciones de amenazas



medias y bajas de inundación; por otro lado los periodos de retorno de 2.33 se definen como las condiciones de flujo asociadas a crecidas normales que discurren por el cauce natural contenido en las bancas, estos niveles de flujo se consideran como amenaza alta de inundación debido a que las zonas por las que discurren estos caudales se encuentran frecuentemente ocupadas por agua luego cualquier actividad que se asiente sobre estos sitios estaría en riesgo permanente. Estos resultados fueron exportados al software ArcGis para efectos de evaluar las manchas de inundación.

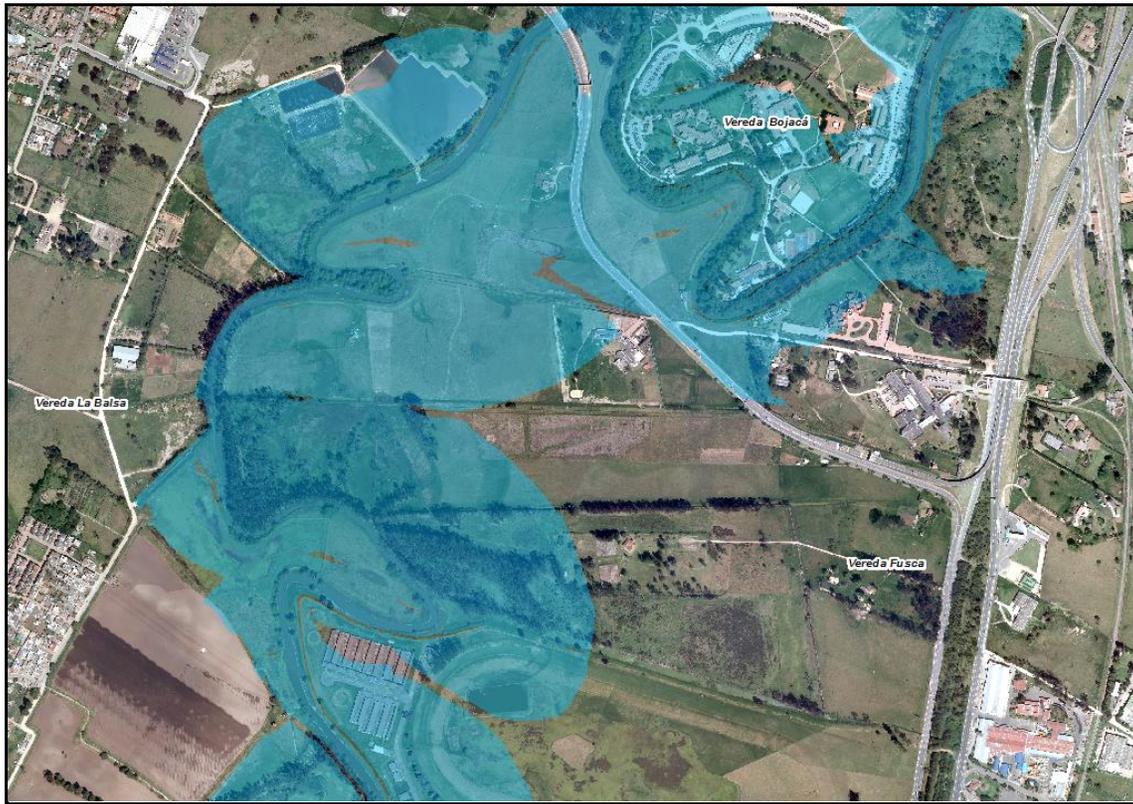
Ilustración 5-19. Mancha de inundación Rio Frío Tr 100 años veredas Cerca de Piedra y La Balsa.



En la Ilustración 5-19 se presentan zonas de inundación sobre el río Frío en las veredas Cerca de Piedra y La Balsa para periodos de retorno de 100 años o de baja amenaza, sin embargo es importante anotar que actualmente estos tramos de río se encuentran en proceso de intervención por parte de la Gobernación de Cundinamarca en convenio con la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR.



Ilustración 5-20. Mancha de inundación Río Bogotá.

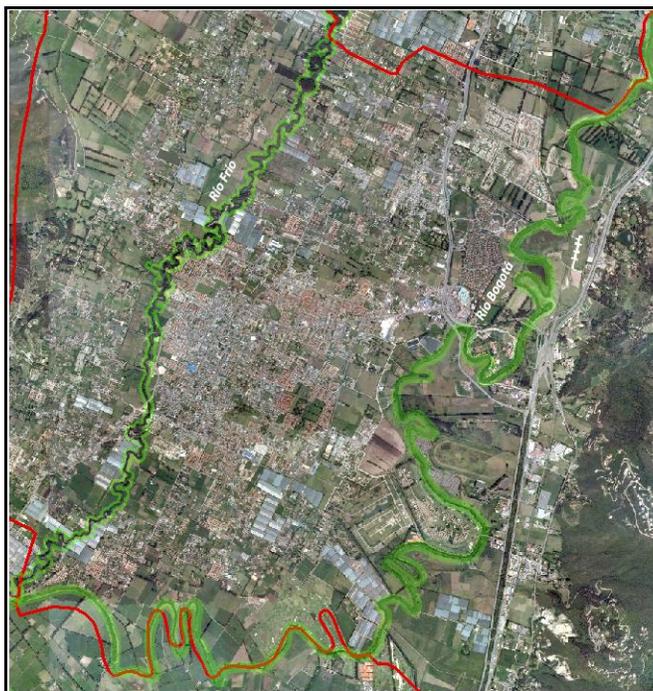


En la Ilustración 5-20 se presentan zonas de inundación sobre el río Bogotá en las veredas La Balsa, Bojacá, Yerbabuena y Fusca para periodos de retorno de 100 años o de baja amenaza, sin embargo es importante anotar que actualmente se encuentran terminados los diseños de adecuación hidráulica de la cuenca alta del río Bogotá por parte de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR; los cuales darán continuidad a las obras adelantadas en la cuenca media.

Por otro lado es importante precisar que actualmente se encuentran establecidas por parte de la autoridad ambiental las rondas de los ríos Bogotá y Frío (mediante los actos administrativos acuerdo 17 de 2009 y resolución CAR N° 2358 de 2014) por lo que es necesario que se tomen las medidas tendientes a preservar estos polígonos y aislarlos en lo posible de futuros desarrollos.

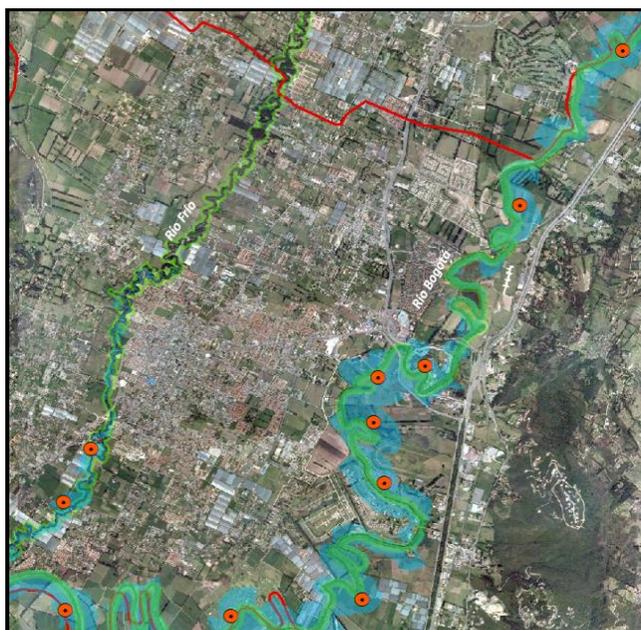


Ilustración 5-21. Ronda de protección de 30 metros



El presente estudio contempló puntos históricos donde se indicaron sucesos de inundaciones en las orillas del río Frío y Bogotá. A continuación se presentan los puntos y se hace un análisis con base en la información recopilada en campo y a los resultados de la modelación.

Ilustración 5-22. Puntos históricos donde se presentaron desbordamientos





Como se observa en la Ilustración 5-23, la mayoría de estos puntos están ubicados sobre las orillas del río, luego en el momento de transitar un caudal poco recurrente (50 o 100 años de retorno) obviamente serán cubiertos por la mancha de inundación.

Ilustración 5-23. Desbordamientos Río Frío.

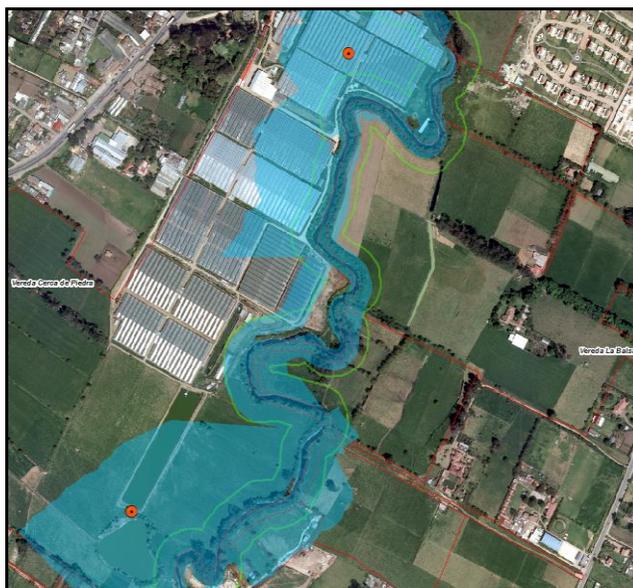


Ilustración 5-24. Desbordamientos río Bogotá

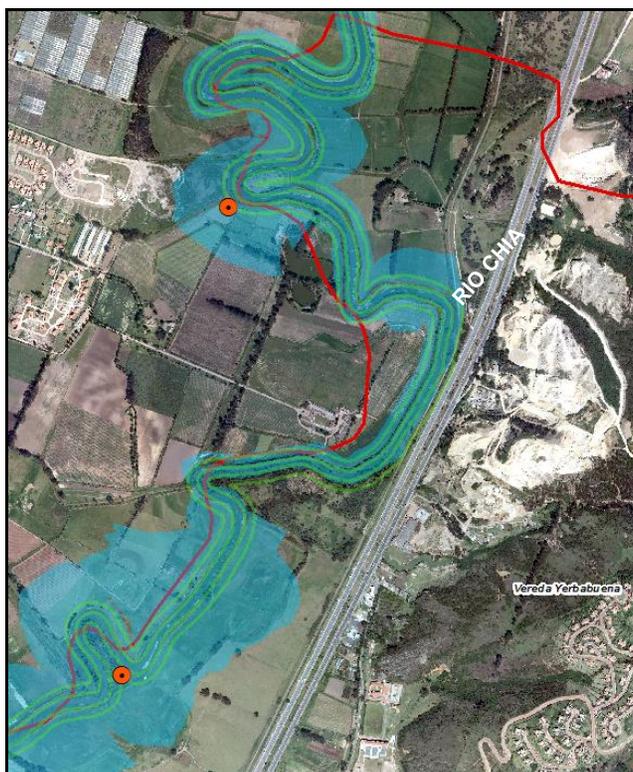




Ilustración 5-25. Zonas inundables río Bogotá, norte del municipio de Chia, vereda yerbabuena.

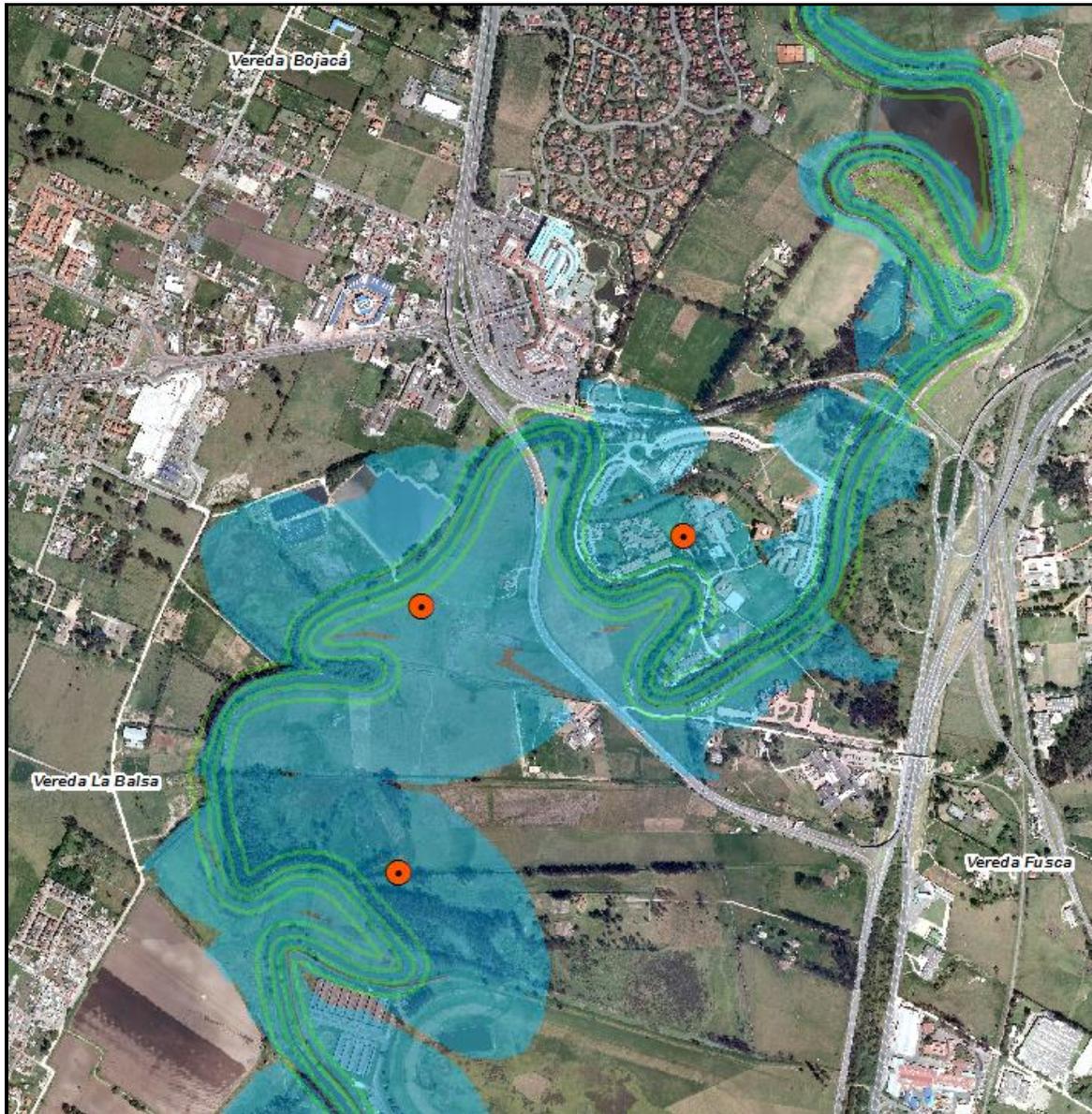
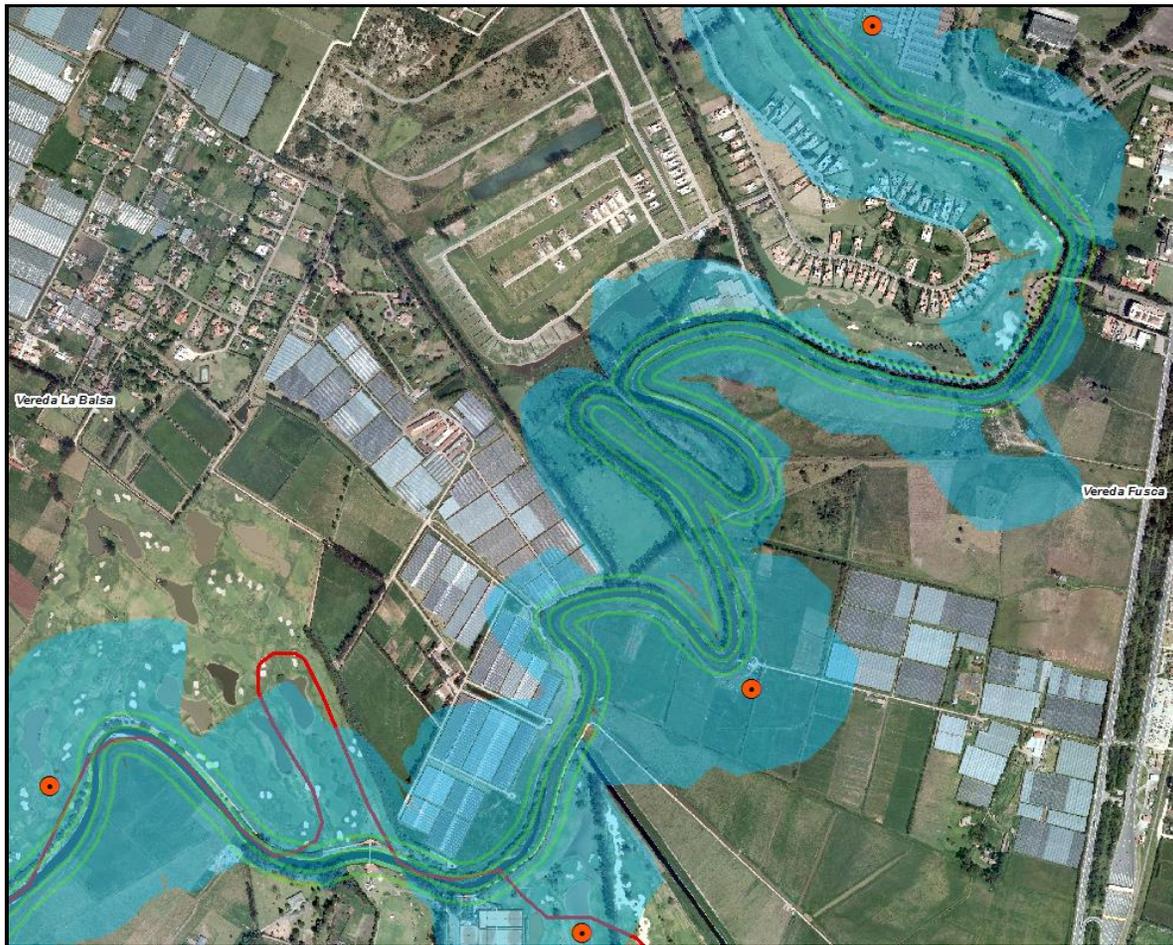




Ilustración 5-26. Zonas inundables río Bogotá, central del municipio de Chia, veredas Fusca y la Balsa.



Teniendo en cuenta lo anterior en el **anexo 3** del presente informa se presenta un tabla con los predios afectados a lo largo del cauce del Río Frío y del Río Bogotá.

5.2.2 Zonificación de amenaza por inundación

De acuerdo a la metodología presentada anteriormente, a continuación se presentan los mapas de zonificación de amenaza por inundación para la zona rural y urbana del municipio de Chia.



5.2.3 Metodología de amenazas por remoción en masa.

Los procesos de planificación territorial, en la gestión del riesgo y en el conocimiento por sí mismo del espacio y la geografía municipal, mediante el análisis de situaciones relacionadas con aspectos netamente físicos y asociados con el desarrollo de procesos de remoción en masa.

Para esto, se tiene en cuenta la tectónica local, la incidencia de los suelos en la estabilidad de vertientes, el uso del suelo como detonante de deslizamientos, los patrones del clima y sismo, así como los niveles de precipitación y los registros de procesos de remoción en masa de los últimos años, de igual forma las unidades geológicas y geomorfológicas, la pendiente y las coberturas del suelo. A su vez, otros factores como la composición del suelo valiéndose de subprocesos que se pueden resumir del análisis de la cartografía, estimación de los caudales para diferentes periodos de retorno y generación de escenarios de amenaza, también se evaluarán los materiales empleados en la construcción de las viviendas cercanas a las fuentes hídricas ya que estos representan una variable muy importante en la estimación de la condición de riesgo.

De esta manera se formula una política de gestión de riesgo transversal en los instrumentos de planificación territorial, la cual contribuye intrínsecamente a dicha mejoría, pues, supone una respuesta efectiva e integral encaminada a la construcción de territorios seguros, esto basado en el decreto No. 1807 del 19 de Septiembre de 2014 y en otras normativas que se mencionaran mas adelante.

Por lo tanto se realiza una evaluación técnica mediante el uso de metodologías para los diferentes factores asociados al riesgo y así establecer la delimitación y zonificación de las áreas de amenaza, delimitación y zonificación de las áreas con condición de amenaza en las que se requiere adelantar estudios detallados y la delimitación y zonificación de las áreas con condición de riesgo en las que se requiere adelantar estudios detallados y así, poder determinar las medidas de intervención orientadas a establecer las restricciones y condicionamientos mediante la determinación de normas urbanísticas.

