ANEXO

ESPECIFICACIONES TECNICAS DETALLADAS

ELABORAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DINÁMICA DE LOS CUERPOS HÍDRICOS PRIORIZADOS EN LAS CUENCAS DE LOS RÍOS BOGOTÁ, NEGRO Y SUMAPAZ

FASE I. INVESTIGACIÓN PRELIMINAR Y RECONOCIMIENTO DE CAMPO

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

1. Definición del área de estudio:

Se definirá el área de estudio, con base en visitas de campo de verificación conjunta (Supervisión de la CAR – Interventor - Consultor) de las condiciones de las zonas que presentan susceptibilidad a procesos de remoción en masa, inundaciones y/o avenidas torrenciales, la cual deberá contener la totalidad de las áreas con afectaciones. Para la realización de las visitas se deberá hacer una revisión preliminar de los documentos técnicos emitidos por Corporación y la información secundaria relevante consultada. Una vez definida el área en campo se deberá plasmar la misma en un plano a una escala que permita delimitar la zona de estudio de manera precisa mediante la definición de coordenadas de los vértices principales.

1.1 Localización:

El consultor realizará los estudios y diseños detallados para la mejora de la estabilidad dinámica de los cuerpos hídricos de la cuenca del río Bogotá, Negro y Sumapaz y la mitigación del riesgo en los sitios descritos en la siguiente tabla:

No.	Ubicación	Cuenca	Coordenadas	Informe Técnico	Dirección Regional	Descripción
1	Vereda Hungría, Sector Santa Marta en la jurisdicción del municipio de La Mesa, Cundinamarca, dentro de la cuenca del Río Apulo	Río Bogotá	E: 4831608.7 N: 2070990.8 E: 951050 N:1004953.9	IT DRTE N° 2887 del 4 de diciembre de 2023	DRTE	En esta área, se observa una curvatura moderada del cauce, generando cambios de alineamientos y provocando procesos erosivos sobre ambas márgenes. En este sector se presenta a su vez fenómenos de arrastre y deposición de sedimentos que generan bifurcaciones del cauce de aguas menores, provocando aumento en los procesos erosivos. Este sector se caracteriza por una degradación significativa de las bancas fluviales, lo que ha dado lugar a intensos procesos erosivos que afectan la estabilidad del y condiciones de inestabilidad dinámica del cauce. Adicional a la alta inestabilidad del cauce, debido a la erosión e inestabilidad de las márgenes, se ha presentado colapso de viviendas y muros de contención en la ribera, desviando o interrumpiendo el flujo natural del agua y contribuyendo al colapso de bancas. Estos