5.2.3.1 ESTUDIO BÁSICO DE DELIMITACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA ESC 1:25000

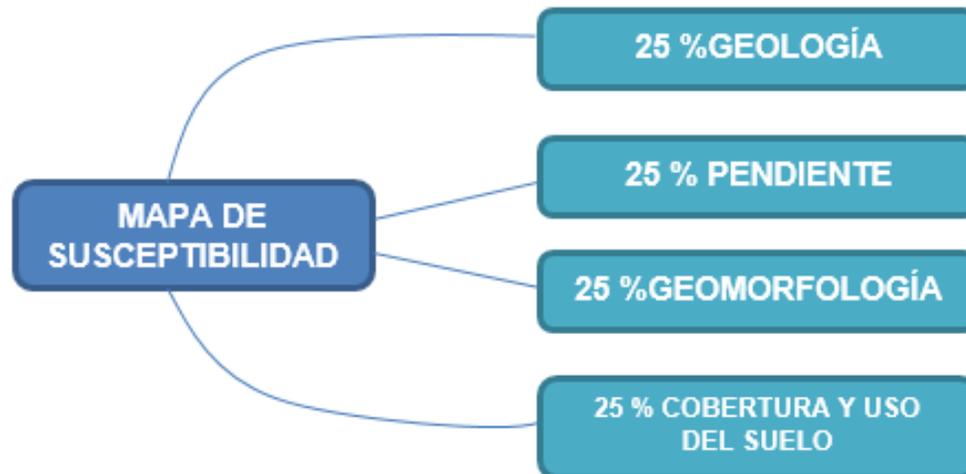
La evaluación de la amenaza parte de la susceptibilidad que evalúa la distribución de movimientos en masa en ladera y procesos de vertientes generadores de desequilibrio morfogenético, tomando en consideración el enfoque geomorfológico, cuyo objetivo es determinar la variación espacial de la inestabilidad de las laderas y su representación cartográfica mediante el mapa de susceptibilidad geomorfológica.

La evaluación de la susceptibilidad se fundamenta en el análisis y espacialización de factores ambientales que inciden en la estabilidad de las vertientes, la relación entre



estos factores que evaluados por separado y luego se integran para obtener una visión general del área. La Ilustración 5-27, muestra a partir de un mapa mental la distribución de pesos de cada una de las variables analizadas para obtener el mapa final.

Ilustración 5-27. Mentefacto del recorrido metodológico para calcular el mapa de susceptibilidad, de acuerdo a la metodología del SGC.



5.2.3.1.1 Geología

La geología como factor condicionante de muchas de las amenazas naturales, cumple un papel determinante en los procesos de predicción de PRM, por tanto, el siguiente análisis intenta hacer énfasis en determinar las zonas con mayor probabilidad de ocurrencia de movimientos en masa teniendo en cuenta la distribución espacial de las unidades geológicas superficiales y su comportamiento geomecánico.

La evaluación de la susceptibilidad se fundamenta en el método heurístico, en combinación con el enfoque analítico, en la que se elabora un mapa temático de unidades geológicas superficiales, las cuales se evalúan separadamente y posteriormente se integran para generar una evaluación multicriterio donde se clasifica el terreno en dominios de diferentes grados de susceptibilidad de acuerdo al análisis espacial hecho mediante un SIG.

- Formación Guaduas Kpgu

La Formación Guaduas aflora en fajas irregularmente distribuidas en la Sabana de Bogotá, desde el norte en los municipios de Lenguaque, Suesca y Cogua, hasta el sur en los municipios de Silvania y Cabrera (IGAC, 2000), y en la zona de estudio aflora en el sinclinal de Teusacá, puntualmente en la zona de Tibitó y la Vereda Yerbabuena del municipio de Chía; hacia el sur y el occidente aflora en zonas de montaña de los



municipio de Facatativá y Soacha. Se compone en general de arcillolitas laminares de color gris claro, con intercalaciones de limolitas y areniscas de grano fino, además de la presencia de algunos lentes de carbón (IGAC, 2000).

- Grupo Guadalupe (Ksg)

Este grupo, presenta características similares a las del Grupo Guadalupe, Renzoni (1962), conformado por varios segmentos, constituidos por areniscas de cuarzo finas a muy finas, en capas muy gruesas, con algunos niveles de liditas. El Segmento 2 está constituido por limolitas silíceas y liditas que parten en cubos, en capas delgadas a medias, plano paralelas, con intercalaciones esporádicas de capas de lodolitas y gran cantidad de foraminíferos. El Segmento 3 consta de una secuencia monótona de areniscas de cuarzo, finas y muy finas, grises oscuras y claras, en capas muy gruesas convergentes, el Segmento 4, consta de 20 m de lodolitas, liditas y limolitas negras, fuertemente compactadas, con partición en cubos y en capas delgadas. El Segmento 5 está conformado por areniscas de cuarzo, finas a medias, en capas muy gruesas convergentes, con moldes de bivalvos y amonitas.

Los segmentos más característicos en el municipio de Chía son:

- Ksglt: Formación Labor y Tierna. Arenita de grano fino a medio en capas gruesas.
- Ksgpl: Formación Plaeners: Limolita silícea y chert, en capas delgadas a medias, con intercalaciones de lodolita y arenita fina de cuarzo.
- Ksgd: Formación Arenisca Dura: Arenita de cuarzo de grano fino, en capas delgadas a muy gruesas, con intercalaciones de limolitas silíceas gruesas.

- Formación Chía

La componen sedimentos aluviales de grano fino que se encuentran a lo largo de la red fluvial que cruza la Sabana de Bogotá. Aparece por debajo de las llanuras de inundación de estos ríos. En las zonas en donde los ríos Tunjuelito, Subachoque, Frío y Siecha se internan en la cuenca del río Bogotá, esta formación siempre está suprayaciendo a la Formación Río Tunjuelito y también está por encima de la Formación Sabana. Se compone principalmente de arcillas; en algunas partes hay presencia de limos y en áreas fangosas se observan arcillas diatomíticas. Tiene un espesor máximo de 5 m. Estos depósitos conforman terrazas fluviales por erosión con superficie plana, de pendiente suave y talladas por la acción de los ríos (Helmens y Van der Hammen, 1995).

El área tipo de esta formación se encuentra en la llanura de inundación del río Bogotá en el municipio de Chía; está compuesta por varios metros de arcillas moteadas de colores gris y naranja. En las regiones más áridas de la Sabana de Bogotá se encuentra en esta formación secuencias de limos de relativo espesor, atribuidas a fenómenos erosivos en



las pendientes adyacentes, que hicieron que, en los últimos miles de años, se incrementara la deposición de limos.

Las arcillas de la Formación Chía son de edad Holocénica. Es suprayacente a las Formaciones Río Tunjuelito y Sabana (Montoya y Reyes, 2005).

- Depósitos Cuaternarios

Depósitos Aluviales (Qal)

Edad: Holoceno

Son aquellos depósitos que se localizan a lo largo de los drenajes del área de estudio, principalmente en las márgenes de los ríos y quebradas. Se destacan por su dimensión, siendo de gran extensión, de morfología plana, constituidos por acumulaciones de materiales heterogéneos y carentes de estratificación. Se caracterizan por presentar material no consolidado, arenoso y limoso con escasas barras de gravas; con presencia de cantos subredondeados de diferentes tamaños en una matriz arcillosa.

Depósitos Coluviales (Qc)

Edad: Holoceno

Se presentan dispersos en el área de estudio, cubriendo superficies pequeñas y grandes; están expuestos en áreas de mayor pendiente y su composición y coloración varían de acuerdo a la de la unidad de donde provienen. Están constituidos por acumulaciones de materiales de composición heterogénea y de tamaño variable, predominantemente bloques de forma angulosa.

- Geología estructural

Estructuras Sinclinales

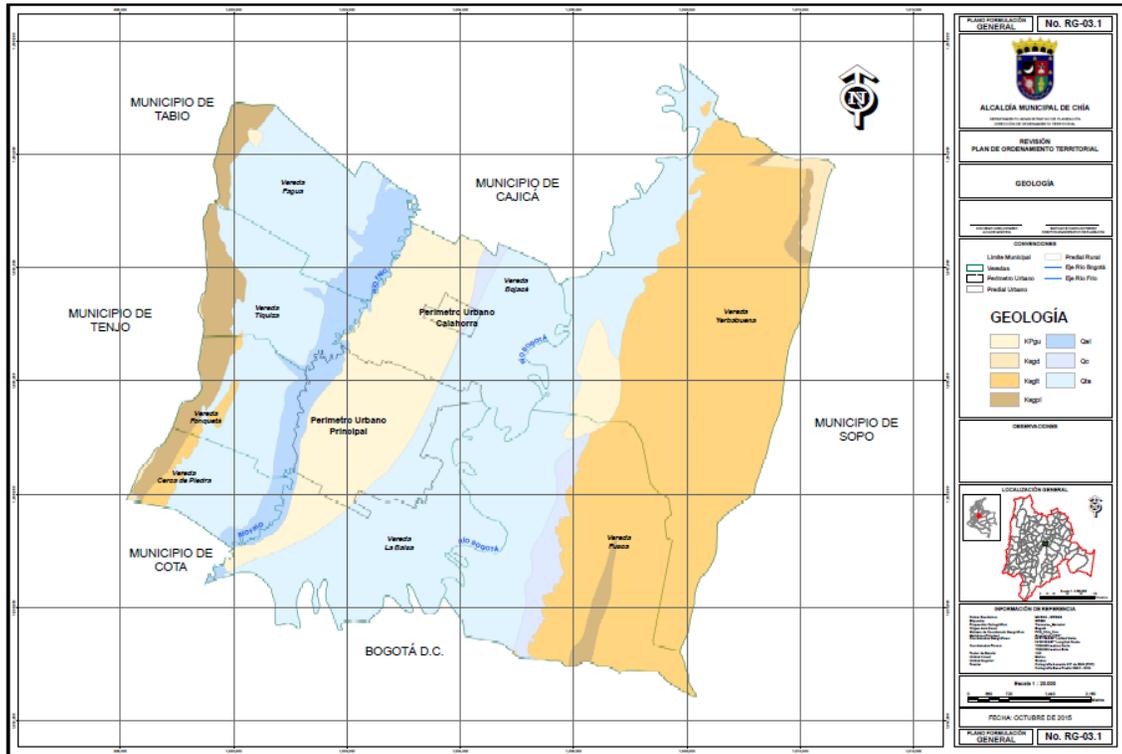
- Sinclinal de Checua

Esta estructura está localizada entre las localidades de Zipaquirá y Lenguaque, aunque realizando un análisis regional se puede extender hacia los municipios de Cajicá y Chía. Es una estructura asimétrica con el flanco oriental más inclinado y en algunos sectores invertido por efecto de la falla de Cucunubá, y hacia el sur está cubierto con depósitos cuaternarios, sin influencia de lineamientos de fallas importantes. El núcleo de este sinclinal está conformado por rocas de la Formación Bogotá y en los flancos afloran rocas de las formaciones Cacho y Guaduas.

Geológicamente la región se encuentra representada por unidades sedimentarias del Cretácico y Paleógeno Mapa 5-3.



Mapa 5-3. Mapa Geológico.



5.2.3.1.2 Geomorfología

En este capítulo se presenta la calificación de las geoformas a los procesos de remoción de acuerdo a la cartografía geomorfológica 1:25.000 propuestas principalmente por el SGC con algunas unidades definidas en la metodología IDEAM.

Este componente incluye las variables de morfometría, morfogénesis y morfodinámica, con las cuales se calificará las unidades geomorfológicas. Ver Mapa 5-4

La geomorfología del Municipio de Chía, está caracterizada por diferentes ambientes dentro de los cuales se destacan el denudacional, fluvial, estructural y el pos glaciar que moldean el paisaje del altiplano de la sabana de Bogotá y que se describe a continuación:

Ambiente Denudacional

La disección de los paisajes por los procesos exógenos se manifiesta en procesos erosivos hídricos y gravitatorios o una combinación de los dos. Bajo condiciones climáticas secas, las formas erosivas relacionadas con disección y pérdida del suelo generan procesos de erosión en forma laminar, surcos y cárcavas, es decir terrenos eriales. En cambio, condiciones húmedas favorecen la meteorización del subsuelo y los movimientos gravitatorios con sus deslizamientos y flujos de suelos y escombros.



Indudablemente, los dos procesos interactúan para producir un sinnúmero de combinaciones. Aun así, los procesos erosivos hídricos y de remoción en masa, constituyen los dos subambientes dominantes del Ambiente Denudacional.

Para el municipio de Chía, se clasificaron en ambiente Denudacional, las siguientes Geoformas:

- **Escarpe Rocosos:** Plano vertical a subvertical de longitud corta a moderada de pendientes inclinadas a escarpadas y localmente escalonadas. La geoforma se establece por la disposición horizontal definida por la intercalación de unidades duras y blandas. Su origen se relaciona a procesos de erosión diferencial y a la disección de los cauces.
- **Depósitos Coluviales:** Estructura en forma alomada baja. Su origen es relacionado a procesos de transporte y depositación de materiales sobre las laderas y por efecto de procesos hidrogravitacionales en suelos saturados y no saturados. Su depósito está constituido por bloques y fragmentos heterométricos de rocas preexistentes, embebidos en una matriz arcillosa a areno limo arcillosa.
- **Depósitos Coluvio – Aluviales en Pendientes Fuertes:** Estructura en forma de montículo, con laderas convexas de longitudes cortas a largas y pendientes que varían entre inclinadas a abruptas. Su depósito tienen rasgos característicos como albardones o diques longitudinales, canales en forma de U, trenes de bloques rocosos y sectores con bloques individuales de gran dimensión. Su origen es relacionado al transporte Aluvio torrencial de sedimentos clastosoportados.

Ambiente Fluvial

Este ambiente está dominado por la acción de las corrientes de agua y el transporte de sedimentos sobre la superficie terrestre. Los ríos se encargan de transportar sus carga líquida y sólida a lo largo del sistema fluvial generado procesos erosivos y de acumulación en función de su pendiente, caudal y carga de sedimentos. Estos procesos conllevan a la formación de las geoformas características del sistema fluvial, principalmente los Abanicos de piedemonte, las Vegas aluviales de divagación, los Albardones (o dique aluvial), las Llanuras aluviales de inundación, las Terrazas aluviales, los Conos torrenciales, y las Ciénagas fluviales. Para los anteriores geoformas, la composición de los sedimentos varía significativamente, aspectos que pueden analizarse para la reconstrucción de los ambientes de acumulación.

Para el municipio de Chía, se presentan las siguientes unidades Geomorfológicas fluviales:

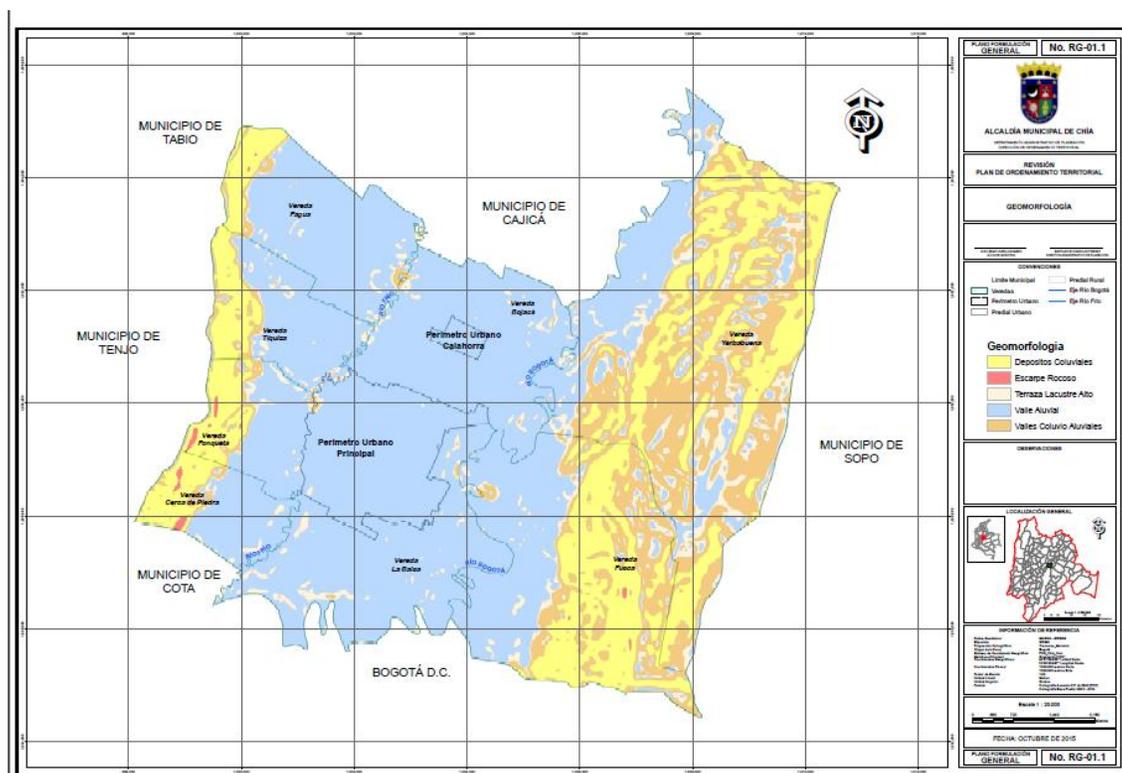
- **Valle Aluvial:** Superficie de morfología plana, baja a ondulada, eventualmente inundable. Se localiza bordeando los cauces fluviales, donde es limitado localmente por escarpes de terraza. Incluye los planos fluviales menores en



formas de “U” o “V”, al igual que a los conos coluviales menores de los flancos de los valles intramontanos.

- Valle Coluvio – Aluviales: Superficie en forma casi plana, con una inclinación en planta de 5° - 10° y decenas de metros de extensión. Se localiza en el punto donde los movimientos de detritos, canales o quebradas llegan a zonas de valles amplios. Su depósito está constituido por arena, arcillas y grava.
- Terraza Lacustre Alta: Superficie plana a suavemente inclinada, remanente de terrazas sub-recientes de morfología ondulada, disectadas, localmente basculadas, con inclinaciones entre 3° a 5°, aunque algunos sectores pueden alcanzar los 10° donde se presenta limitada por escarpes de 5 a 20 m. Su origen es relacionado a la ampliación del valle de un río, al ganar importancia la erosión en sus márgenes. La superficie de la anterior llanura aluvial queda adosada a las márgenes del valle en forma de escalón o resalte topográfico que define la terraza. Pueden estar cubiertas por suelos arcillosos fluviales. Su depósito está constituido por arenas, arcillas e intercalaciones locales de grava fina.

Mapa 5-4. Unidades geomorfológicas generadas por fotointerpretación.





5.2.3.1.3 Pendientes

La morfometría en geomorfología proporciona la parametrización de los procesos que toman lugar en la formación del relieve. Es decir, la morfometría analiza los valores geométricos de las formas del relieve. Las aplicaciones de la morfometría presentan un espectro alto, van desde la caracterización de cuencas hasta la evaluación de la inestabilidad de laderas.

La pendiente del terreno es una de las variables más usadas en la mayoría de las zonificaciones morfométricas orientadas a susceptibilidad a procesos de remoción en masa. De acuerdo con (Santacana, 2001), con la evolución de los SIG se ha logrado incluir con mayor frecuencia y facilidad aspectos relacionados con la topografía y geometría de la ladera, tales como: elevación, orientación, convexidad, rugosidad (diferencia entre pendiente media y pendiente), índice topográfico (área de un terreno dividido por la longitud del contorno de la misma).

La base para la evaluación de los valores geométricos de la forma del relieve son derivados de la topografía o de los modelo de elevación del terreno.

Para el municipio chía los atributos de pendiente, generan una clasificación para construir la variable de morfometría, para este municipio el rango de susceptibilidad varía entre baja a alta, siendo el rango medio el de mayor influencia en el territorio.

La pendiente es un factor fundamental dentro del proceso de ordenación del territorio, ya que contribuye a la planificación de los usos más adecuados del suelo. A partir del grado de pendiente se establece una relación directa en la proporción y cantidad de la escorrentía, susceptibilidad a la erosión y la aptitud del suelo para el establecimiento de mecanismos de labranza. Tabla 5-12.

Tabla 5-12. Susceptibilidad de la pendiente

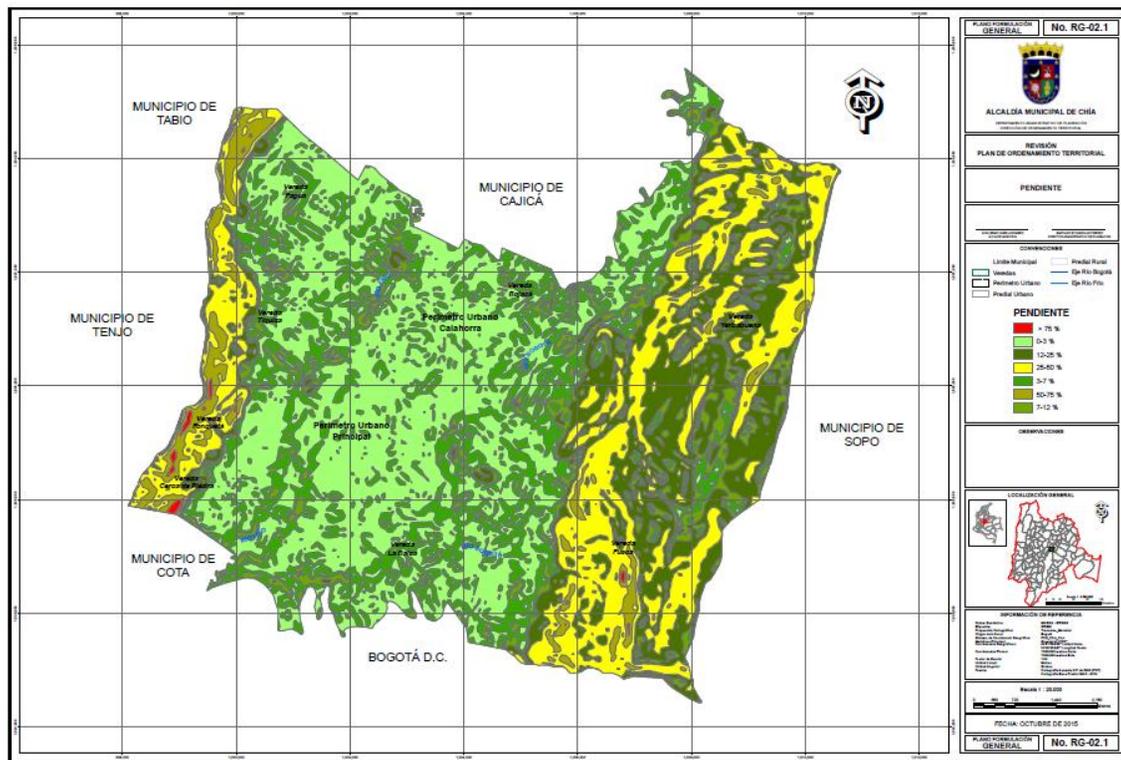
Calificación	Descripción	Susceptibilidad
1	Plana a suavemente inclinada	Baja
2	Inclinada	Baja
3	Muy inclinada	Media
4	Abrupta	Alta
5	Escarpada	Alta

Fuente: Tomado de SGC (INGEOMINAS) 2011.

Las zonas más propensas a movimientos en masa están relacionadas a los sectores donde se presentan las pendientes abruptas y escarpadas, debido a que son los lugares más susceptibles a este tipo de proceso, debido al gran ángulo que presentan las pendientes que van de 25° a 75° y superior, lo que genera un aumento en la posibilidad de desprendimiento de rocas, inestabilidad del terreno y reptación de suelos. Mapa 5-5



Mapa 5-5. Calificación de la variable pendiente.



5.2.3.1.4 Cobertura y uso del suelo

De acuerdo con el diagnóstico del POT, el uso actual y cobertura del suelo rural son el conjunto de características que se observan físicamente en la superficie terrestre e incluyen principalmente la vegetación, los cuerpos de agua y las construcciones. A partir de las imágenes Ortofotomosaico del municipio de Chía, se realizó el análisis de cobertura y uso actual del suelo.

Zonificación Ambiental Actual

En el contexto del rápido desarrollo urbanístico y crecimiento poblacional asociado en el municipio, desde el punto de vista ambiental, se pueden definir las clasificaciones que se proponen en el mapa a continuación.

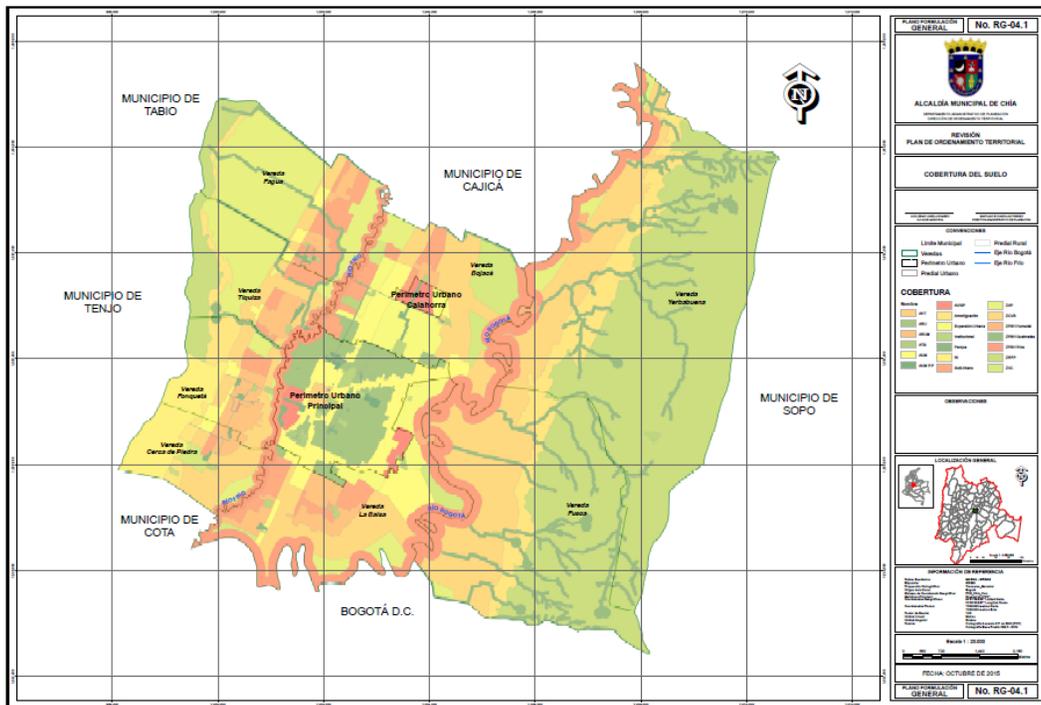
Es necesario aclarar que lo ambiental se refiere a los espacios en que la relación de la naturaleza con el ser humano se hacen interdependientes; de esta manera el siguiente cuadro explica cuáles de los elementos de la EEM están incluidos en la zonificación ambiental actual y que también serán los elementos componentes de la zonificación ambiental final propuesta para la revisión del POT. Tabla 5-13



Tabla 5-13. Cobertura y uso del suelo

Propuesta de Zonificación	Elementos de la EEM incluidos en la zonificación
Zona de reserva forestal protectora productora	Bosque nativo
	Bosque plantado
	Pastos
	Tejido urbano discontinuo
Zona de Agroecosistemas	Pastos
	Cultivos confinados
	Mosaico de cultivos
Zona de Amortiguación	Tejido urbano discontinuo
	Bosque nativo
	Cuerpos de Agua
Zona de Protección del Sistema Hídrico	Ríos
	Quebradas
	Cuerpos de Agua
Corredor Biológico Limítrofe	Bosque nativo
	Bosque plantado
	Pastos
	Cultivos confinados
	Tejido urbano discontinuo

Mapa 5-6. Calificación de la variable cobertura y uso del suelo.





5.2.3.1.5 Zonificación de la susceptibilidad por procesos de remoción en masa

Una vez definidos los criterios de cruce, espacializados y ponderados, se determina la variación espacial de la inestabilidad de las laderas, de acuerdo a la metodología, se ha considerado incluir la geomorfología, la geología, pendiente y cobertura, esta relación define los valores de la susceptibilidad. La ecuación para determinar la susceptibilidad es la siguiente:

$$\text{Susceptibilidad Final} = 0.25 * \text{geomorfología} + 0.25 * \text{Geología} + 0.25 * \text{Pendiente} + 0.25 * \text{Cobertura y uso del suelo}$$

En el mapa de susceptibilidad de remoción en masa del municipio, se reconocen áreas con susceptibilidades que varían entre baja a alta. Se muestran áreas con una clara tendencia más susceptible.

La mayor susceptibilidad se relaciona con el sustrato geológico conformado por rocas Cuaternarias conformadas Depósitos de terra alta y materiales de la formación Planeers Geomorfológicamente hay desarrollo de depósitos coluviales y escarpes rocosos, desarrollados por la dinámica de vertientes tan característica de esta parte de la cordillera, que inciden directamente en la calificación final, y la presencia de suelos poco evolucionados. Ilustración 5-28

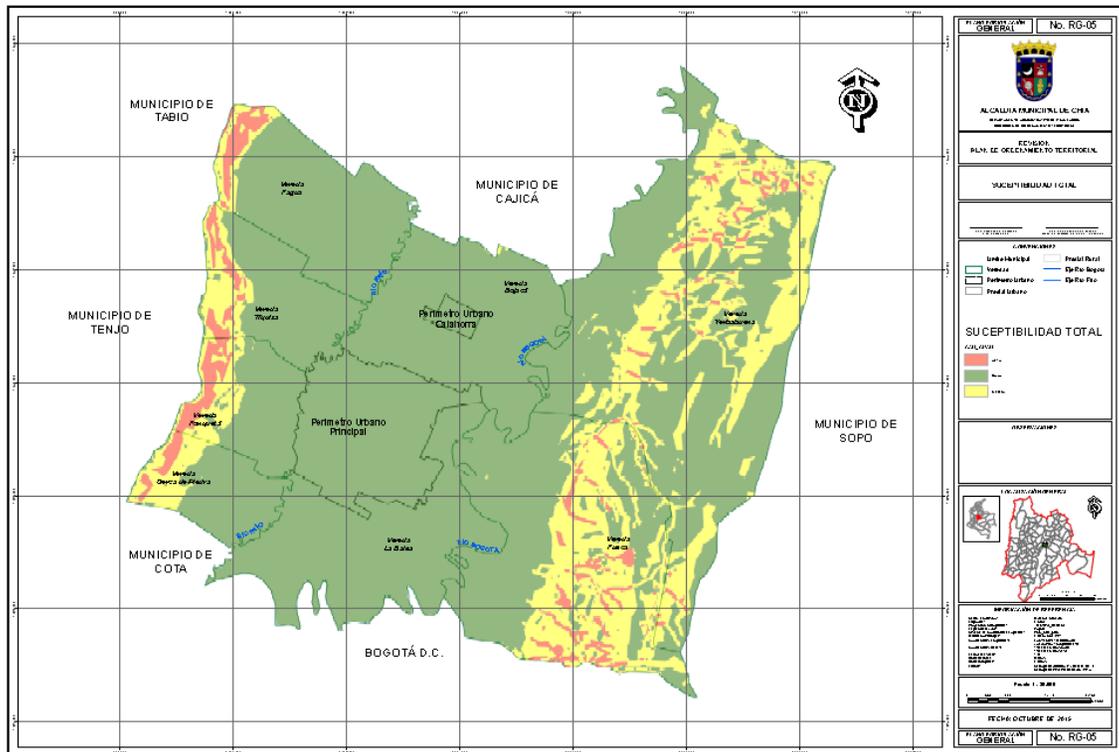
Ilustración 5-28. Mapas de susceptibilidad para cada variable por procesos de remoción en masa.





El Mapa 5-7 muestra el total para la susceptibilidad a procesos de remoción en masa.

Mapa 5-7. Mapa de susceptibilidad a procesos de remoción en masa.



Para la caracterización de la zonificación de susceptibilidad se definieron los siguientes rangos de clasificación: baja, media, alta.

Susceptibilidad Baja

Zonas de laderas con pendientes inclinadas presentes en unidades geomorfológicas, de origen fluvial, con geformas estables que varían entre valle aluvial y terraza lacustre alto; litológicamente compuesto por rocas Cretácicas de la Formación Arenisca Dura, que tiene Arenita de cuarzo de grano fino, en capas delgadas a muy gruesas, con intercalaciones de limolitas silíceas gruesas.; rastros y arbustales que en gran medida condicionan la posibilidad de ocurrencia de procesos de movimientos en masa rotacionales como traslacionales y esporádicamente la presencia de procesos erosivos como surcos y cárcavas.

Susceptibilidad Media

Corresponde a zonas con laderas moderadamente inclinadas a abruptas, en unidades geomorfológicas de origen fluvial, con geformas de valles coluvio-aluviales, laderas onduladas, conos y lóbulos coluviales, estas geformas son generadas en rocas de



regular resistencia y la generación de potentes horizontes de suelos residuales, los cuales condicionan la ocurrencia de movimientos en masa tipo rotacional, traslacional y algunas caídas de rocas; baja presencia de movimientos en masa, en estas laderas se observan procesos erosivos de tipo surcos, cárcavas y en general patas de ganado en las áreas utilizadas en la explotación ganadera y áreas de laderas con inestabilidad generada por procesos erosivos de baja intensidad.

Susceptibilidad Alta

Zonas con laderas muy abruptas a escarpadas, en unidades geomorfológicas principalmente de origen Denudacional con depósitos coluviales y escarpes rocosos, estas rocas son datadas en edades Cuaternarias correspondientes a depósitos coluviales y aluviales; la densidad de procesos es bajo en estas áreas y son zonas propicias para la generación de proceso tipo flujo, caídas de suelos y de rocas; en estas áreas es probable encontrar procesos erosivos tales como cárcavas, y erosión causada por el mal uso de la tierra causadas por la sobrecarga de la producción ganadera en estas laderas.

5.2.3.1.6 Factores detonantes por procesos de remoción en masa

Detonante clima

Generalmente los movimientos en masa están asociados a las lluvias. A pesar que han sido numerosos los estudios a nivel mundial que se han realizado tratando de asociar los deslizamientos con diferentes tipos de lluvia, no existe una única metodología aplicada a la evaluación de distribuciones de lluvia como detonantes de fallas en taludes y no se ha usado un único conjunto de medidas de lluvia, razones que conllevan a que los valores obtenidos no sean siempre comparables, aún para una misma región, Guzetti et al. (2007).

Para este análisis de amenaza por movimientos en masa se toman los detonantes lluvia y sismo, los cuales se espacializaron a nivel regional, y se procedió a caracterizar cada uno de ellos.

Teniendo en cuenta la variable climática, el mapa de factor climático por lluvia se calificó de acuerdo con lo establecido en por el Ingeominas 2012. Teniendo en cuenta la variable precipitación diaria en mm. Mapa 5-8



Mapa 5-8. Mapa detonante clima.



Detonante por sismo

Los taludes se encuentran en estados desde muy estables a marginalmente estables. Cuando un sismo ocurre induce un movimiento del terreno a menudo suficiente para causar fallas a taludes que están marginalmente a moderadamente estables antes del sismo. Los daños resultantes pueden ser desde insignificantes a catastróficos dependiendo de la geometría y de las características físicas del talud. Para el presente trabajo, la variable sismo se calculó a partir de los datos de PGA (en gales), rasterizados y categorizados según la Tabla 5-14, permitiendo de esta forma calificar de menor a mayor grado de contribución del sismo a la amenaza por movimientos en masa (Mapa 5-9).

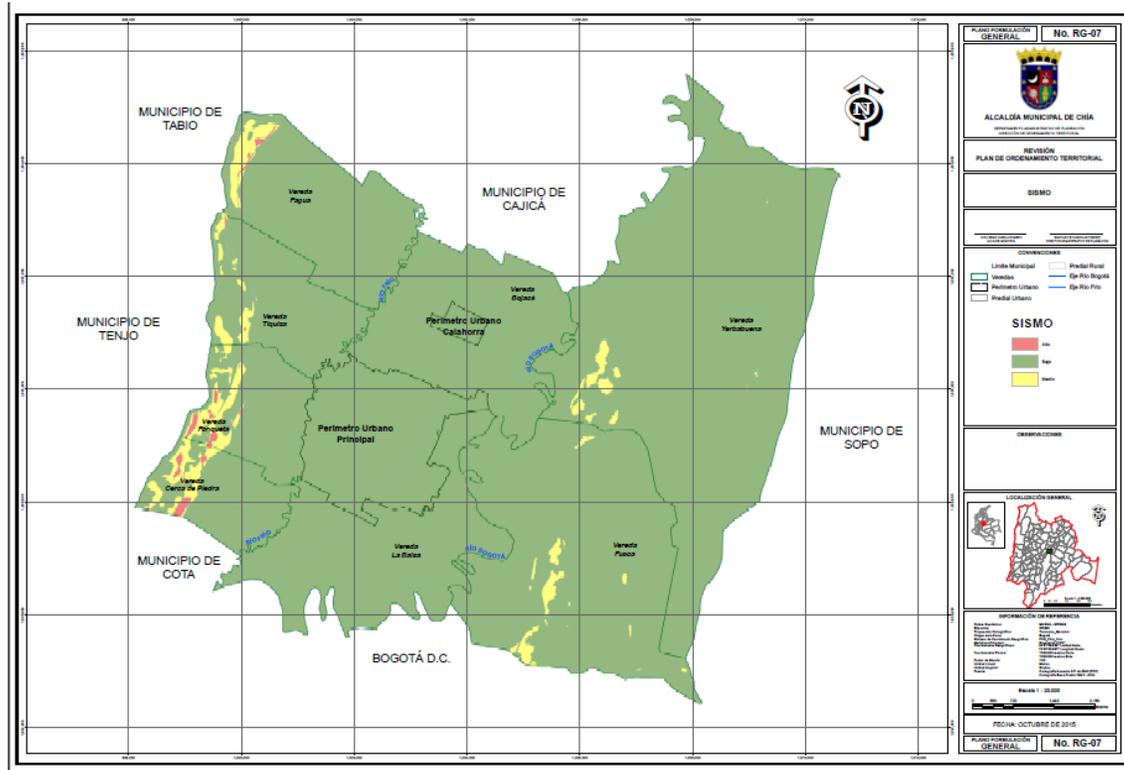
Tabla 5-14. Calificación de los valores de PGA de menor a mayor grado de contribución.

Valores de PGA (cm/s ²)	Calificación	Susceptibilidad
< 100	1	Muy Baja
100-150	2	Baja
150-200	3	Media
200-300	4	Alta
> 300	5	Muy Alta

Fuente: INGEOMINAS 2009



Mapa 5-9. Mapa de calificación variable Detonante Sismo.

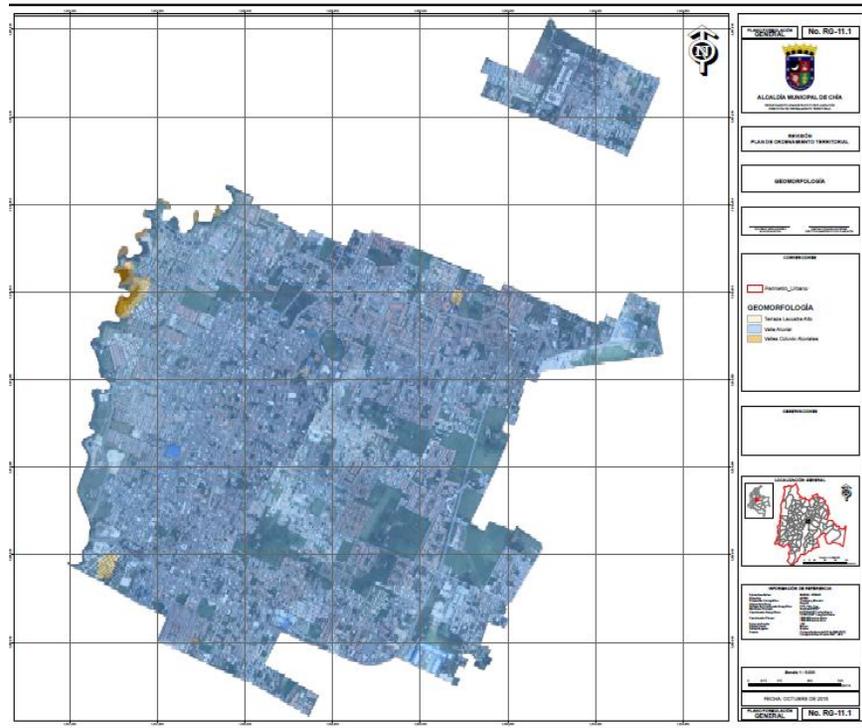


5.2.3.2 ESTUDIO BÁSICO DE DELIMITACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA ESC 1:2000

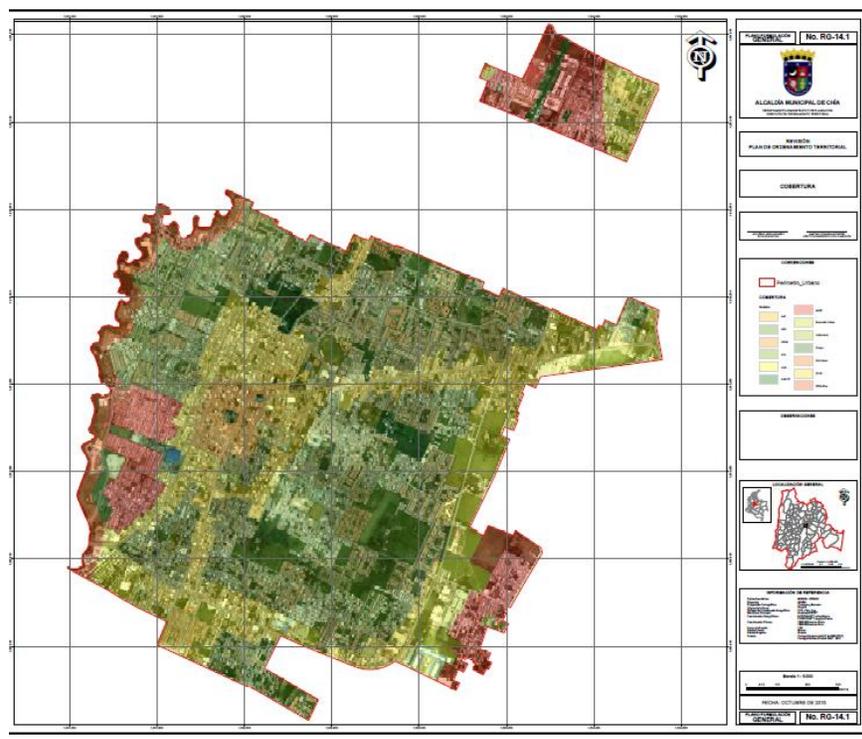
La amenaza por movimientos en masa de una ladera, entendida como un evento natural, humano o combinado, potencialmente destructivo de vidas, bienes, economía y/o cultura de una comunidad (INGEOMINAS, 2006), involucra en su evaluación, el conocimiento claro del tipo de movimiento en masa amenazante activo o potencial, así como estimativos de su magnitud, recurrencia y localización geográficas. Sin embargo la alta complejidad dada por el sinnúmero de factores que intervienen en su desarrollo, requiere una gran cantidad de información de aspectos como: topografía, cobertura y usos del suelo, geología (geología para ingeniería, estratigrafía, geología estructural) geomorfología, clima, hidrología, hidráulica, hidrogeología (niveles piezométricos y su variación en el tiempo), parámetros geomecánicos de materiales e intensidad y probabilidad de ocurrencia de factores detonantes tales como lluvias y sismos, todos y cada uno de acuerdo a la metodología de evaluación planteada. A continuación se presentan los mapas de geología, geomorfología y cobertura a escala urbana. Mapa 5-10, Mapa 5-11 y Mapa 5-12 respectivamente.