						procesos han generado pérdida de vegetación en la zona es evidente, lo que agrava los fenómenos de erosión y socavación. En la zona existía un muro de protección el cual actualmente colapsó por la alta energía de la corriente, causando alteraciones en la estructura natural del cauce y modificando la sección hidráulica del río dentro de un efecto rebote.
2	Vereda San Joaquín, Barrio El Carmen jurisdicción del municipio de La Mesa, Cundinamarca, dentro de la cuenca del río Apulo.	Río Bogotá	E: 4831346.4 N: 2070697.3 E: 950787.5 N: 1004953.5	IT DRTE N° 1021 del 15 de julio de 2022.	DRTE	Se identificó que la zona en observación presenta diferentes niveles de amenaza por movimientos en masa, así como fenómenos erosivos y de desbordamientos cuyo colapso de bancas podría poner en riesgo la estabilidad dinámica del cauce. En este sector se evidencia en un tramo de sesenta (60) metros colindantes con el río Apulo, socavación del talud derecho del cauce con pérdida de bancada, lo que incrementa el riesgo de deslizamientos. Asimismo, se constató la presencia de viviendas cercanas al río, lo que aumenta la vulnerabilidad de las bancas ante posibles eventos de remoción en masa y obstrucción parcial del cauce. Se observó una acumulación significativa de sedimentos en el costado central e izquierdo del río, lo que intensifica los procesos de socavación sobre el talud derecho colindante. Por último, se identificó la existencia de vertimientos directos a la fuente hídrica, lo que representa un riesgo adicional para la calidad del agua y el equilibrio ecológico del ecosistema fluvial.
3	Vereda La Trinita, Sector Los Almendros – Los Naranjos en la jurisdicción del municipio de La Mesa, Cundinamarca, dentro de la cuenca del Río Apulo.	Río Bogotá	E:4831346.5 N: 2070210.7 E: 950788.8 N:1004173.1	IT DIA N° 010 del 4 de marzo de 2022	DRTE	se evidenció que en esta zona se presentan graves procesos de erosión y pérdida de bancas fluviales, lo que compromete la estabilidad de las márgenes del río. Además, se identificaron dos tipos de fenómenos hidráulicos que afectan el lecho del río: socavación, sedimentación y erosión lateral, propios de la dinámica natural del cauce. La socavación se produce por el lavado de material particulado fino desde el talud, mientras que la sedimentación ocurre debido al arrastre de material depositado en las curvaturas cortas del cauce, lo que genera una acumulación excesiva de sedimentos. Por otro lado, la alta curvatura del cauce genera mayores impactos e inestabilidad sobre la margen izquierda. La zona se caracteriza por tener terrenos constituidos por grandes bloques subangulares a sub redondeados de arenisca, junto con depósitos de talud indiferenciados. Estas condiciones geológicas favorecen el arrastre de material propio

						de la dinámica normal del río, lo que provoca transformaciones en el uso del suelo y cambios en el flujo natural del agua. Como consecuencia de la pérdida de velocidad en el río por la alta curvatura, en la zona opuesta se depositan materiales finos y gravas arrastradas por la corriente principalmente hacia la margen derecha, afectando aún más la estructura y el equilibrio del ecosistema fluvial. La Fotografía 3 a continuación, muestra una vista aérea de las condiciones actuales del punto priorizado 3, así como la curvatura del cauce
4	Vereda Santa Lucia Sector El Tigre, en la jurisdicción del municipio de La Mesa, Cundinamarca, dentro de la cuenca del Río Apulo.	Río Bogotá	E: 4831077.3 N: 2069881.1 E: 950520 N: 1003842.9	IT DRTE N° 0897 del 26 de octubre de 2016	DRTE	se constató que la fuente hídrica se encuentra sedimentada por material rocoso de diversos diámetros generando reducción en la sección hidráulica y afectación en la dinámica del cauce. Este depósito de sedimentos ha causado pérdidas del vaso hidráulico y una divagación del cauce, lo que afecta la estabilidad y la funcionalidad natural del río. Además, se observan procesos de socavación en las orillas de la zona de estudio, los cuales están afectando directamente las viviendas cercanas al cauce, poniendo en riesgo su estabilidad. Las viviendas ubicadas en esta área también están expuestas a amenazas de inundación debido a su proximidad a la ronda hídrica del Río Apulo. La zona se caracteriza por la presencia de curvaturas en el cauce, en las cuales se forman islotes que desvían la línea de flujo del agua, lo que genera aún más procesos de erosión y sedimentación
5	Vereda Ojo de Agua, Sector Parcela No. 23 en la jurisdicción del municipio de La Mesa, Cundinamarca, dentro de la cuenca del Río Apulo	Río Bogotá	E: 4830808.3 N: 2069807.6 E: 950251 N: 1003769	IT DRTE N° 1553 del 1 de agosto de 2023.	DRTE	Esta zona se caracteriza por una curvatura moderada en el cauce, especialmente en la margen derecha, donde el río ha aumentado su curvatura, generando socavación en esa orilla, así como inestabilidades, la cual debido a la altura del talud puede provocar colapso de bancas y obstrucción parcial de cauce. Al mismo tiempo, se ha producido un depósito de material en el costado izquierdo y central del cauce, alterando su dinámica natural. En la zona se observan afloramientos rocosos y procesos erosivos en las orillas del cauce, lo que está generando cambios significativos en la estructura natural del río.