Mapa 5-11. Mapa de Unidades geomorfológicas superficiales escala urbana.



Mapa 5-12. Mapa de uso y cobertura escala urbana.





En el área urbana del Municipio de Chía no se tienen antecedentes de procesos de remoción en masa y durante el trabajo de campo, no se observaron cicatrices de eventos antiguos, ni procesos de inestabilidad aparente. Teniendo en cuenta las consideraciones establecidas por el numeral 1 del artículo 8 del Decreto 1807 (2014), el análisis de amenazas por remoción en masa será desarrollado para las áreas con relieve escarpado, montañoso y ondulado con pendiente superior a 5° eso equivale aproximadamente a pendientes con 10% o más.

El área urbana del municipio de Chía tiene un relieve plano con pendientes inferiores a los 5°, por lo cual no se desarrolla el análisis de esta amenaza en el presente estudio. Se presentan a continuación el mapa de pendientes para el área urbana, para evidenciar lo anteriormente descrito, sin embargo en la zona de pendiente superior se hizo un análisis similar al implementado en la metodología zona rural esc 1:25000. Mapa **5-13**

Mapa 5-13. Mapa de pendientes zona urbana





5.2.4 Zonificación de la amenaza por procesos de remoción en masa

El análisis de la amenaza por procesos de remoción en masa, fundamenta su estructura en la consolidación de aquellas variables que intervienen en la identificación de las zonas con oscilaciones morfogenéticas y la localización de los movimientos en masa en ladera sobre el área en evaluación. En consecuencia dicha consolidación se ve reflejada en la zonificación de la susceptibilidad del terreno a los eventos de remoción, por lo tanto la susceptibilidad se establece como la base estructural del análisis de amenaza, correlacionando el comportamiento que tendrá a partir de su exposición a dos escenarios detonantes. En tal sentido, se define la variable detonante clima como primer escenario de amenaza y detonante sismo como segundo escenario de injerencia.

En el escenario evaluativo contemplado por detonante climático, es preciso subrayar, que el factor extrínseco que interviene como medio potenciador de las probabilidades de ocurrencia, se relaciona ampliamente con la variación de los niveles de precipitación, por lo tanto se han estimado niveles máximos de precipitación en 24 horas, con periodos de retorno u ocurrencia de 50 años.

La exposición de la susceptibilidad a este primer escenario arroja como resultado la amenaza por detonante clima, cuyo cálculo corresponde a la adición de las dos variables que se relacionan en la siguiente ecuación:

$$A_c = S + F_c$$

Donde:

A_c = Amenaza por detonante clima.

S = Susceptibilidad del terreno a los movimientos en masa

F_c = Factor clima calificado

En el escenario evaluativo contemplado por detonante sismo, es decir el escenario con la capacidad de influir sobre los esfuerzos cortantes de las unidades de deslizamiento mediante actividad sísmica.

La exposición de la susceptibilidad a este segundo escenario arroja como resultado la amenaza por detonante sismo, cuyo cálculo corresponde a la adición de las dos variables que se relacionan en la siguiente ecuación:

$$A_s = S + F_s$$

Donde:

A_s = Amenaza por detonante sismo.

S = Susceptibilidad del terreno a los movimientos en masa

F_s = Factor sismo calificado y clasificado



El cálculo de la amenaza total se obtiene mediante la suma de la amenaza por lluvia y la amenaza por sismo, así:

$$AT = Ac + As$$

Donde:

AT = Amenaza Total.

Ac = Amenaza por detonante clima clasificado

As = Amenaza por detonante sismo clasificado

La clasificación del mapa de amenaza total se calcula con la siguientes categorías de amenaza Baja, Media, Alta, adaptada de INGEOMINAS (2009).

Escenario de amenaza relativa

De acuerdo con la metodología establecida, los mapas de amenaza relativa son el resultado de la suma del mapa de susceptibilidad y el mapa de cada factor detonante. A su vez, la amenaza relativa total por procesos de remoción en masa se obtuvo mediante la suma de los mapas de amenaza detonados por factores climáticos y detonados por el factor de sismo. Ver Mapa 5-14.

Mapa 5-14. Mapa de amenaza total relativa por procesos de remoción en masa.

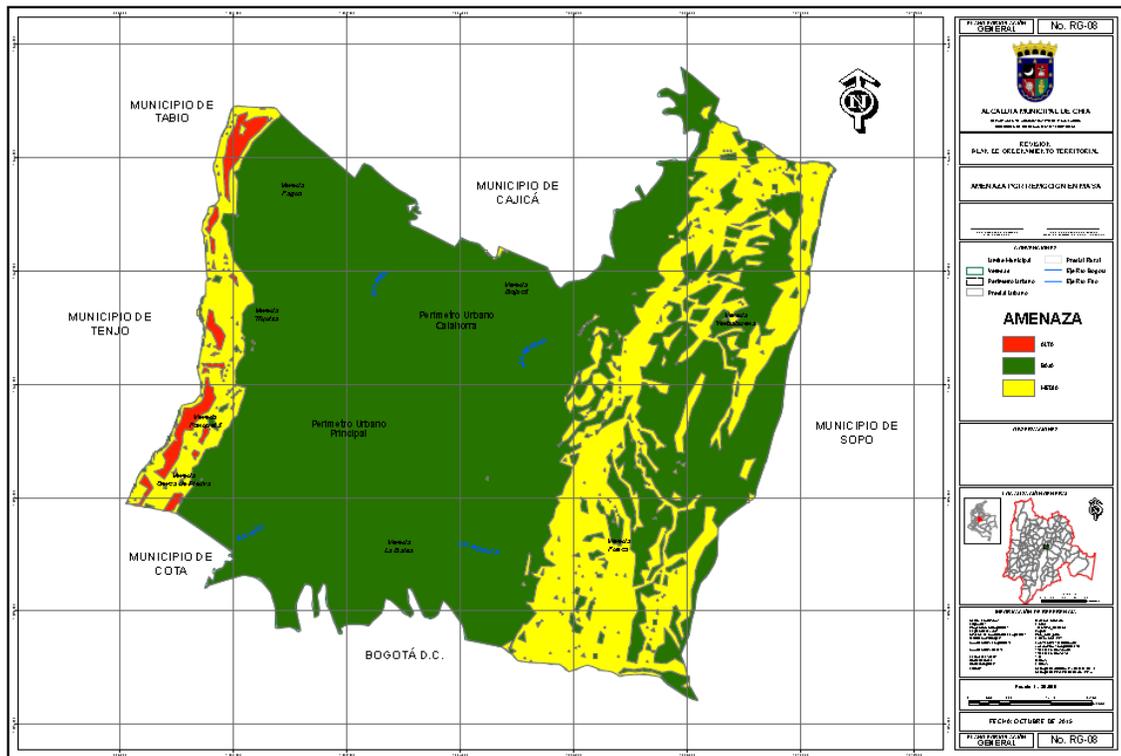
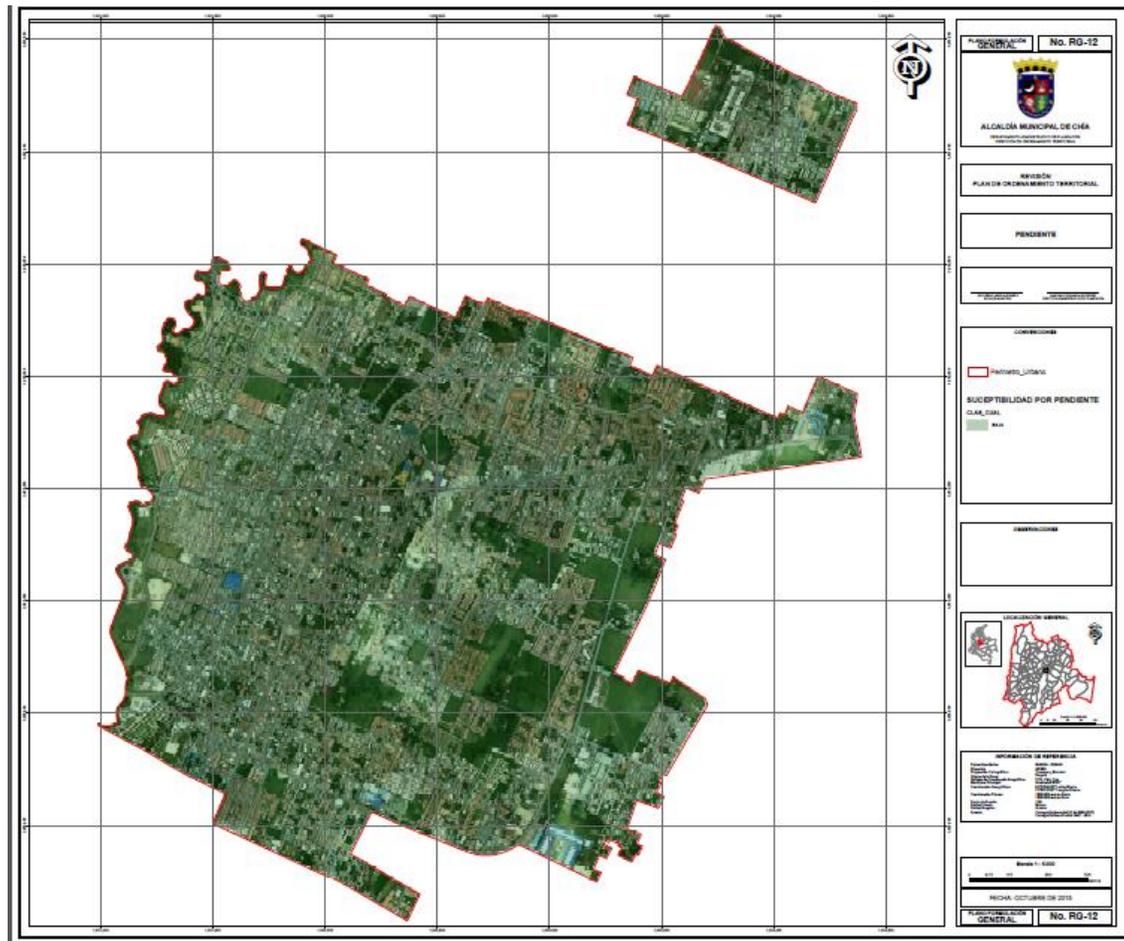




Figura 15. Mapa de amenaza total relativa por procesos de remoción en masa para escala urbana.



5.2.5 Metodología de amenazas por avenidas torrenciales.

Las avenidas o flujos torrenciales muchas veces denominadas crecientes, avalanchas, crecidas, borrasca o torrentes, son una amenaza muy común en cuencas de alta montaña y debido a sus características pueden causar gran des daños en infraestructura y pérdida de vidas humanas.

Estos fenómenos se originan comúnmente en ríos de montaña o en ríos cuyas cuencas presentan fuertes vertientes por efecto de fenómenos hidrometeorológicos intensos cuando en un evento de lluvias se superan valores de precipitación pico en pocas horas. Esto genera la saturación de los materiales de las laderas facilitando el desprendimiento del suelo, produciéndose de esta manera numerosos desgarres superficiales y deslizamientos cuyo material cae al cauce y es transportado inmediatamente aguas abajo o queda inicialmente represado y luego, una vez que se rompe el represamiento, es transportado violentamente de forma repentina (Urrea, 1996, Rendón, 1997; OSSO – La Red, 2003; Castro, 2007). En otros casos puede que no halla desgarres en las



vertientes originados por la lluvia, simplemente el material que ya se encontraba en el cauce con mucha anterioridad es arrastrado aguas abajo por la creciente.

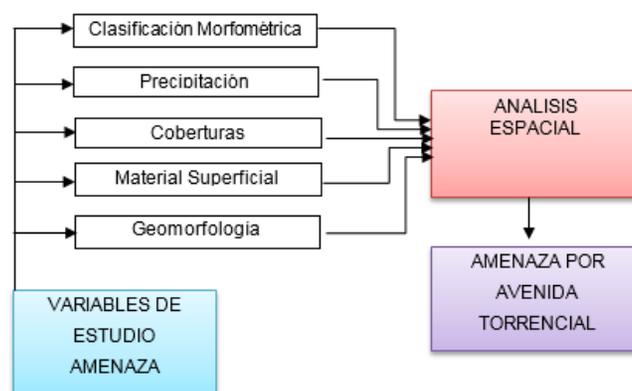
El estudio de la amenaza por avenida torrencial, toma como muestra de análisis de la cuenca de la quebrada Honda tributaria del río Bogotá la cual es la única cuenca hidrográfica relevante dentro del municipio de Chia, a la altura de la vereda Bojacá, dichas subcuencas comprenden la vereda yerbabuena y la ya mencionada vereda Bojacá. La cuenca quebrada honda tiene un área aproximada de 9.2 km².

Una cuenca susceptible ante una avenida torrencial tiene varias características:

- Cuenca jóvenes y pequeñas menores a 200 Km².
- Cuenca en regiones montañosas y escarpadas.
- Alta pendiente del canal central y de la pendiente media de la cuenca.
- Gran capacidad de socavación e incisión del cauce.
- Abundante material detrítico a ser arrastrado.
- Capacidad de transporte de material heterométrico.
- Cuenca con valles o cañones estrechos en V.
- Gran Variabilidad del caudal máximo y mínimo en la cuenca.
- Geoforma alargada de la cuenca.
- Variaciones extremas en los valores pico de precipitación.
- Alta susceptibilidad ante procesos de remoción en masa.

Con base a estas características es claro que múltiples factores concurren para la calificación de torrencialidad de una cuenca, principalmente en este análisis confluyen dos características. La primera relacionada con los parámetros morfométricos propios de una cuenca y la segunda con los factores geológicos y geomorfológicos regionales, cabe anotar también que los factores climáticos, como lluvias intensas en un tiempo corto, juegan como agentes desencadenantes de estos fenómenos. En la Ilustración 5-29 se muestran las variables utilizadas y con las que se cuenta para el estudio de la amenaza por torrencialidad.

Ilustración 5-29. Variables de amenaza de torrencialidad.





El mapa de Clasificación Morfométrica, lo componen tres factores que definen algunas de las características de forma de una cuenca torrencial, ya que factores como la tasa de cambio en el caudal, no se pudieron establecer con el SIG utilizado, ya que los datos de precipitación encontrados muestran los valores pico para región, pero no los mínimos.

En la Tabla 5-15 se muestra los factores utilizados y la ponderación establecida.

Tabla 5-15. Ponderación de factores de la clasificación morfométrica.

COEFICIENTE DE COMPACIDAD KC	25%
DENSIDAD DE DRENAJE DD	25%
PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA PM	50%
CLASIFICACIÓN MORFOMÉTRICA	100%

El Coeficiente de Compacidad KC, es una relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de una circunferencia con la misma superficie de la cuenca. Una cuenca tiende a ser alargada si el índice de compacidad es mayor a 1.5, mientras que su forma es redonda, en la medida que el índice tiende a 1. Este factor es un referente para establecer la dinámica esperada de la escorrentía superficial en una cuenca, teniendo en cuenta que aquellas cuencas con formas alargadas, tienden a presentar un flujo de agua más veloz, a comparación de las cuencas redondeadas, logrando una evacuación de la cuenca más rápida, mayor desarrollo de energía cinética en el arrastre de sedimentos hacia el nivel de base.

Para la subcuenca estudiada se obtuvo un índice de compacidad del orden de 1.8 es decir una cuenca rectangular con bajo grado de inundación.

La Densidad de Drenaje DD, se refiere a la cantidad de drenajes expresada en términos de longitud, en la superficie de una cuenca en unidades de área. Principalmente se utiliza para determinar la disponibilidad hídrica de la cuenca en cada uno de sus sectores, asumiendo directa proporcionalidad entre la densidad, la disponibilidad de agua y la energía de arrastre en un área determinada.

Para la subcuenca estudiada se estimó que la densidad de drenaje de aproximadamente 1.09 y por tanto este se calificó como Muy Bajo.



Ilustración 5-30. Cuenca Quebrada Honda.

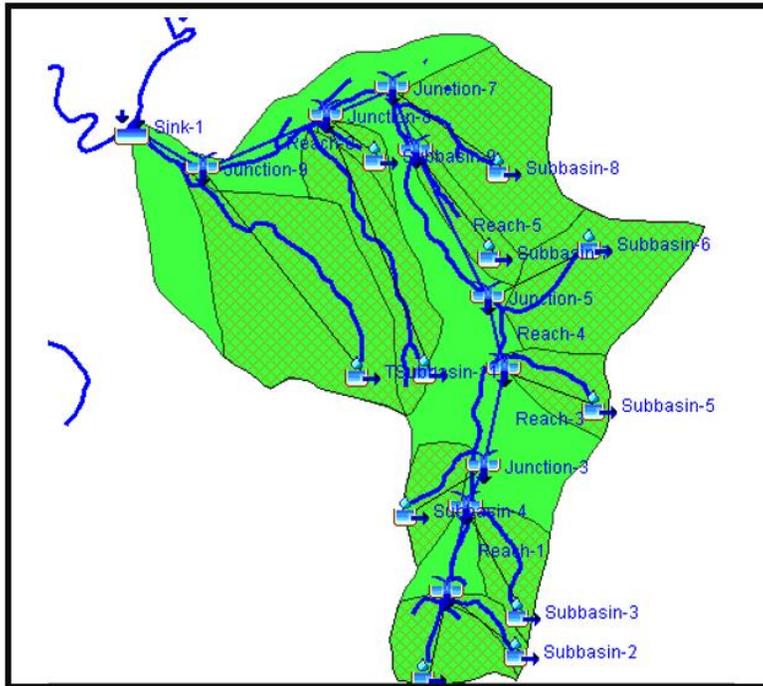


Tabla 5-16. Parametros morfológicos subcuencas Quebrada Honda.

PARAMETROS MORFOLOGICOS SUB CUENCAS QUEBRADA HONDA CHIA											
SUB CUENCA	AREA TOTAL Km2	LONGITUD AXIAL Km	PERIMETRO KM	DIFERENCIAS DE ALTURA m	PENDIENTE MEDIA %	ANCHO W Km	COEFICIENTE DE FORMA Kf	COEFICIENTE DE COMPACIDAD GRAVELIUS Kc	Tendencia a presentar inundaciones	Forma de la cuenca	INDICE DE ALARGAMIENTO
subbasin 12	9.2	6.69	19	575.00	9%	1.38	0.21	1.75	Grado de inundación Bajo	rec tangular	4.9

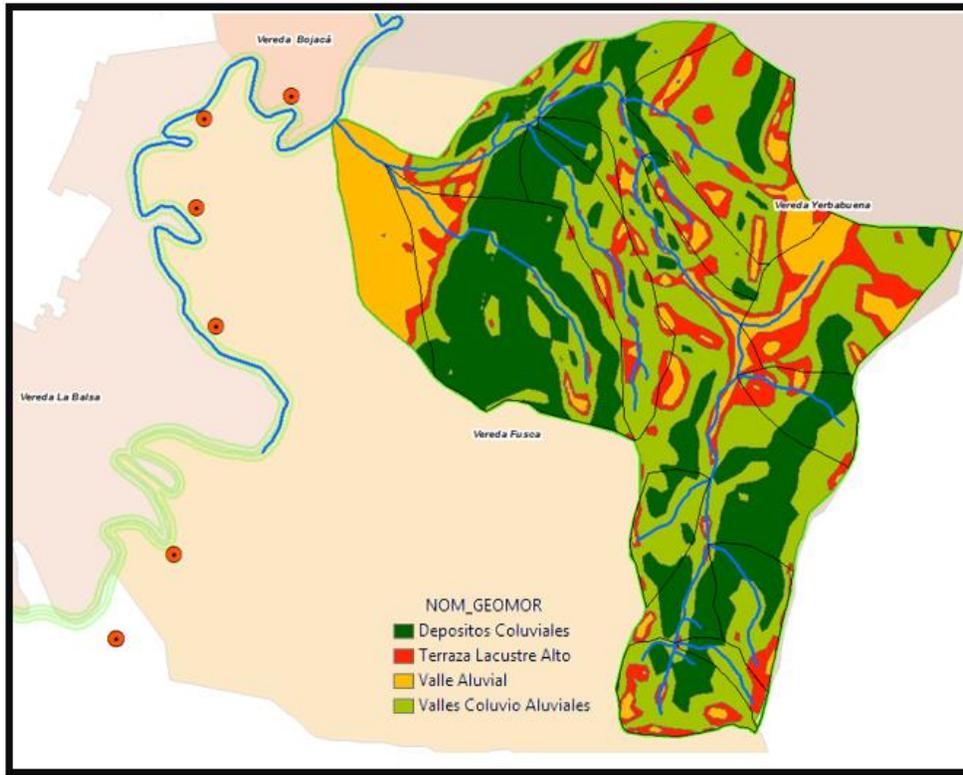
Para la realización del mapa de Pendiente Media PM, se trabajó con base a los rangos establecidos y al raster de pendientes utilizado en la zonificación de la amenaza por movimiento en masa, encontrando una pendiente media del orden del 9% lo que representa un pendiente baja. Este parámetro es el que tiene mayor peso dentro del mapa de clasificación morfométrica debido que la inclinación del terreno, tiene gran influencia en lo que respecta a la susceptibilidad a movimiento de remoción en masa y a procesos de incisión y socavación del cauce.