6	Vereda Ojo de Agua, Sector La Esmeralda en la jurisdicción del municipio de La Mesa, Cundinamarca, dentro de la cuenca del Río Apulo.	Río Bogotá	E: 4830043.1 N: 2068793.2 E: 949486.9 N:1002752.9	IT DIA N° 014 del 16 de marzo de 2022.	DRTE	En este punto, se presenta socavación lateral en la margen derecha, lo que está comprometiendo la estabilidad de la ribera. Por otro lado, en la margen izquierda se observa una acumulación de sedimentos producto de la reducción de la energía del flujo producto de la curvatura del cauce, lo cual altera la dinámica del flujo en la zona, propiciando de esta manera la erosión lateral y el aumento en la curvatura del cauce. Debido el riesgo de que estos fenómenos continúen afectando la estabilidad del cauce y las zonas circundantes, es imperativo la implementación de una estructura lateral de protección. Esta estructura, con una extensión aproximada de doscientos (200) metros, tiene como objetivo principal mitigar los efectos de la socavación y sedimentación, protegiendo así la integridad de las márgenes del río y previniendo daños adicionales a las áreas cercanas.
7	Vereda Santa Ana, en la jurisdicción del municipio de Anapoima, Cundinamarca, dentro de la cuenca del Río Apulo	Río Bogotá	E: 4829024.1 N: 2067800.2 E: 948469 N:1001757.9	IT DIA N° 010 del 4 de marzo de 2022	DRTE	Se identificó un cambio significativo en el alineamiento del cauce del río debido a las crecientes. Este fenómeno ha generado una bifurcación en el flujo del agua y colapso de estructuras existentes, lo que ha provocado un cambio significativo en el paisaje de la zona y está afectando la dinámica natural del río. Además, se observan procesos erosivos activos que están comprometidos con la estabilidad de las riberas del río, contribuyendo a la modificación continua del entorno. Las bajas pendientes de la zona están generando una erosión lateral pronunciada debido a la inercia del flujo en zonas de curvatura, mientras que, en la curva interna, la sedimentación prevalece debido a la reducción en la sección hidráulica y de la energía del flujo. Como resultado de esta baja pendiente, se ha perdido aproximadamente 60 metros de orilla en la zona de corriente, dejando expuestas construcciones de vivienda e infraestructura, así como aumentando el riesgo de inestabilidad en la corriente. En vista de estos riesgos, la generación de meandros pronunciados y la constante modificación del cauce, es imperativo la construcción de una estructura lateral de protección para evitar el avance de los procesos erosivos y el aumento en la inestabilidad del cauce, lo cual puede provocar efectos adversos en la zona

8	Vereda Lutaima, Sector El Progreso en la jurisdicción del municipio de Anapoima, Cundinamarca, dentro de la cuenca del Río Apulo.	Río Bogotá	4828743.4 N: 2067495.6 E: 948188.6 N:1001452.7	IT DRTE N° 1476 del 25 de julio de 2023.	DRTE	En la zona se evidencian procesos de socavación, los cuales han provocado la pérdida de terreno y de vegetación tipo cerca que bordeaba el río, lo que está afectando la integridad de las márgenes fluviales. Asimismo, se observó que las precipitaciones recientes han acentuado estos procesos de socavación en los taludes aledaños al río, con sedimentación acumulada en el costado derecho del cauce, mientras que en el punto específico de observación, la sedimentación se concentra en el costado izquierdo, lo que intensifica la erosión en esa zona. Aproximadamente cien metros aguas abajo, se presenta una curvatura pronunciada, en la cual se observa una socavación del talud a una altura aproximada de quince metros, lo que ha ocasionado la pérdida de la bancada, material vegetal y afectaciones a la infraestructura vial en las cercanías. Dado los riesgos observados, se hace necesario implementar una estructura lateral de protección marginal para mitigar los efectos de la socavación y la sedimentación, con el objetivo de proteger las márgenes del río y reducir los riesgos de daños adicionales a la zona.
9	Vereda Santa Lucía, Sector El Caobo y Lote 2 en el municipio de Anapoima, Cundinamarca, dentro de la cuenca del Río Apulo.	Río Bogotá	E: 4828678.7 N: 2067375.2 E: 948188.6 N:1001452.7	IT DRTE N° 0811 del 18 de octubre de 2016	DRTE	Se evidenció que la dinámica del río es inestable, con variaciones en las orillas del cauce. En algunos tramos, se presentan desplazamientos laterales de los materiales de los taludes, que no logran soportar los esfuerzos generados por el flujo del agua, lo que ocasiona procesos erosivos en las márgenes exteriores y la acumulación de sedimentos en las márgenes interiores. Además, se observan depósitos aluviales que indican una continua variabilidad en el curso del río, con desviaciones constantes en su trayectoria. Este comportamiento está generando cambios en la sección hidráulica del río, especialmente en las zonas de curvaturas pronunciadas en el cauce, lo que incrementa el riesgo de erosión activa y afecta la estabilidad del suelo de la zona.
10	Vereda Lutaima, Sector Puente Lutaima en el municipio de Anapoima Cundinamarca, dentro de la cuenca del Río Apulo	Río Bogotá	E: 4828536.8 N: 2066156.5 E: 947983.9 N:1000112.7	N.R Punto identificado DIA - FIAB	DRTE	Esta área se caracteriza por una baja curvatura en el cauce del río, lo que genera riesgos de procesos erosivos activos que comprometen la estabilidad del suelo. Estos procesos asociados a la inestabilidad dinámica pueden provocar cambios en el alineamiento del cauce, afectando a su vez la infraestructura aledaña y generando riesgos de obstrucción parcial del cauce por colapso de bancas. Esta condición puede causar interrupción

						el tránsito en la zona y exponiendo las infraestructuras viales a posibles desbordamientos del río.
11	Vereda San Antonio, Sector Araucania en el municipio de Anapoima, Cundinamarca, dentro de la cuenca del Río Apulo	Río Bogotá	E: 4828572.2 N: 2065062.2 E: 948021 N:999017.9	N.R Punto identificado DIA - FIAB	DRTE	El cauce presenta una pronunciada curvatura hacia la derecha, provocando erosiones en la margen izquierda. Esta zona presenta deterioro de estructuras en estado de colapso, así como otras que se encuentran en riesgo debido a los procesos activos de erosión que afectan la estabilidad del terreno.
12	Vereda San Antonio, Sector PTAR en el municipio de Anapoima, Cundinamarca, dentro de la cuenca del Río Apulo	Río Bogotá	E: 4827693.6 N: 2064420.8 E: 947142.9 N:998374.9	N.R Punto identificado DIA - FIAB	DRTE	Zona donde la curvatura del cauce propicia la erosión en la margen izquierda principalmente. En esta área se encuentra el punto de descarga de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del municipio de San Antonio del Tequendama. Además, se caracteriza por una alta curvatura en el cauce fluvial y la presencia de procesos erosivos activos que afectan la morfología del terreno.
13	Vereda Palenque, Sector Las Palmeras en la jurisdicción del municipio de Anapoima, Cundinamarca, dentro de la cuenca del Río Apulo	Río Bogotá	E: 4824809.1 N: 2062506.0 E: 944260 N:996454.9	IT DIA N° 05 del 22 de febrero de 2022	DRTE	Se identificó un proceso de socavación lateral en la margen izquierda, el cual está afectando un paso peatonal en la zona. Asimismo, se observó sedimentación acumulada sobre la margen derecha, junto con un represamiento de palos y troncos en el cauce, lo que está obstruyendo el flujo natural del río. En esta zona, el cauce presenta una curva de mediana amplitud, la cual está siendo afectada por procesos erosivos activos que están generando inestabilidad en las márgenes fluviales y modificando la morfología del cauce. Estos fenómenos ponen en riesgo tanto la integridad de las márgenes como la seguridad de las infraestructuras cercanas. Ante esta situación, se hace necesaria la implementación de una estructura lateral de protección marginal para mitigar los efectos de la erosión y proteger la zona de estudio.
14	Barrio La Agronómica, casco urbano del municipio de Apulo, Cundinamarca, dentro de la cuenca del Río Apulo	Río Bogotá	E: 4824057.6 N: 2058617.9 E: 944265.8 N:992565	IT DRTE N° 0746 del 16 de septiembre de 2016	DRTE	se identificó una pérdida progresiva de terreno debido a los efectos de socavación del cauce del río. Este fenómeno está afectando tanto el talud de la ribera como las viviendas cercanas a la zona, generando riesgos para la infraestructura local. Se observó que en la zona existe un tramo de alta curvatura en el cauce, lo que ha favorecido el desarrollo de procesos erosivos activos que comprometen la estabilidad del suelo en las