Por otro lado se efectuó un análisis geomorfológico asociado a las condiciones del terreno de la cuenca de la quebrada honda el cual se asoció al mapa de pendientes y los índices de precipitación con el fin de determinar la susceptibilidad que tiene la cuenca a generar crecientes súbitas.

Se tomaron como base para el análisis de torrencialidad 5 factores relevantes los cuales son la clasificación Morfo métrica, la Geomorfología, los índices de precipitación, material superficial y cobertura superficial.

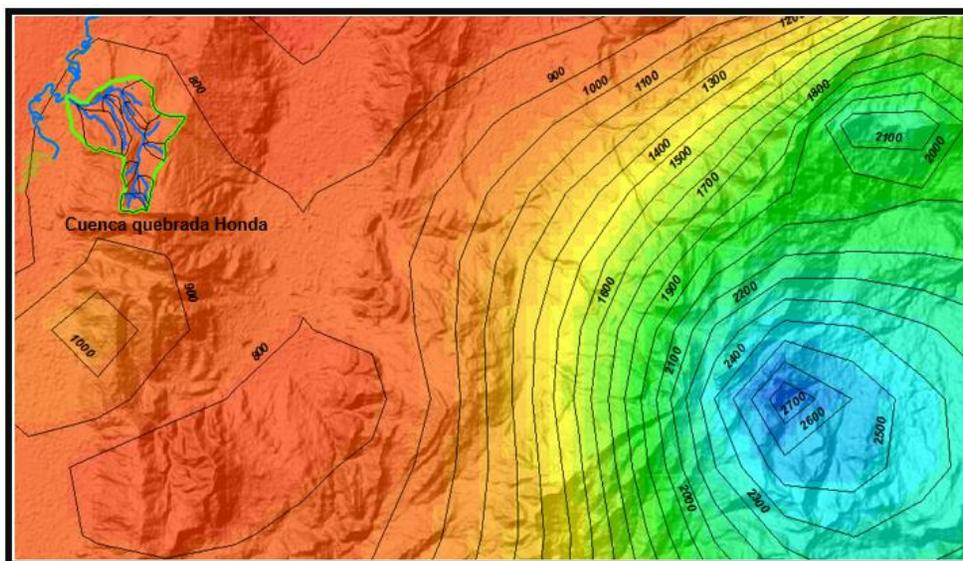


Ilustración 5-31. Formaciones asociadas a escarpes rocosos.



En la Ilustración 5-31 se evidencia que no existen formaciones asociadas a escarpes rocosos, luego se considera que la cuenca tiene según este parámetro una tendencia de baja torrencialidad.

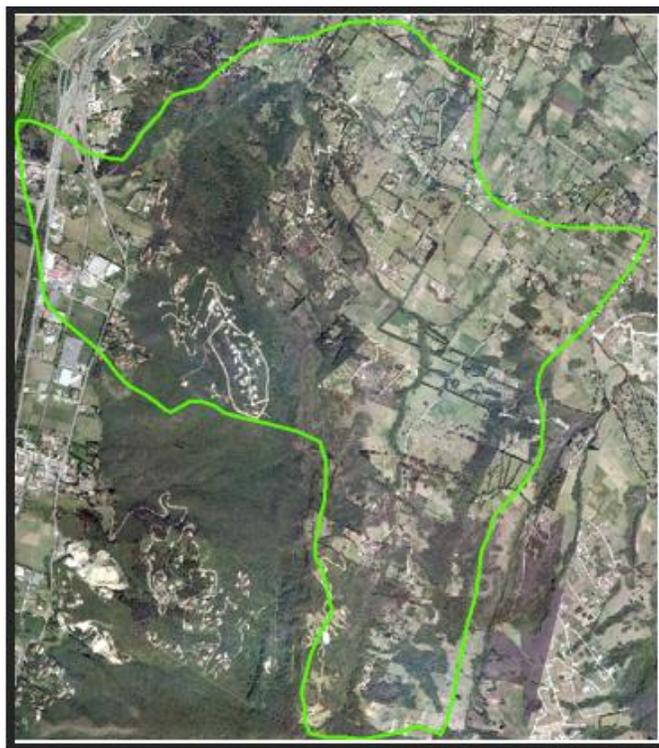
Ilustración 5-32. Espacialización de lluvias





La Ilustración 5-32 corresponde a la especialización de las lluvias en la zona de la cuenca alta del río Bogotá, en donde se evidencia que sobre la cuenca el índice de precipitación es bajo.

Ilustración 5-33. Intervención cuenca Quebrada Honda.



Según la Ilustración 5-33 se evidencia que la cuenca actualmente se encuentra poco intervenida luego no se perciben fenómenos intensos de erosión que deriven en acumulación de sedimentos en la corriente principal de la quebrada Honda y sus tributarios, luego en lo que respecta a la cobertura superficial y materiales superficiales hay una tendencia baja hacia la torrencialidad en la cuenca.

Tabla 5-17. Ponderación de factores de susceptibilidad por avenida torrencial.

FACTOR	PESO FACTOR (%)
Clasificación Morfométrica	30
Geomorfología	20
Precipitación	20
Materiales Superficiales	15
Cobertura Superficial	15
Total	100



Tabla 5-18. Asignación del índice de amenaza por avenida torrencial

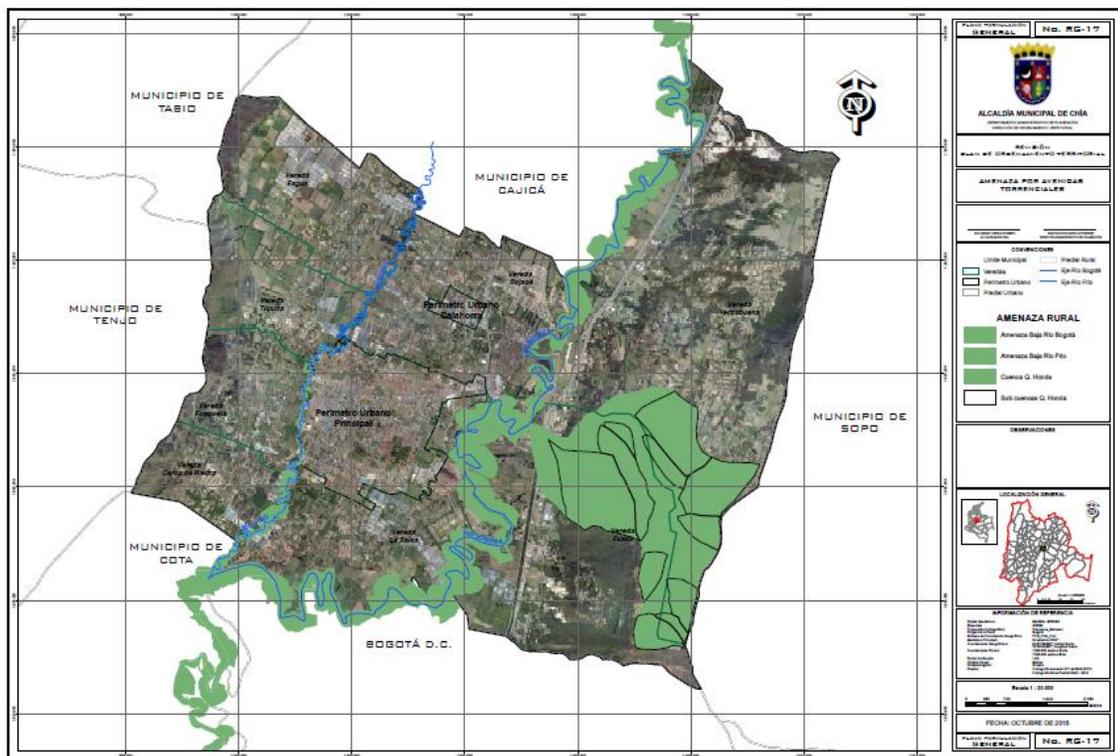
Parámetro	Valor individual
Clasificación Morfométrica	bajo
Geomorfología	bajo
precipitación	bajo
Materiales superficiales	bajo
cobertura superficial	bajo

Esta calificación del comportamiento torrencial, se asumió como la amenaza de eventos torrenciales en la cuenca, por cuanto no se tuvo información disponible con relación a la ocurrencia de eventos anteriores de avenida torrencial que pudieran ser tomados como datos para estimar un parámetro de recurrencia de eventos.

5.2.6 Zonificación de amenaza por avenidas torrenciales

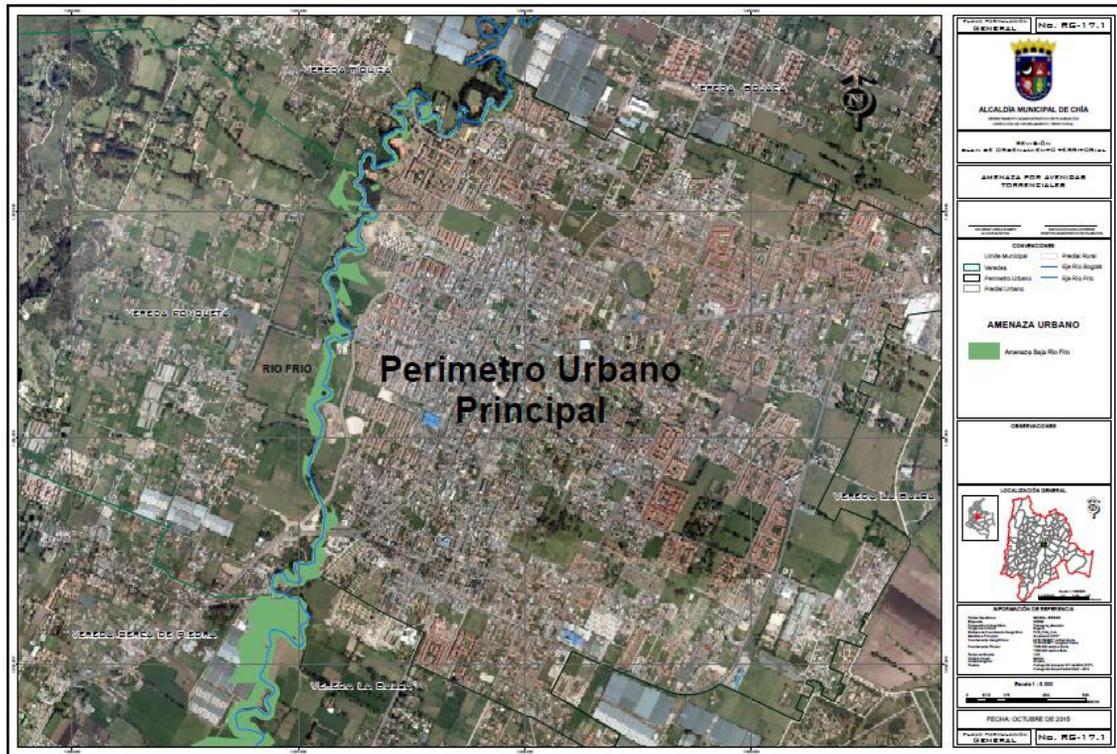
De acuerdo a la metodología desarrollada en el acápite anterior se presentan los mapas de zonificación de amenaza por avenidas torrenciales para la zona rural y urbana.

Mapa 5-15. Mapa de amenaza por avenidas torrenciales, zona rural Chia.





Mapa 5-16. Mapa de amenaza por avenidas torrenciales, zona urbana Chia.



5.2.7 Metodología de amenazas por incendios.

De acuerdo a lo establecido en el Parágrafo 4 del artículo 3 del decreto 1807 de 2014, para la determinación de las Zonas con condición de riesgo y Condición de amenaza, por fenómeno de incendios, se partirá de la definición de amenaza por incendio forestal, establecida en el POMCA del Río Bogotá. En el documento elaborado por la CAR y consultado en su página web, se encontró la siguiente información:

La belleza escénica de los bosques invita a un sin número de personas a adentrarse en ellos, con el fin de disfrutar de sus paisajes naturales, como una alternativa de recreación.

Sin embargo, estos individuos son los principales generadores de incendios forestales, al utilizar el fuego y no tomar las precauciones necesarias, generando graves impactos en fauna, flora, agua, aire, suelo y paisaje.

El fuego

Es el fenómeno que se produce cuando se le aplica calor a un cuerpo combustible (en éste caso material vegetal) en presencia de aire. Para que el fuego se inicie o se mantenga es indispensable la concurrencia en el mismo sitio y al mismo tiempo de estos



tres elementos, pero a la vez se requiere que haya una reacción en cadena que los haga interactuar entre sí.

El incendio es un proceso auto acelerado de oxidación con liberación súbita de energía, gases (nitrógeno, anhídrido carbónico) y de nutrientes en forma de cenizas. Sus efectos destructores o renovadores dependen de factores intrínsecos (frecuencia, intensidad, tamaño, forma y momento en que esta la sucesión vegetal) y de otros propios de la zona y de la vegetación que ésta sustenta (factores climáticos, geomorfológicos, topográficos, edáficos, florísticos y fenológicos).

El efecto más inmediato y general de la combustión en un incendio es una mayor o menor destrucción de la biomasa, formada en su mayor parte por la fotosíntesis a partir del anhídrido carbónico atmosférico (Ruiz, 2000).

Tipos de Eventos

Alrededor del mundo hay varias definiciones aplicables al concepto de lo forestal. La Comisión Distrital de Prevención y Mitigación de Incendios Forestales, a finales de 1998 clasificó los eventos atendidos de acuerdo con el daño ocasionado, dividiéndolos en tres grupos, así:

- **Quema:** Es el fuego que se propaga con / sin control y/o límite preestablecido consumiendo combustibles como basuras, artículos de madera (incluido fogatas), pastos y otros residuos vegetales producidos en actividades agrícolas, pecuarias y forestales.
- **Conato:** Es el fuego que se propaga sin control, sin límite preestablecido, cuyo tamaño oscila entre 0 y 0.5 ha y presenta relativamente poca dificultad para su control.
- **Incendio forestal:** Es el fuego que se propaga sin control, es decir, sin límites preestablecidos, consumiendo superficies superiores a 0.5 ha, cubiertas con material vegetal ubicado en áreas rurales de aptitud forestal ó, en aquellas que sin serlo, cumplan una función ambiental.

Tipos de Incendio Forestal

Los tipos de incendio forestal son:

- **Superficiales:** Son aquellos que se suceden a ras del suelo, a una altura de más o menos 50 cm.; estos incendios queman la hierba, los pastos, los matorrales, los arbustos y demás vegetación menor.
- **De copa:** Son aquellos cuyas llamas se trasladan de copa en copa de los árboles, quemándolos y provocando su muerte.
- **Subterráneos:** Son aquellos que se propagan por debajo del suelo, quemando raíces, microorganismos y materia orgánica.



Factores que inciden en los incendios forestales

En las zonas rurales del Distrito ocurren incendios forestales debido a:

- La configuración del relieve: son una cadena montañosa con altas pendientes y escarpadas geoformas.
- El clima: un régimen bimodal con 2 períodos secos (Enero - Marzo y Julio - Septiembre) en los que se presentan nulas precipitaciones, baja humedad relativa así como un fuerte incremento de la temperatura, la radiación solar, el brillo solar y el viento.
- La cobertura vegetal: esta experimenta un proceso de crecimiento natural de la vegetación nativa y crecimientos por reforestaciones con especies exóticas como Eucaliptos, Pinos, Cipreses y en menor cantidad Acacias; todas ellas presentan un alto deterioro producto de la ausencia de manejo silvicultural. En los bosques secundarios se ven el Arrayán Blanco y Negro, Caucho, Cedro de Tierra Fría y Uva de Anís; también se encuentran rastrojos altos y bajos, destacándose las siguientes especies: Palo Blanco, Gaque, Cajeto Cordoncillo, Chite, Chilco, Chusque, Mortiño, Raque, Sietecueros y el Tuno Roso entre otras (DAMA, 1997).
- La población rural y urbana y su relación cotidiana con el entorno: en las zonas rurales se usa el fuego en las labores agrícolas, forestales y pecuarias, mientras que los habitantes de la ciudad, desarrollan en el campo actividades relacionadas con la recreación activa y pasiva.

Causas

El incendio forestal se da por la confluencia en el mismo sitio de los factores mencionados, pero inicialmente se requirió de la presencia del fuego, generado en la mayoría de las veces por el hombre en sus diferentes actividades. Según la clasificación de las causas de los incendios forestales realizadas por el Ministerio del Medio Ambiente (MINAMBIENTE, 1998), en Bogotá, se agrupan de la siguiente forma:

1. Intencionales: Son fuegos producidos por voluntad directa de una persona. Se clasifican en:
 - Incendiario: El que causa voluntariamente un incendio.
 - Pirómano: Afección patológica que incita a provocar un incendio.
2. Por negligencia: Son descuidos en la utilización del fuego, al no tomar las precauciones necesarias y/o adecuadas, éste puede pasarse a lo que no estaba previsto quemar. Estos descuidos se presentan generalmente en la realización de las siguientes actividades:
 - Quemados para la ampliación de la frontera agrícola.
 - Quemados para la preparación de terrenos para la agricultura.



- Quemadas de pastos.
 - Quemadas para la preparación de terrenos para la urbanización.
 - Quemadas para la eliminación de desechos producto de actividades agropecuarias y forestales.
 - Quemadas de basuras.
3. Por descuido: Cuando una persona utiliza el fuego sin medir las consecuencias que se pueden generar.

Puede ocurrir con:

- Fumadores que arrojan fósforos o cigarrillos encendidos.
 - Utilización de fogatas para preparar alimentos y proporcionar luz o calor.
 - Mantenimiento de bordes de carretera.
 - Manejo de pólvora y uso de globos.
 - Juego de niños con fuego.
 - Cacería de animales.
4. Accidentales: Son sucesos que producen desprendimiento de energía que dan lugar a combustión, sin que haya voluntad deliberada de encender fuego en el bosque. Entre este tipo se encuentran:
- Incendios estructurales en el bosque o en áreas próximas.
 - Pólvora y globos.

Efectos

Los incendios forestales afectan directamente la estructura ecológica principal de la ciudad y por lo tanto impactan el bienestar y la calidad de vida de la población, siendo uno de los principales generadores de:

- Muerte de individuos de distintas especies de fauna y flora.
- Alteración de los procesos hidrológicos de las zonas afectadas.
- Turbidez del agua por arrastre de partículas de suelo.
- Degradación de los suelos.
- Aumento del potencial de erosión.
- Deterioro del paisaje.
- Emisión de gases de efecto invernadero.
- Calentamiento local de la atmósfera.
- Disminución de la visibilidad por emisión de humo.
- Efectos negativos en la vida humana por pérdida de bienes e integridad física.



Evaluación de la Amenaza.

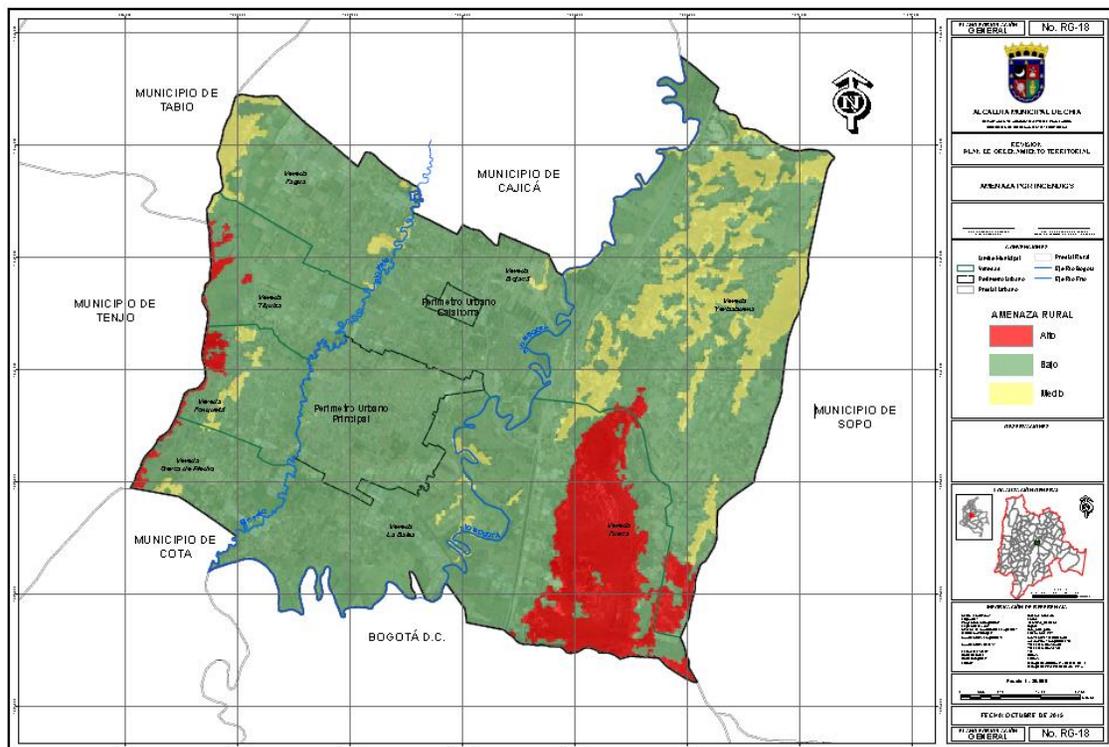
Para evaluar la amenaza de incendios forestales, se utilizó el mapa de cobertura vegetal asignando valores en función de su susceptibilidad a los incendios, como se mencionó anteriormente, esta amenaza es activada por el hombre en la mayoría de los casos, lo que introduce una variable muy difícil de cuantificar. Los valores empleados para el análisis varían entre 1 y 8 de la siguiente manera: 1 para vegetación xerofítica, vegetación acuática flotante, afloramientos rocosos, cuerpos de agua, cultivos, 2 para vegetación de páramo, rastrojos. Un valor de 4 para bosque plantado, matorrales, pasto y rastrojo. Un valor de 8 para bosque primario, bosque altoandino y bosque secundario.