						márgenes. Además, en el sector se identificaron afloramientos rocosos que están alterando el flujo natural del agua y acelerando los procesos de erosión. En la margen izquierda, se ha construido una serie de espolones con el fin de mitigar la afectación del talud marginal. Sin embargo, estas estructuras de protección ya se encuentran socavadas y no están logrando frenar los procesos erosivos. Como consecuencia, se presenta un alto grado de inundación en las viviendas ubicadas en esta zona, lo que aumenta el riesgo de daño a la infraestructura y a las personas que habitan en el área.
15	Barrio El Campín, casco urbano del municipio de Apulo Cundinamarca, dentro de la cuenca del Río Apulo	Río Bogotá	E: 4823454.4 N: 2057630.3 E: 942911.9 N:991575	IT DRTE N° 0746 del 16 de septiembre de 2016	DRTE	Se evidenciaron procesos erosivos activos que afectan la estabilidad del suelo en la zona, poniendo en riesgo las estructuras cercanas, especialmente las viviendas ubicadas cerca del cauce del río. Asimismo, se identificó una invasión de la ronda hídrica, lo que significa que las áreas naturales destinadas para la protección del cuerpo de agua están siendo ocupadas por viviendas y actividades humanas. Esta situación agrava los riesgos de erosión y desestabilización del terreno, ya que las bancas están siendo alteradas por la presencia de infraestructura, aumentando el riesgo de inestabilidad dinámica del cauce. Teniendo en cuenta lo anterior, se hace necesario implementar una estructura lateral de protección marginal que permita mitigar los riesgos derivados de los procesos erosivos y restaurar la funcionalidad natural de la ronda hídrica.
16	Barrio bosques del Río y la vereda La Naveta, municipio de Apulo Cundinamarca, dentro de la cuenca del río Apulo	Río Bogotá	E: 4823439.3 N: 2057551.3 E: 942896.9 N:991495.9	IT DRTE N° 1473 del 25 de julio de 2023	DRTE	Se evidenció la presencia de viviendas dentro de la ronda hídrica, procesos de socavación de los taludes colindantes, afloramiento rocoso uniforme en toda la sección del río y una erosión progresiva de las orillas, atribuida a modificaciones hidráulicas. Estas condiciones generan un alto riesgo ambiental y estructural, por lo que se requiere la implementación de una estructura lateral de protección marginal para mitigar la erosión, estabilizar el área y reducir la vulnerabilidad a inundaciones.

17	Barrio Fátima del municipio de Apulo, Cundinamarca, dentro de la cuenca del Río Apulo	Río Bogotá	E: 4823354.0 N: 2057318.6 E: 942812 N:991263	IT DRTE N° 0297 del 11 de marzo de 2022	DRTE	En esta zona, se observa una invasión de la ronda hídrica, lo que significa que las áreas destinadas para la protección del cuerpo de agua están siendo ocupadas por viviendas y actividades humanas. Además, se evidencian la formación de taludes a partir de adecuaciones hidráulicas, así como procesos erosivos y la exposición de elementos geológicos, factores que afectan negativamente la calidad y la estabilidad del recurso hídrico.
18	Vereda La Violeta del municipio de Sopó Cundinamarca, dentro de la cuenca del Río Teusacá	Río Bogotá	E: 4893193.8 N: 2097924.2 E:1012628 N:1031998.9	IT DRSC N° 0510 del 23 de mayo del 2024	DRSC	Se detectaron diversos problemas relacionados con la estabilidad de las bancas y el proceso de socavación en el jarillón del río Teusacá. También se observó un deterioro significativo en el terraplén del río, lo cual ha ocasionado grietas y fisuras en varias áreas del terreno. Debido a estos problemas, se recomienda llevar a cabo estudios hidrológicos, hidráulicos y geotécnicos para determinar el tipo de estructura más adecuada, así como posibles ampliaciones de las existentes. La estructura final debe asegurar el paso libre del agua, evitando obstrucciones provocadas por la acumulación de material sedimentado.
19	Vereda La Violeta del municipio de Sopó Cundinamarca, dentro de la cuenca del Río Teusacá.	Río Bogotá	E: 4892924.8 N: 2098451.3 E:1012358.8 N: 1031998.5	IT DRSC N° 0947 del 05 de agosto del 2024	DRSC	La inestabilidad dinámica del cauce es de gran importancia debido a posibles efectos secundarios adicionales para las comunidades cercanas a la cuenca, debido a posibles impactos en la infraestructura y afectaciones en la accesibilidad. Además de la amenaza natural por inundación, se observó una problemática adicional relacionada con una vivienda ubicada en las proximidades del jarillón, la cual con el avance en procesos erosivos podría tener riesgo de colapso afectando la capacidad de drenaje del cauce. Este debilitamiento incrementa el riesgo de fallas en el sistema de defensa del río, lo cual podría provocar desbordamientos o afectaciones adicionales en el área circundante, exacerbando los efectos de las inundaciones.
20	Urbanización Bilbao en el municipio de Madrid Cundinamarca, dentro de la cuenca del Río Subachoque	Río Bogotá	E: 4860258.9 N: 2080811.7 E:979700 N: 1014824	IT DRSO N° 0423 del 05 de junio del 2024	DRSO	se identificó inestabilidad geotécnica en la zona destinada al almacenamiento de residuos de un conjunto residencial, lo cual podría comprometer la estabilidad del cauce, de presentarse deslizamientos debido a pérdida de sección hidráulica y procesos erosivos. Además, se observaron grietas y fisuras en los parqueaderos, lo que indica que las tensiones en el terreno están afectando la integridad de las superficies y podría generar un deterioro progresivo en la estructura. La zona se encuentra dentro de la ronda hídrica, área protegida cerca del cauce del