Como se indicó anteriormente la mayor probabilidad de ocurrencia de los incendios se presenta entre los meses de diciembre y marzo y julio y agosto, lo cual corresponde a las dos épocas conocidas como “verano” y que se ajustan muy bien a los datos de lluvias mensuales multianuales mínimas. El mapa de amenaza por incendio forestal tiene un color rojo para los valores de 8, amarillo para los valores de 4 y verde para los menores de 4.

En el mes de diciembre la amenaza es especialmente alta por el uso de la pólvora y de globos, los cuales detonan los incendios.

5.2.8 Zonificación de amenaza por incendios

Mapa 5-17. Mapa de amenaza por incendios, municipio de Chia zona urbana.





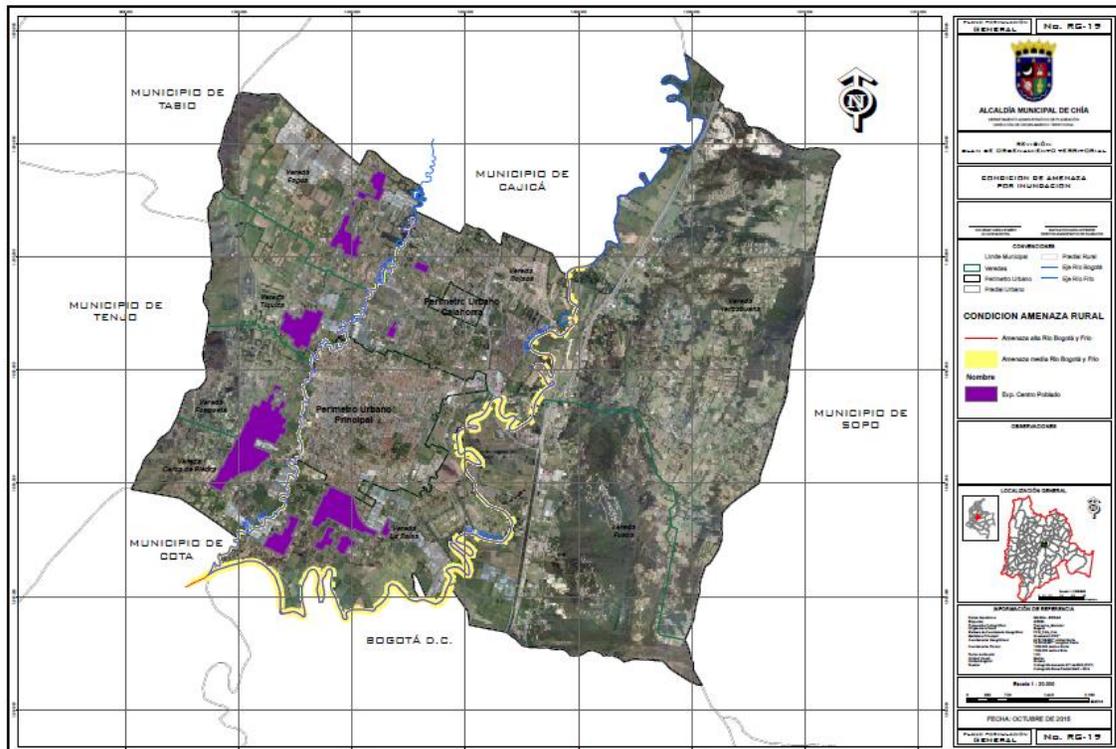
6 AREAS CON CONDICION DE AMENAZA

6.1 CONDICION DE AMENAZA POR INUNDACION

Según lo define el Decreto 1807 de 2014 las áreas con condición de amenaza corresponden a las zonas o áreas del territorio municipal zonificadas como de amenaza alta y media. Corresponde a aquellas áreas sin ocupar del suelo urbano, de expansión urbana, rural suburbano o centros poblados rurales en las que en la revisión o en la expedición de un nuevo POT se proponga su desarrollo.

Teniendo en cuenta lo anterior y luego de realizar la zonificación de las amenazas por inundación se elaboraron los mapas de áreas con condición de amenaza para el área rural y urbana. Estas zonas serán de especial atención en todos contenidos del documento técnico de soporte del Plan Básico de Ordenamiento Territorial y su respectivo acuerdo. Se puede evidenciar en el Mapa 6-1 que no existe condición de amenaza por inundación teniendo en cuentas que la zonificación de amenaza no se cruza con la expansión urbana planteada por el municipio.

Mapa 6-1. Mapa de Condición de Amenaza por inundación.





6.2 CONDICION DE AMENAZA POR REMOCION EN MASA

Según lo define el Decreto 1807 de 2014 las áreas con condición de amenaza corresponden a las zonas o áreas del territorio municipal zonificadas como de amenaza alta y media. Corresponde a aquellas áreas sin ocupar del suelo urbano, de expansión urbana, rural suburbano o centros poblados rurales en las que en la revisión o en la expedición de un nuevo POT se proponga su desarrollo.

Teniendo en cuenta lo anterior y luego de realizar la zonificación de las amenazas por remoción en masa se elaboraron los mapas de áreas con condición de amenaza para el área rural y urbana. Estas zonas serán de especial atención en todos contenidos del documento técnico de soporte del Plan Básico de Ordenamiento Territorial y su respectivo acuerdo.

Respecto de la geología y geomorfología en el área urbana y de expansión urbana del municipio se tiene que:

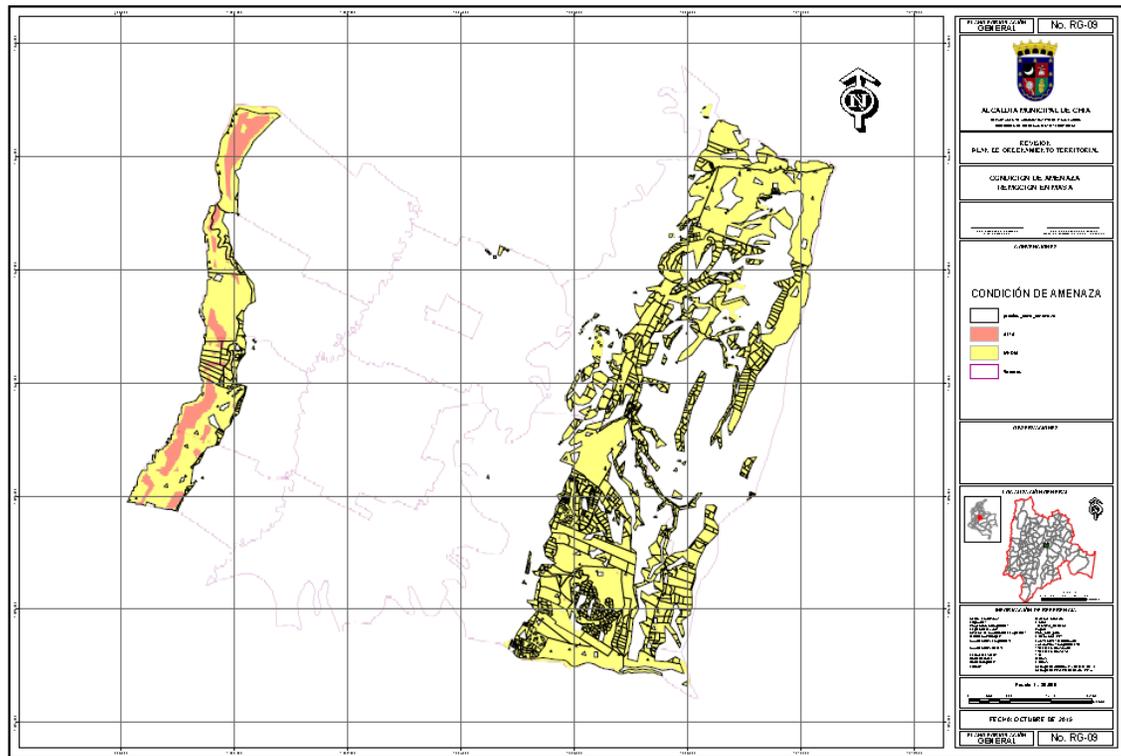
En el casco urbano del Municipio Chía se encuentran rocas blandas de la formación Planeers y depósitos de terraza alta, los cuales combinados con el relieve y las altas precipitaciones, están generando problemas de inestabilidad y movimientos en masa. Se encuentra una categoría de amenaza alta por movimientos en masa, donde se tienen explanaciones indiferenciadas, laderas moderadas, laderas moderadas a empinadas, laderas de movimiento en masa activos y laderas suaves donde se tienen procesos de erosión de tipo laminar; adicionalmente se tienen zonas donde se tienen drenajes intermitentes donde se presentan procesos de erosión activos de socavación. Estas zonas tienen como material asociados suelos matriz soportados transportados, donde se tienen zonas asociadas a material coluvial; además de presentar, en ciertas zonas rocas blandas de la formación Planeers, altamente fracturada.

Se encuentra una categoría de amenaza media en zonas que se tienen explanaciones indiferenciadas, laderas suaves y laderas moderadas con muy pocos procesos erosivos activos. De igual manera, se tiene que como material asociado suelo matriz soportado y roca blanda, de manera que la presencia de procesos erosivos influye en la clasificación de amenaza.

Teniendo en cuenta el mapa de amenaza por remoción en masa y las zonas catalogadas como zonas de expansión a continuación se presenta en la Mapa 6-2 la condición de amenaza para el municipio de Chía.



Mapa 6-2. Mapa de condición de amenaza por remoción en masa zona rural Chía.



Debido a que las pendientes para el casco urbano del municipio de Chía, son menores al 12% que equivale aproximadamente a 5°, la zonificación de amenaza se limita a las pendientes identificadas con la cartografía base a escala 1:5000, para las zonas de expansión propuestas a esta escala de trabajo, la condición de amenaza es nula teniendo como soporte que la amenaza es baja, debido a lo anterior no se requiere la condición de amenaza para esta escala de trabajo tal y como lo establece los criterios del decreto No.1807 de 2014.

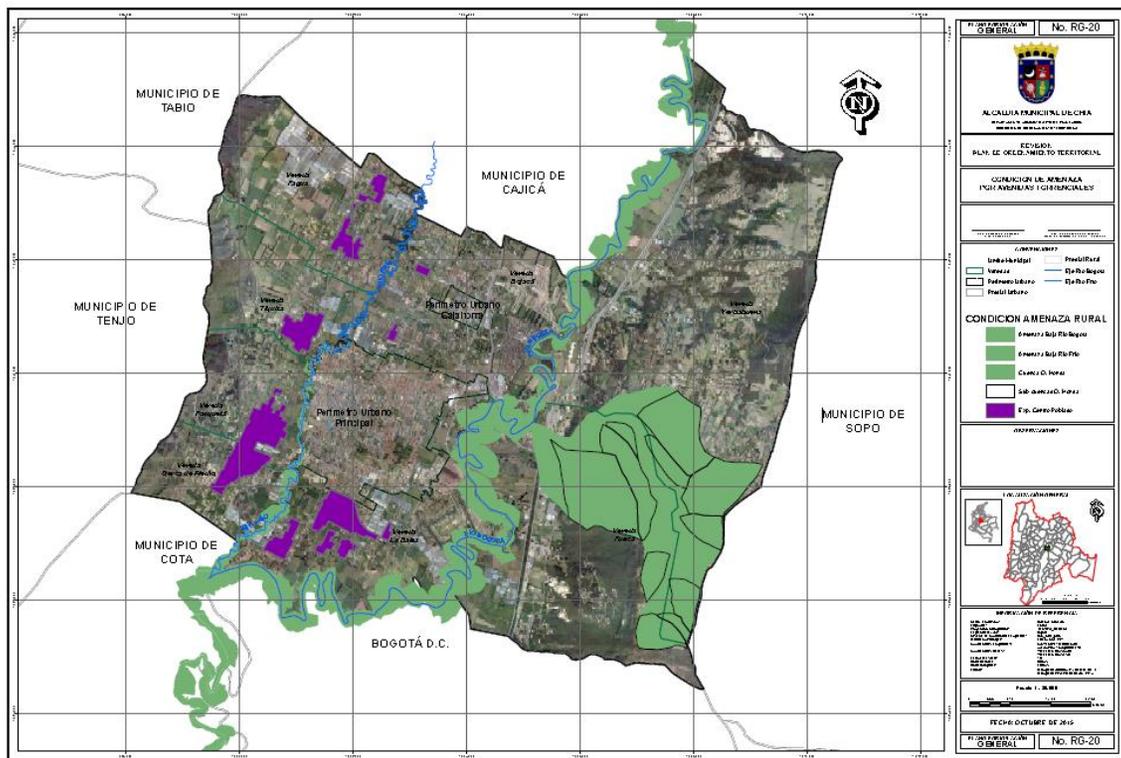


6.3 CONDICION DE AMENAZA POR AVENIDAS TORRENCIALES

Según lo define el Decreto 1807 de 2014 las áreas con condición de amenaza corresponden a las zonas o áreas del territorio municipal zonificadas como de amenaza alta y media. Corresponde a aquellas áreas sin ocupar del suelo urbano, de expansión urbana, rural suburbano o centros poblados rurales en las que en la revisión o en la expedición de un nuevo POT se proponga su desarrollo.

Teniendo en cuenta lo anterior y luego de realizar la zonificación de las amenazas por avenidas torrenciales se elaboraron los mapas de áreas con condición de amenaza para el área rural y urbana. Estas zonas serán de especial atención en todos contenidos del documento técnico de soporte del Plan Básico de Ordenamiento Territorial y su respectivo acuerdo. Se puede evidenciar en el Mapa 6-3 que no existe condición de amenaza por avenidas torrenciales teniendo en cuentas que la zonificación de amenaza no se cruza con la expansión urbana planteada por el municipio.

Mapa 6-3. Mapa de condición de amenaza por avenidas torrenciales Chía.



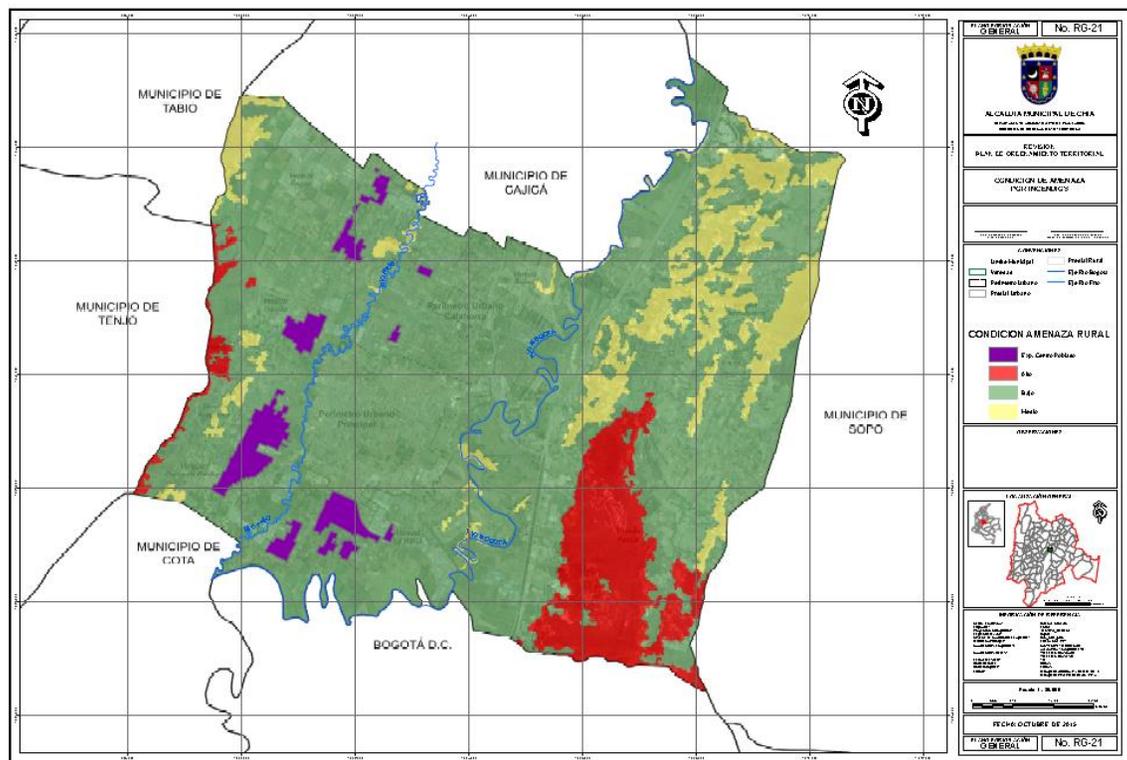


6.4 CONDICION DE AMENAZA POR INCENDIOS

Según lo define el Decreto 1807 de 2014 las áreas con condición de amenaza corresponden a las zonas o áreas del territorio municipal zonificadas como de amenaza alta y media. Corresponde a aquellas áreas sin ocupar del suelo urbano, de expansión urbana, rural suburbano o centros poblados rurales en las que en la revisión o en la expedición de un nuevo POT se proponga su desarrollo.

Teniendo en cuenta lo anterior y luego de realizar la zonificación de las amenazas por inundación se elaboraron los mapas de áreas con condición de amenaza para el área rural y urbana. Estas zonas serán de especial atención en todos contenidos del documento técnico de soporte del Plan Básico de Ordenamiento Territorial y su respectivo acuerdo. Se puede evidenciar en el Mapa 6-4 que no existe condición de amenaza por avenidas torrenciales teniendo en cuentas que la zonificación de amenaza no se cruza con la expansión urbana planteada por el municipio

Mapa 6-4. Mapa de condición de amenaza por incendios municipio Chía.





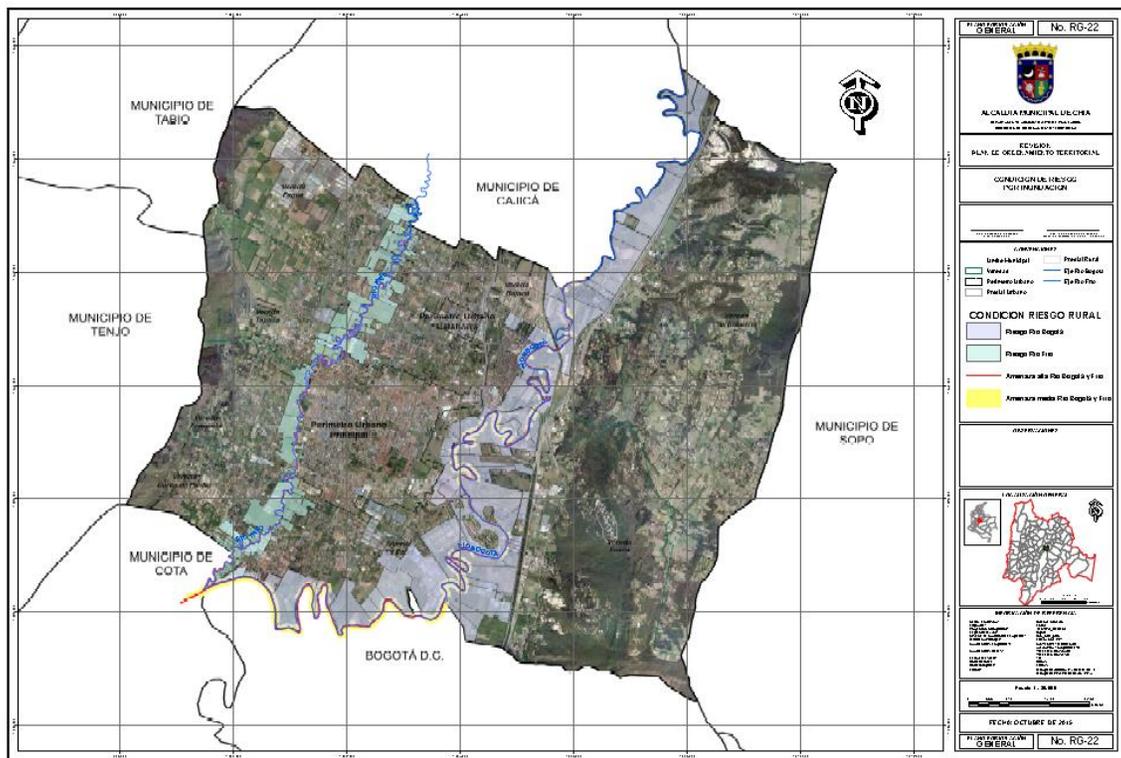
7 AREAS CON CONDICIÓN DE RIESGO

7.1 CONDICION DE RIESGO POR INUNDACION

Según lo define el Decreto 1807 de 2014 las áreas con condición de riesgo corresponden a las zonas o áreas del territorio municipal clasificadas como de amenaza alta que estén urbanizadas, ocupadas o edificadas así como en las que se encuentren elementos del sistema vial, equipamientos (salud, educación, otros) e infraestructura de servicios públicos.