						río, lo que aumenta la vulnerabilidad del sector a amenazas por inundación. Así mismo, se detectó pérdida de bancas y movimientos activos del terreno, lo cual permite evidenciar que el área está experimentando procesos de erosión y desplazamiento de suelos, incrementando los riesgos de daños adicionales en el cauce por afectación de la estabilidad del terreno.
21	Área urbana del municipio de Chía Cundinamarca, dentro de la cuenca del Río Frío	Río Bogotá	E: 4883354.0 N: 2097855.1 E:1002781.9 N: 1031914	IT DRSC N° 0788 del 10 de julio del 2024	DRSC	Se observó que el punto georreferenciado está ubicado en una zona con un alta y media amenaza por fenómenos de inundación. Esta problemática es particularmente relevante debido a las características del terreno, ya que el área evaluada corresponde a una zona topográficamente plana, con baja pendiente en el cauce y una sección transversal relativamente ancha en comparación con su profundidad. Estas condiciones resultan en bajas velocidades de flujo, lo que favorece la expansión de inundaciones. La presencia de las zonas de inundación pone en riesgo directo a la infraestructura urbana, incluyendo viviendas, colegios y vías de transporte.
22	Vereda Paso Ancho en el municipio de Zipaquirá Cundinamarca, dentro de la cuenca del Río Bogotá	Río Bogotá	E: 4892333.1 N: 2110143.6 E:1011746.8 N: 1044225	IT DGOAT No. 0306 de 19 NOV. 2018	DRSC	El terreno presenta características topográficas de gran vulnerabilidad: es una zona plana, con baja pendiente en el cauce y una sección transversal relativamente ancha en comparación con su profundidad. Estas condiciones favorecen la formación de amplias zonas de inundación y contribuyen a la baja velocidad de los flujos, lo que provoca una acumulación de aguas en grandes áreas. Además, se identificó desbordamientos en el terreno, por colmatación y baja capacidad hidráulica, los cuales afectan no solo el cauce principal sino también las vías y terrenos cercanos.
23	Sector La Cabaña - Macadamia en el municipio de La Calera, Cundinamarca, dentro de la cuenca del río Teusacá	Río Bogotá	E: 4894101.3 N: 2084775.5 E:1013556.9 N: 1018842.9	Informe de seguimiento DIA Visita del 09/03/2022 y 17/05/2022	DRBC	En esta zona, se han identificado puntos de desbordamiento y erosión lateral en el cauce de la fuente hídrica, lo que aumenta el riesgo de afectaciones durante la temporada de lluvias. Además, se presentan zonas de inestabilidad y obstrucción del cauce, agravadas por la falta de mantenimiento, lo que compromete el flujo natural del río. Asimismo, se evidencian movimientos activos en el terreno, incrementando la vulnerabilidad estructural del área. Ante esta situación, es fundamental la implementación de una estructura de estabilidad marginal para mitigar la erosión, controlar el cauce y reducir los riesgos asociados a la inestabilidad del terreno.

24	Municipio de Chía (PTAR 2), Cundinamarca, dentro de la cuenca del Río Frío	Río Bogotá	E:4880356.6 N: 2092705.7 E:999790.9 N: 1026756.6	Solicitud Emserchia Radicado CAR 20241036716 del 10/04/2024	DRSC	En esta zona, se observa un jarillón en mal estado, situado cerca del cabezal de descarga de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de Chía 2. Esta estructura presenta signos de alta erosión, lo que está afectando seriamente la estabilidad de la zona. El proceso erosivo ha provocado la pérdida de material en el fondo del cauce y ha generado movimientos de remoción de masa, incrementando el riesgo de desestabilización en el área. Además, la erosión ha causado una pérdida de capacidad hidráulica en la zona, lo que afecta el flujo de agua y aumenta la probabilidad de colapsos en las estructuras cercanas. El alineamiento del cauce también se ha visto alterado, afectando las estructuras de vertimiento ubicadas en sus inmediaciones, incluyendo la estructura de descarga de la PTAR. Estos problemas estructurales y de erosión ponen en peligro la funcionalidad de la PTAR y la seguridad de la infraestructura local.
25	Municipio de Chía (PTAR 2), Cundinamarca, dentro de la cuenca del Río Frío y Río Bogotá	Río Bogotá	E:4880221.3 N: 2092447.4 E:999655.9 N: 1026497.9	Solicitud Emserchia Radicado CAR 20241036716 del 10/04/2024	DRSC.	En esta zona, se presenta un lecho de socavación y erosión activa, que está afectando la estabilidad del suelo. Estos procesos erosivos están provocando la pérdida de material en el cauce y generando movimientos de remoción de masa, lo cual aumenta el riesgo de desestabilización del terreno. Este punto crítico se encuentra cercano al cabezal de descarga de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de Chía 2, agravando riesgos asociados a la dinámica del cauce. La erosión activa y la socavación afectan las infraestructuras cercanas, como la PTAR. Es por esto que se requieren estructuras de control y disipación de erosión que permitan mejorar la estabilidad del terreno y controlar la dinámica de los cauces fluviales.
26	Municipio de Chía (PTAR 2), Cundinamarca, dentro de la cuenca del Río Frío	Río Bogotá	E:4880240.3 N: 2092582.7 E:999674.7 N: 1026633.3	Solicitud Emserchia Radicado CAR 20241036716 del 10/04/2024	DRSC	En esta zona, se observa una alta erosión activa que compromete gravemente la estabilidad del suelo. Además, se presenta una obstrucción del cauce debido al colapso de bancas, lo que ha generado afectaciones estructurales en los jarillones ubicados en los predios de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) Chía 2. Estas problemáticas incrementan los riesgos para la infraestructura y alteran la dinámica del cauce, poniendo en peligro tanto las instalaciones como