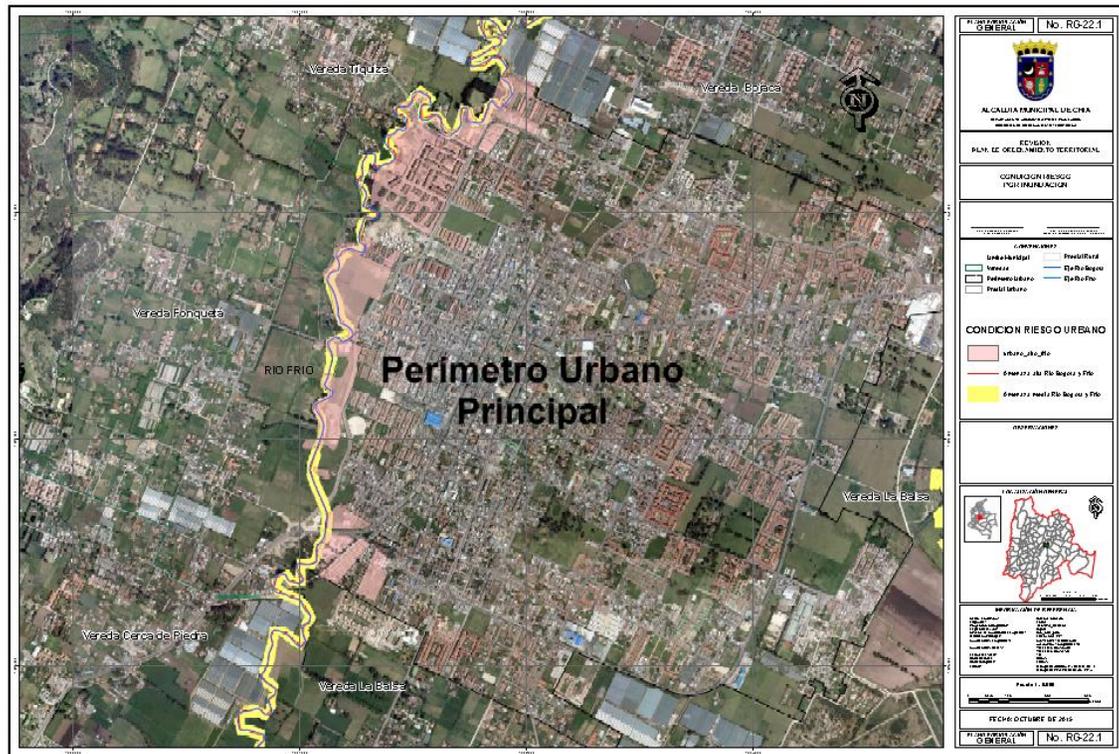
Teniendo en cuenta lo anterior y luego de realizar la zonificación de las amenazas por inundación, se elaboraron los mapas de áreas con condición de riesgo para el área rural y urbana. Estas zonas serán de especial atención en todos contenidos del documento técnico de soporte del Plan Básico de Ordenamiento Territorial y su respectivo acuerdo.

Mapa 7-1. Mapa de condición de riesgo por inundacion municipio Chía zona rural





Mapa 7-2. Mapa de condición de riesgo por inundación municipio Chía zona urbana



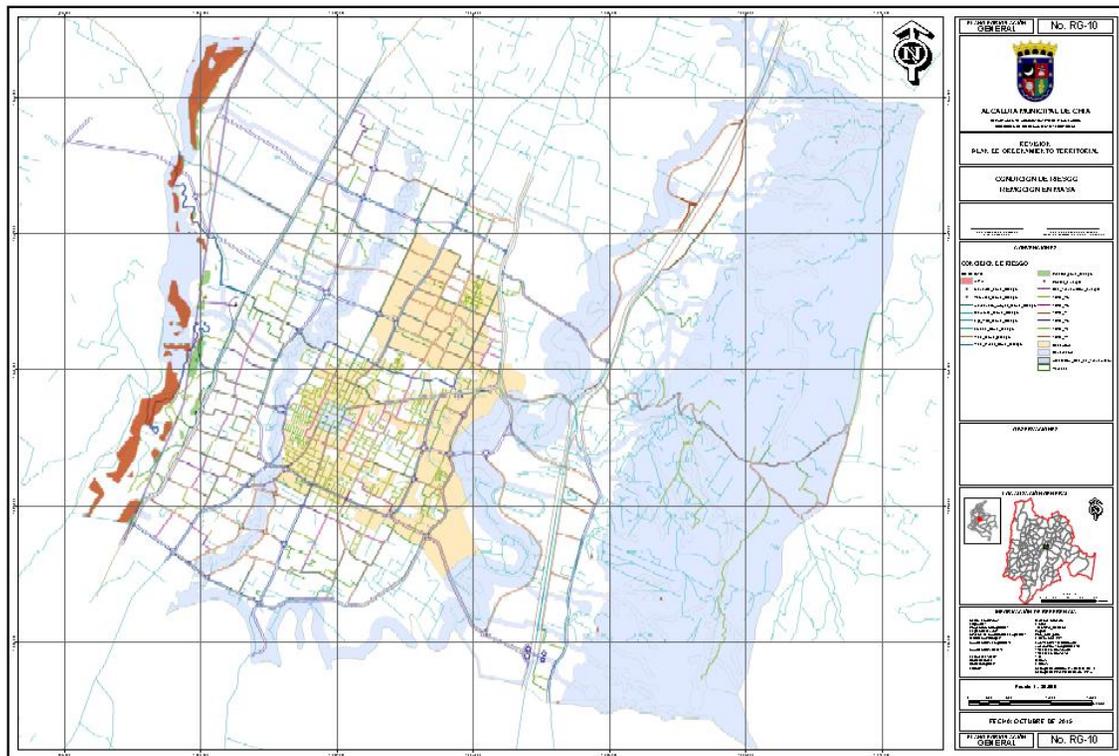
7.2 CONDICION DE RIESGO POR REMOCION EN MASA

Según lo define el Decreto 1807 de 2014 las áreas con condición de riesgo corresponden a las zonas o áreas del territorio municipal clasificadas como de amenaza alta que estén urbanizadas, ocupadas o edificadas así como en las que se encuentren elementos del sistema vial, equipamientos (salud, educación, otros) e infraestructura de servicios públicos.

Teniendo en cuenta lo anterior y luego de realizar la zonificación de las amenazas por remoción en masa, se elaboraron los mapas de áreas con condición de riesgo para el área rural y urbana. Estas zonas serán de especial atención en todos contenidos del documento técnico de soporte del Plan Básico de Ordenamiento Territorial y su respectivo acuerdo.



Mapa 7-3. Mapa de condición de riesgo por remoción en masa, municipio Chía zona rural.



Para la condición de riesgo para el caso urbano a escala 1:5000, se tiene en cuenta el mapa de amenaza a esta escala, el cual está basado en el criterio que para pendientes menores a 5° la amenaza es baja y no se requiere implementar metodologías rigurosas por procesos de remoción en masa, en este orden de ideas, la condición de riesgo se asocia a los eventos registrados y la pendiente del terreno, por tal razón y como se evidencia la amenaza no condiciona el riesgo en todo el casco urbano, por lo tanto no se tiene para procesos de remoción en masa en las zonas de expansión ni en las zonas ya construidas mapa de condición de riesgo.

7.3 CONDICION DE RIESGO POR AVENIDAS TORRENCIALES

Debido a que la amenaza es baja condición de riesgo por avenidas torrenciales en el municipio de Chia no existe condición de riesgo por avenidas torrenciales.

7.4 CONDICION DE RIESGO POR INCENDIOS

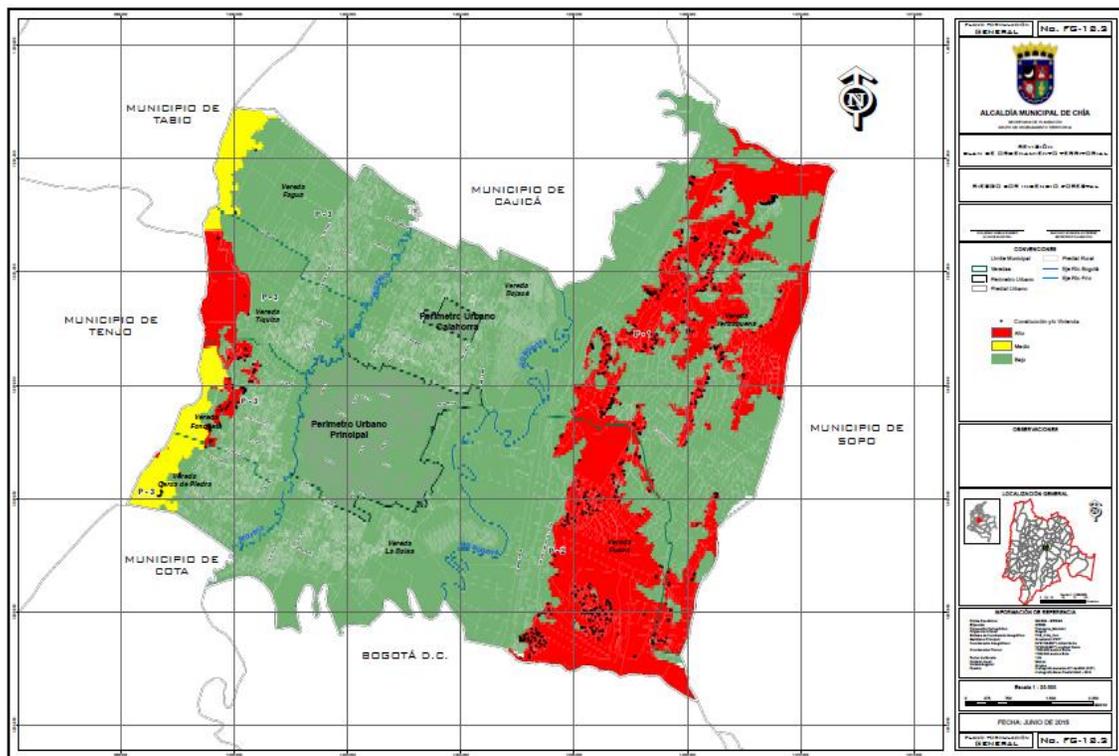
Según lo define el Decreto 1807 de 2014 las áreas con condición de riesgo corresponden a las zonas o áreas del territorio municipal clasificadas como de amenaza alta que estén urbanizadas, ocupadas o edificadas así como en las que se encuentren elementos del



sistema vial, equipamientos (salud, educación, otros) e infraestructura de servicios públicos.

Teniendo en cuenta lo anterior y luego de realizar la zonificación de las amenazas por incendios, se elaboraron los mapas de áreas con condición de riesgo para el área rural y urbana. Estas zonas serán de especial atención en todos contenidos del documento técnico de soporte del Plan Básico de Ordenamiento Territorial y su respectivo acuerdo.

Mapa 7-4. Mapa de condición de riesgo por incendios, municipio Chía.





8 DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE INTERVENCIÓN

8.1 MEDIDAS DE MITIGACION PARA INUNDACIONES Y AVENIDAS TORRENCIALES

Como se pudo evidenciar a lo largo del estudio existen ciertas zonas dentro del municipio de Chia que se encuentran en riesgo asociado a inundaciones sobre el río Frío y el Río Bogotá, debido principalmente a las ocupaciones que a lo largo del tiempo los pobladores han venido adelantando sobre las zonas de ronda y zonas de inundación; es por esta razón que a continuación se presenta una serie de medidas de manejo que permitirán de manera progresiva convivir con este tipo de riesgos.

En primera instancia es necesario establecer medidas de manejo orientadas principalmente a las de tipo no estructural:

- La asociadas principalmente a la recuperación de las zonas ronda; para esto es necesario que se afecten en instrumentos públicos del municipio de Chia las porciones de los predios inmersos dentro del polígono de ronda del río Frío acogido mediante resolución CAR 2358 de 2014, aclarando que esta afectación es únicamente frente al uso del suelo en estos predios y no al dominio, por también se encuentra definido el polígono de ronda del río Bogotá en el municipio de Chia, luego es necesario que estos predios también sean afectados en su uso de suelos para así evitar que se proliferen desarrollos que vayan en contravía con la naturaleza de protección de estos suelos.
- Como medida no estructural de gran importancia es la de dar a conocer a la comunidad el resultado de estos estudios y de la importancia que tiene el respeto por las zonas de ronda de ríos y quebradas, y lo nocivo que puede ser no solo para los cauces sino para las personas que ocupan estos espacios, por lo que se requieren jornadas de educación ambiental orientadas tanto por el municipio como por la autoridad ambiental en aras de dar a conocer en primera medida las leyes que contempla la legislación nacional frente a la protección de los recursos naturales, y por otro lado orientar hacia las comunidades la gran relevancia que tiene el dejar que los ríos arroyos o quebradas se expresen de manera natural para mantener el equilibrio entre inviernos y veranos y así evitar la pérdida de ecosistemas, pérdidas materiales y sobre todo las pérdidas humanas, por lo que para finalizar las principales medidas no estructurales que puede emprender el municipio de Chia es clave entender la premisa que la mejor medida de mitigación del riesgo es la **Prevención**.

Como segunda medida y ya habiendo abordado las medidas de manejo de tipo no estructural se presentan algunas medidas de manejo estructural:



- Como es de conocimiento general los ríos arroyos y quebradas tienden a transportar a lo largo del tiempo en ciertas magnitudes sedimentos de diferentes tipos provenientes de sus cuencas aferentes, el comportamiento de los ríos Frio y Bogotá no son la excepción, estos sedimentos en el tiempo tienden a reducir progresivamente las capacidades de transporte de caudales tanto líquidos como sólidos por estos cuerpos hídricos, por lo que como primera medida de mitigación estructural está la de los dragados periódicos como los que ya se han venido adelantando, procurando el retiro de estos sedimentos de exceso, buscando siempre el no afectar la estructura misma del cauce, es decir no profundizar demasiado el lecho debido a que estos cambios pueden derivar en desviaciones o cambios irreversibles en las dinámicas naturales de los ríos; luego estos retiros de material de fondo deberán buscar una normalización de la pendiente longitudinal del río sin afectar considerablemente las velocidades de flujo del mismo, estos dragados deberán efectuarse en los tramos donde evidentemente existen mayor probabilidad de desbordamiento, buscando siempre intervenir desde aguas abajo hacia aguas arriba de los tramos priorizados; para el caso del río Frio se propone continuar con las labores de limpieza del fondo, para esto se propone que el municipio o la entidad que emprenda estas labores tome como base tanto este estudio con las modelaciones anexas al mismo, como el documento técnico por el cual se soportó la resolución 2358 de 2014 por la cual se estableció la ronda del río Frio. Por último es importante aclarar que estas medidas contemplan únicamente el retiro de material del fondo y la disposición de estos sedimentos en orilla, debido que esta actividad si es compatible con los usos en zona de ronda.
- Otra medida de mitigación estructural es la que contempla las construcción de jarillones tipo trapecio en las riberas del río, estos jarillones serán diseñados para contener crecientes para más de 50 años de periodo de retorno en las zonas con asentamientos humanos, y entre 10 y 50 años para zonas rurales no pobladas, las coronas de estos jarillones deberán estar por encima de los caudales asociados a cada una de estas condiciones, mas unos bordes libres de como mínimo 50 centímetros; es importante precisar que estos jarillones deben estar sometidos a diseño hidráulico y estructural, y obligatoriamente por fuera de la zona de ronda tanto del río Frio como del río Bogotá.
- Existen otras medidas de carácter estructural como los muros de contención en concreto, o los gaviones que son obras de mitigación del riesgo que también pueden ser desarrollados bajo criterios técnicos de hidráulica, geotecnia, y análisis estructural, que pueden ser efectivas en ciertos periodos de tiempo, para el caso del río Bogotá la corporación Autónoma Regional de Cundinamarca ya cuenta con diseños a detalle no solo de la adecuación hidráulica del río para periodo de retorno hasta de 500 años sino también cuenta con un diseño paisajístico para la recuperación ambiental de la ronda del río, luego es necesaria la consecución de recursos para la materialización de estos proyectos que mitigaran en gran medida las amenazas de inundación en el municipio.



8.2 MEDIDAS DE INTERVENCIÓN ORIENTADAS A ESTABLECER RESTRICCIONES Y CONDICIONAMIENTOS MEDIANTE DETERMINACIÓN DE NORMAS URBANÍSTICAS.

Las amenazas naturales en Chía están representadas principalmente por procesos de remoción en masa, deslizamientos, y en menor grado contaminación por aguas residuales, disposición de residuos sólidos e inundaciones.

El municipio ve la necesidad de promover la participación social de los grupos más vulnerables por amenazas naturales con estrategias de comunicación, información y educación en el contexto comunitario. Ya que el éxito de estas acciones depende del involucramiento de cada uno de los miembros de la comunidad en cabeza de sus líderes con el propósito de reducir el impacto de las amenazas sobre la infraestructura colectiva especialmente vías y redes de acueducto veredal y sistemas productivos. Los funcionarios y líderes de planeación municipal actualmente buscan mejorar los procesos de atención y prevención de desastres.

La escala de presentación del estudio de PRM en zonas rurales es 1/25.000, por ello cuando eventualmente algún predio se vea afectado porque se encuentre sobre una ladera de protección ambiental, dada su condición de amenaza alta por PRM, la secretaría de planeación municipal podrá realizar la modificación de la clasificación del suelo, de acuerdo a precisiones cartográficas que sean resultado de estudios geológico, geomorfológico y geotécnicos presentado por los interesados para la evaluación de la secretaría de planeación.

1. Es de vital importancia el control de los procesos erosivos en toda el área en estudio con obras de tipo no estructural y con capacitación a la comunidad, ya que estos procesos son un detonante importante en toda el área en estudio.
2. En concordancia con lo anterior, en los sectores donde se identificaron zonas de amenaza y riesgo alto, se recomienda realizar estudios y diseños detallados con el fin de mitigar el riesgo y prevenir que se aumente el área afectada. En las demás zonas donde se presente amenaza alta se recomienda realizar estudios detallados que permitan establecer modelos geológicos-geotécnicos a profundidad y su asociación con modelos regionales con el fin de delimitar en forma más detallada los polígonos de movimiento.
3. Se recomienda que las nuevas construcciones que se proyecten en el área en estudio en las zonas identificadas con amenaza media y alta, presenten estudios completos donde se tenga en cuenta análisis de amenaza por procesos de remoción en masa y estudios de suelos con base a la norma sismo resistente NSR-10. Además en los estudios se debe establecer la necesidad de las obras de mitigación y control y se deben presentar sus diseños específicos, adicionalmente la alcaldía por medio de su oficina de planeación deberá verificar la construcción



de las obras las cuales deberían hacer parte del plan municipal de gestión del riesgo.

4. Como herramienta para la gestión del riesgo, el municipio de Chía realizará campañas de monitoreo superficial mediante la instalación y monitoreo de cuadriláteros en diferentes zonas de las laderas que se encuentran en amenaza alta, así como de la instalación de un sistema de monitoreo mediante el uso de inclinómetros y piezómetros en tiempo real, con el fin de establecer un sistema de alertas tempranas que permita mejorar los tiempos de respuesta ante emergencias, especialmente en las zonas definidas en los mapas.

8.2.1 Determinantes para las áreas expuestas a amenazas y riesgos.

- Los Suelos de Protección por riesgo se entenderán como los suelos donde se presentan áreas con condición de riesgo, al igual que las áreas de riesgo alto argumento que imposibilita la ubicación de asentamientos humanos, equipamientos, espacio público e infraestructura; en el municipio, estos suelos se refieren a las áreas que están ubicadas en suelos donde se han identificado la probabilidad de ocurrencia de movimientos en masa o deslizamientos, avenidas torrenciales e inundaciones. En este tipo de zonas se establece la prohibición de ubicar viviendas, redes para servicios básicos domiciliarios.
- Desestimar o prohibir la urbanización en terrenos inestables o inundables como una de las acciones de planificación más efectivas para evitar pérdida de vidas humanas y daños materiales en bienes.
- Las viviendas que actualmente están construidas sobre las áreas que sean señaladas como de protección por riesgo en el área urbana o rural no podrán ser ampliadas por sus propietarios y los cultivos agrícolas deberán sustituirse por vegetación nativa.
- Se deben emprender las acciones correspondientes para reubicar las viviendas en áreas riesgos altos por movimientos en masa identificados luego del desarrollo de estudios detallados.
- Rehabilitar las áreas que queden desocupadas después de hacer efectivo el proceso de reasentamiento.
- Para evitar la nueva ocupación, garantizar la rehabilitación y el cambio de uso de las zonas desocupadas en desarrollo del proceso de reasentamiento por alto riesgo, deberán efectuarse las acciones antes relacionadas y que contribuyen a la gestión del desarrollo territorial.



- Condicionar el desarrollo de las áreas que se encuentran en condición de riesgo a la realización de estudios detallados que determinen las acciones de mitigación necesarias para reducir los riesgos existentes.

8.2.2 Componentes de los estudios detallados

8.2.2.1 Alcance de los estudios detallados

En primera instancia se deben identificar los sitios críticos ubicados dentro de las zonas con condición de amenaza y condición de riesgo afectados por procesos remoción en masa, inundación y avenida torrencial, para lo cual, se deberá considerar una fase de trabajo de campo que incluya una inspección geológico-geotécnica y de fuentes hídricas complementado con una fase de revisión de información secundaria que incluya fotointerpretación, cartografía base, captura de fotografías aéreas, topobatimetría, bases de datos de eventos; entre otras.

En una segunda fase se debe realizar exploración e investigación geotécnica, con el objetivo de caracterizar las variables requeridas en los sitios críticos previamente establecidos. Así mismo, es necesario aplicar las metodologías que permitirán procesar la información obtenida en campo orientadas a la producción de los resultados. Vale la pena aclarar, en esta fase también se deben definir los sitios críticos donde se requerirá adelantar los estudios geológicos, geotécnicos, estructurales e hidráulicos detallados, con el fin de obtener en una tercera fase de trabajo, los diseños de obras necesarias para el control y protección de los sectores afectados por las amenazas y riesgos ya mencionados y poder determinar los costos de ejecución, especificaciones técnicas de construcción y duración de las mismas. En esta tercera fase se realizarán modelaciones hidráulicas, hidrológicas y geotécnicas según sea el caso.

8.2.2.2 Investigación preliminar y reconocimiento de campo

En esta fase se considera la ejecución de las siguientes actividades:

- Recopilación y análisis de la información secundaria como cartografía, fotografías aéreas existentes, a las escalas cartográficas disponibles, incluyendo información en materia ambiental, así como las reglamentaciones vigentes de usos del suelo consignadas en el Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Chía. Se deben consultar entidades como CAR, IDEAM, SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO (antes INGEOMINAS), CATASTRO MUNICIPAL DE CHÍA, PLANEACIÓN MUNICIPAL DE CHÍA, IGAC, DANE, SISBEN, DISEÑOS ANTERIORES SI LOS HAY, entre otros.
- Adquisición de base cartográfica del IGAC a escala la escala de detalle establecida por el Decreto No.1807, geología local y regional existente, geomorfología regional y local existente, así como la red hidrológica existente, uso y cobertura del suelo, bases de datos de eventos de la zona de estudio en



entidades como la CAR, Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), Fondo de Adaptación, entre otras.

- Captura de fotografías aéreas con vehículo aéreo no tripulado y fotointerpretación de la zona de estudio, toma de fotocontrol, aerotriangulación, restitución fotogramétrica, generación de DTM, ortofotomosaico, anáglifos, fotografías oblicuas, identificación obras de infraestructura, procesos denudativos, unidades geológicas, geología estructural, análisis morfológico, identificación de elementos vulnerables por procesos de remoción en masa, inundaciones y avenidas torrenciales, fuentes hídricas, etc.
- Inspección geológico – geotécnica y de fuentes hídricas en campo, mapeo de inventario de procesos de remoción en masa, inundación o avenidas torrenciales.
- Levantamiento topográfico y batimétrico (topobatimetría, si es por inundación o avenidas torrenciales la amenaza o el riesgo). En el cauce respectivo de estudio se deben realizar secciones cada 50 m con nivel de precisión de 1 m, para lo cual se deben considerar la morfodinámica del cauce y el régimen de variación de los niveles del mismo anual y multianual y en todo caso ser complementado con el levantamiento topográfico. El levantamiento topográfico debe incluir la localización planimétrica y altimétrica de todos los detalles relevantes tales como paramentos, redes de servicios públicos, cercas, cauces, estructuras, andenes, sardineles, vías, sumideros, separadores, árboles, postes de energía, postes de teléfono, pozos y en general la información existente en terreno. Se incluirán curvas de nivel cada 1 m. Este ítem deberá abarcar secciones transversales cada 50 m y 200 m de longitud a partir de cada margen del cauce. La batimetría del cauce se deberá realizar por el método de badeo. En la topobatimetría se deberán materializar en campo mojones georreferenciados en Sistema de Referencia Espacial MAGNA SIRGAS del IGAC, con coordenadas debidamente certificadas por esta entidad (mínimo 3 mojones). La topobatimetría deberá presentarse en formato raster, .shp y .dwg, georreferenciada en origen Bogotá Datum Magna Sirgas.

8.2.2.3 Trabajo de Campo

A partir del análisis de la información recolectada y de las actividades desarrolladas en la investigación preliminar y reconocimiento de campo, se deberán definir los sitios críticos a intervenir con medidas de control de procesos de remoción en masa, inundación y avenidas torrenciales.

- Planeación del trabajo de campo (según fotointerpretación definida), reconocimiento y exploración geológica de campo, medición de discontinuidades (si afloran en el área de estudio), exploración del subsuelo, determinación definitiva de columnas estratigráficas, espesores, texturas y asociación de estratos, estructuras geológicas, unidades morfológicas, identificación del origen, estado actual, dinámica morfológica y formulación del modelo geológico –



geomorfológico del sitio crítico.

- Investigación del subsuelo. Perforaciones mecánicas por rotación y lavado para lo cual el metraje en cada uno de los sitios críticos se determinará dependiendo de las condiciones de sitio y se deberá prever la exploración para el diseño de las obras a implementar, así como para la determinación del modelo geológico-geotécnico. Se debe realizar el ensayo de SPT así como el muestreo alterado e inalterado del suelo, utilizando para esto tubo shelby, split spoon y broca NQ para la extracción de muestras de roca si es el caso.
- Ensayos de laboratorio: se deberán realizar el número de ensayos de humedad natural, peso unitario, clasificación (granulometría y límites de consistencia), granulometría por lavado, compresión confinada, corte directo consolidado-drenado y consolidación en cada uno de los sitios críticos. Determinación de la granulometría del cauce para realizar análisis de sedimentación y socavación si es por inundación o avenidas torrenciales

8.2.2.4 Modelación y Diseño de Obras Ingenieriles

Para el desarrollo de esta fase se plantea la realización de las siguientes actividades:

- Cartografía y modelo digital de terreno de la zona de estudio. Como resultado del levantamiento topográfico y batimétrico si es el caso, se elaborará cartografía a escala de detalle, con curvas de nivel cada 1 m y el Modelo Digital de Terreno – DTM con tamaño de pixel de 15 cm. La cartografía digital debe ser estructurada en una Geodatabase en el Sistema de Información Geográfica ArcGis 9.3 o superior, referidos en el Sistema de Referencia Espacial MAGNA SIRGAS del IGAC.
- Análisis geológico y geomorfológico. Incluye la revisión de la información de los estudios realizados por el Servicio Geológico Colombiano y la información con la que cuente la CAR y el POT Municipal, entre otros. Además de los aspectos observados en los recorridos de campo y con la fotointerpretación, a el fin de identificar los rasgos litológicos y procesos morfodinámicos existentes. Como resultado de ésto se genera un mapa geológico y geomorfológico ajustado a escala de detalle, así mismo, y en escala detallada se realizaran un mapa de geología y geomorfología local de los sitios críticos.
- Modelo de revegetalización.
 - Distribución de material vegetal (modelos con mapas).
 - Especies recomendadas.
 - Priorización por sistemas radiculares.
 - Manejo de árboles en riesgo.



- Análisis hidrológico
 - Consultar la información secundaria disponible, que junto a las visitas de campo, se logra caracterizar físicamente las condiciones hidrológicas.
 - Recopilación de información hidrometeorológica para obtener y manipular los valores de precipitación, temperatura, evaporación o brillo solar, con base en la cual se debe adelantar la respectiva evaluación de los aspectos climatológicos de la. Se deberán generar curvas IDF a partir de la estaciones hidroclimatológicas seleccionadas, a las cuales se le debe realizar el respectivo tratamiento de datos (análisis de consistencia de datos), con el fin de obtener resultados óptimos en la generación de caudales y de crecientes a diferentes periodos de retorno.
 - El modelo hidrológico deberá contemplar la información necesaria para poder calibrar y validar los modelos propuestos.
 - Se debe realizar un análisis morfométrico y morfodinámico de la respectiva cuenca.
 - Se debe realizar un análisis de transporte de material sólido y líquido, incluyendo variables como pendiente del cauce, pendiente del valle, sección del cauce, sinuosidad, longitud de onda, entre otras.

- Análisis Hidráulico.
 - Inicialmente incluye la revisión de información secundaria y la revisión de antecedentes de inundación, avenidas torrenciales, flujos de escombros o flujos de detritos; el análisis del manejo actual de las aguas de escorrentía y la realización de un inventario de procesos de inundación y torrencialidad; la observación en la visita de campo y registros que muchas veces son suministrados por los mismos habitantes del casco urbano o zona rural.
 - Comportamiento hidráulico del respectivo cauce, producto del análisis hidrológico realizado previamente.

- Cálculo de Caudales y Modelación Hidráulica. Teniendo en cuenta la información adquirida de las estaciones hidrometeorológicas en el análisis de información hidrológica se realiza el cálculo y determinación de cotas de inundación. La modelación hidráulica corresponde a la modelación de las condiciones presentadas en el respectivo cauce. Como resultado del anterior análisis se debe elaborar el mapa de áreas de inundación a escala detallada para diferentes periodos de retorno (2.33, 15, 50 y 100 años) y la respectiva delimitación del área del componente hidrológico.
 - Los modelos hidrológicos e hidráulicos deberán contemplar la información necesaria para poder calibrar y validar los modelos propuestos.

- Diagnóstico (Según sea el caso)



- Diagnóstico por procesos de remoción en masa
- Diagnóstico por procesos de inundación
- Diagnóstico por avenidas torrenciales

- Dinámica Fluvial y Morfología: Para este análisis se debe tener en cuenta las variables geología, clima, relieve, tiempo, uso del suelo, permeabilidad, cobertura vegetal, caudal líquido y carga de sedimentos. De igual manera se debe realizar un análisis de transporte de sedimentos aplicando modelos de simulación capaces de representar las condiciones actuales y que pueda predecir los posibles sitios de sedimentación y socavación.

- En los puntos donde se prevean obras de protección de cauce para mitigación y/o control, se deben realizar estudios de socavación general, transversal, en curvas y local.

- Caracterización de factores detonantes
 - Análisis de lluvias: Estudio de registros pluviométricos y pluviográficos disponibles, determinación de lluvias de diseño.
 - Análisis de intervención antrópicas para lo cual se deberá tener en cuenta información antecedente, fotointerpretación, comprobación de campo, condiciones y parámetros de diseño, recomendaciones y restricciones al uso actual y futuro del suelo.

- Análisis geotécnicos.
 - Análisis de respuesta hidrológica, variación del nivel freático, variación de las presiones de poros.
 - Análisis de estabilidad: análisis de equilibrio límite pseudo estático considerando sismo y lluvia, estabilidad actual o estabilidad definitiva según obras de estabilización.

- Diseños.
 - Acciones desde el punto de vista de control y estabilización de los procesos de remoción en masa, inundación y avenidas torrenciales (diseño de obras ingenieriles). Estas acciones deben poseer una articulación con los instrumentos y obligaciones de las entidades a nivel municipal, departamental y ambiental.
 - Diseño de detalle de obras hidráulicas, geotécnicas y estructurales requeridas en cada uno de los sitios críticos a intervenir en áreas con condición de amenaza o riesgo, las cuales deberán ser avaladas previamente por parte del municipio, teniendo en cuenta factores técnicos, ambientales, normativos, riesgo/estabilización y económicos. Incluyen informes de diseño, secciones trasversales, perfiles, detalles constructivos,



planos detallados planta-perfil, especificaciones técnicas, cantidades de obra, memorias de cálculo y todos los demás insumos que se hagan necesarios para dar soporte técnico al diseño de las obras propuestas.

- Manejo de aguas superficiales y subsuperficiales.
- Estructuras de contención.
- Coberturas vegetales y soluciones bioingenieriles. Programas de reforestación.
- Presupuesto detallado de las acciones requeridas. Análisis de precios unitarios.
- Programación de obras.

Dentro de las medidas de control a considerar se encuentran la restricción del uso del suelo, la reubicación de familias, la congelación de desarrollo urbanístico, la definición de zonas de aislamiento, la información pública y la implementación de obras de protección y control.



9 INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

El municipio deberá complementar el documento para la inclusión del riesgo en el POT, con la determinación de las restricciones normativas que garanticen el cumplimiento de los preceptos que por identificación de zonas con Condición de Amenaza o zonas con condición de riesgos hayan identificado en el estudio de revisión del PBOT. Que en el articulado se expresen de manera clara y contundente las acciones que desde la norma se determinan para que se legitimen las decisiones estipuladas en el plan. En resumen y de acuerdo a lo establecido en el decreto 1807 de 2014, determinar las medidas de intervención, orientadas a establecer restricciones y condicionamientos mediante la determinación de normas urbanísticas.



10 CONCLUSIONES

PARA INUNDACIONES

- Tanto el Rio Frio como el Rio Bogota cuentan en algunos tramos con dificultad para transitar los caudales calculados para periodos de retorno de 2.33, 50 y 100 años por lo que las medidas de mitigación propuestas en le presente documento se enfocan principalmente a estas zonas.
- Es necesario resaltar que el modelamiento hidráulico efectuado no tuvo en cuenta transporte de sedimentos, debido a la falta de información de campo, este ítem es relevante para los dos cuerpos de agua, pues como se evidenció en la información suministrada y por los caudales extremos calculados, puede tener afectación sobre las profundidades de flujo determinadas y modificaciones geométricas sobre las secciones transversales del rio.
- Independientemente de la incertidumbre generada por los sedimentos transportados, se recomienda tomar las medidas necesarias para respetar la ronda hidráulica de 30 metros tanto para el Rio Frio como para el Rio Bogotá en su paso por el municipio.
- El rio Bogota, presenta una menor intrusión en la parte alta de la ronda, sin embargo esta aumenta hacia la parte media y media-baja del municipio, aunque como se evidencio en la modelación, el riesgo de inundación hacia la parte urbana es bajo, no se puede despreciar el efecto erosivo del agua y los sedimentos y rocas que transporta, los cuales modifican la sección transversal del rio, especialmente en zonas de curvas y meandros, generando inestabilidad geotécnica a las edificaciones que se fundaron dentro de la ronda hidráulica del rio.
- Para el rio Frio, teniendo en cuenta que en algunos tramos no cuenta con la capacidad hidraulica suficiente para los periodos de retorno evaluados y que tienen una baja frecuencia de ocurrencia, por la acción erosiva del agua y los materiales que puede transportar, se establece una zona de amenaza media. Por las razones expuestas las viviendas edificadas alrededor de las orillas del rio son vulnerables cuando se presenten eventos extremos.



PARA REMOCION EN MASA

A continuación se presenta un cuadro conceptual para la definición de políticas, objetivos y estrategias territoriales de mediano y largo plazo en el *componente general*

Las políticas de largo plazo para la ocupación y manejo del suelo y demás recursos naturales.	Objetivos de mediano y largo plazo.	Estrategias de mediano y largo plazo
<p>Cimentar una base institucional y administrativa apropiada que ante situaciones de Riesgo y desastre natural o antrópico, permita evitar o reducir la pérdida de vidas y los efectos adversos que puedan afectar los bienes naturales, ambientales y de patrimonio de los habitantes del municipio de Chía.</p>	<p>Proteger la vida y el patrimonio de los habitantes de Chía frente a la ocurrencia de un evento de origen antrópico y natural.</p> <p>Consolidar un marco institucional y administrativo que permita ante situaciones de riesgo y desastre natural o antrópico evitar o reducir la pérdida de vidas y los efectos que puedan ocasionar sobre los bienes naturales, ambientales, la vida y los bienes de los habitantes del municipio de Chía.</p> <p>Fortalecer las capacidades institucionales y de gestión que permitan la implementación de acciones estructurales para la reducción del riesgo por avenidas torrenciales, inundaciones y remoción en masa.</p>	<p>Implementar instrumentos de gestión, que permitan a la administración municipal contar con herramientas legales y técnicas, para prevenir el riesgo.</p> <p>Adelantar acciones de prevención, vigilancia y control ante riesgos por inundación, y remoción en masa, señalización de áreas de retiro a fuentes hídricas, reubicación de viviendas en zonas de alto riesgo no mitigable.</p> <p>Respetar y hacer cumplir la normativa de uso del suelo que se establezca para los suelos de protección por riesgo.</p>
<p>Orientar los procesos de uso y ocupación y transformación del territorio del municipio de Chía.</p>	<p>Adoptar e incorporar la zonificación de las áreas de amenaza y riesgo por movimientos en masa, avenidas torrenciales e inundación para la zona urbana y rural del municipio de Chía.</p>	<p>Definir los condicionamientos y restricciones al uso del suelo, con base en los mapas adoptados para localizar los asentamientos, la infraestructura física, los equipamientos colectivos y las actividades socio-económicas de acuerdo con la aptitud del territorio.</p> <p>Reglamentar las actividades rurales para no incrementar las situaciones de riesgo por remoción en masa,</p>



Las políticas de largo plazo para la ocupación y manejo del suelo y demás recursos naturales.	Objetivos de mediano y largo plazo.	Estrategias de mediano y largo plazo
		<p>inundaciones y avenidas torrenciales</p> <p>Ajustar los tratamientos urbanísticos, usos del suelo y normas conforme a los resultados de zonificación de áreas con condición de amenaza y riesgo definidos en los estudios básicos de zonificación de amenaza por movimientos en masa, avenidas torrenciales e inundaciones para el municipio de Chía</p> <p>La armonización del POT con el Plan Municipal de Gestión de Riesgo de Desastres según lo establece el Decreto 1807 de 2014.</p>
<p>Priorizar la localización segura y los procesos de reasentamiento de las familias localizadas en zonas de amenaza alta en el área rural.</p>	<p>Garantizar el reasentamiento de las familias localizadas en zonas alto riesgo por inundación, remoción en masa y avenidas torrenciales en la zona urbana y rural del municipio de Chía</p> <p>Orientar la reducción de la vulnerabilidad de las construcciones frente al riesgo de amenazas sísmica, mediante la aplicación estricta del código nacional de sismo resistencia y el establecimiento de los mecanismos de control urbano a las edificaciones.</p>	<p>Impulsar el control urbano para velar por el cumplimiento de la norma sismo resistente, con el fin de reducir la vulnerabilidad de las construcciones frente al riesgo sísmico.</p>
<p>Consolidar, proteger, conservar, recuperar y rehabilitar los suelos de protección por riesgo.</p>	<p>Definir las estrategias de recuperación y rehabilitación de las zonas desalojadas, para evitar una nueva reocupación.</p> <p>Declarar e incorporar a los suelos de protección por riesgo las zonas de alta amenaza y áreas con</p>	<p>Formular y desarrollar acciones para la recuperación de zonas desalojadas por procesos de reasentamiento para evitar su posterior ocupación.</p>



Las políticas de largo plazo para la ocupación y manejo del suelo y demás recursos naturales.	Objetivos de mediano y largo plazo.	Estrategias de mediano y largo plazo
	condición de riesgo del municipio de Chía	
Gestionar recursos y enfocar acciones para la implementación de programas de manejo y mitigación del riesgo en los asentamientos que se encuentran en zonas con condición de riesgo y amenaza.	Implementar las medidas estructurales y no estructurales definidas las zonas expuestas con condición de riesgo o amenaza, priorizando las medidas de corto plazo para garantizar la integridad de la población que se encuentra localizada en estas zonas.	Gestionar los recursos necesarios para la implementación de las medidas priorizadas ante las entidades del orden nacional: Fondo de Adaptación y la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo-UNGRD, Regionales: Fondo Departamental para la Gestión del Riesgo, CAR-Cundinamarca y Plan de Desarrollo Municipal y Fondo municipal de Gestión del Riesgo.



11 BIBLIOGRAFIA

Chow, Ven Te., "Handbook of Applied Hydrology", McGraw Hill Book Company, 1984.

Chow V.T., Maidment D.R., Mays L.W., "Applied Hydrology", McGraw-Hill International Editions, Civil Engineering Series, New York, U.S.A., 1988.

EPA: Agencia de Protección Medioambiental de los Estados Unidos. Capítulo 11.19.1 (Sand and Gravel Processing) AP-42. Capítulo 11.19.2 (Crushed Stone Processing and Pulverized Mineral Processing) AP-42. Capítulo 11.9. (Western Surface Coal Mining, appendix B "Review of Surface Coal Mining Emisión Factors") AP-42. Capítulo 13.2 (Miscellaneous Sources) AP-42. Quinta edición. 1995.

Hidrología para estudiantes de Ingeniería Civil Pontificia Universidad Católica del Perú Wendor Chereque Morán Pág. 56. 1989.

U. S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, Generalized Computer Program, "HEC-HMS, Hydrologic Modelling Center", September 2008, Versión: 3.3, Copyright 2008 Haestad Methods, Inc

Vargas M. R., Díaz - Granados D. M, "Curvas Sintéticas Regionalizadas de Intensidad - Duración - Frecuencia para Colombia", sin fecha



12 ANEXOS

ANEXO 1. PLANO PUNTOS CRÍTICOS.

ANEXO 2. PLANOS INUNDACION

ANEXO 3. PLANOS REMOCION EN MASA

ANEXO 4. PLANOS AVENIDAS TORRENCIALES

ANEXO 5. PLANOS INCENDIOS

ANEXO 6. RELACION ÁREA DE AFECTACIÓN DE PREDIOS URBANOS Y RURALES.