						las áreas circundantes. Ante esta situación, es fundamental la implementación de estructuras de estabilización como jarillones, que tienen la función de proteger las riberas de los ríos y canales.
27	Municipio de Soacha, Cundinamarca, dentro de la cuenca del río Bogotá (K3+600 – K3+660)	Río Bogotá	E:4861849.3 N: 2061330.2 E:981320.9 N: 995333.9	Mantenimiento Adecuación Hidráulica Rio Bogotá – Informe Consorcio Rio Bogotá 2023	DRSOA	En esta zona, se han identificado puntos con susceptibilidad a desbordamientos producto de afectaciones al jarillón del río Bogotá, lo que compromete la estabilidad del cauce. Se evidencian asentamientos activos producto de posibles afectaciones en las características geotécnicas del jarillón ya construido. Por otro lado, se evidencia una falta de mantenimiento, lo cual tiene efectos en la apropiada gestión del recurso hídrico. Ante esta situación, es necesario realizar trabajos de mejoramiento de las características geotécnicas del jarillón.
28	Municipio de Soacha, Cundinamarca, dentro de la cuenca del río Bogotá (K5+300 – K5+480)	Río Bogotá	E:4861227.5 N: 2062566.5 E:980696.9 N: 996570	Mantenimiento Adecuación Hidráulica Rio Bogotá – Informe Consorcio Rio Bogotá 2023	DRSOA	En esta zona, se han identificado puntos con susceptibilidad a desbordamientos producto de afectaciones al jarillón del río Bogotá, lo que compromete la estabilidad del cauce. Se evidencian asentamientos activos producto de posibles afectaciones en las características geotécnicas del jarillón ya construido. Se requiere la implementación de una estructura de mejoramiento de las características geotécnicas actuales del jarillón en el cauce, para fortalecer la protección del área.
29	Municipio de Mosquera, Cundinamarca, dentro de la cuenca del río Bogotá (K36+850 – K36+930)	Río Bogotá	E:4870237.8 N: 2074129.1 E:989694.9 N: 1008152.9	Mantenimiento Adecuación Hidráulica Rio Bogotá – Informe Consorcio Rio Bogotá 2023	DRSO	En esta zona, se han identificado puntos con susceptibilidad a desbordamientos producto de afectaciones al jarillón del río Bogotá, lo que compromete la estabilidad del cauce. Se evidencian asentamientos activos producto de posibles afectaciones en las características geotécnicas del jarillón ya construido. Para mitigar estos impactos y garantizar la protección del área, es necesaria la implementación de una estructura de estabilidad marginal, que contribuya a la reducción de los asentamientos, permitiendo la estabilidad del cauce.
30	Municipio de Cota, Cundinamarca, dentro de la cuenca del Río Chicú	Río Bogotá	E:4873514.8 N: 2085726.1 E:992955.9 N: 1019761.9	IT DRSC N° 2354 del 19 de julio de 2023	DRSC	Se identificaron movimientos de masa en el terraplén de la margen derecha del río Chicú. Estos movimientos de masa, con dimensiones aproximadas de siete (7) metros de largo y dos (2) metros de ancho, desplazaron el material hacia el cauce de la fuente hídrica, generando riesgo de obstrucción. Además, se observó el volteo de un árbol, lo que indica una pérdida de estabilidad en la zona. También se detectó una disminución en la

						resistencia de los suelos y rocas en la zona afectada. Ante esta situación, es necesario realizar estudios técnicos detallados que permitan garantizar la estabilidad del jarillón y prevenir futuras fallas estructurales. Estos estudios deben evaluar la capacidad del terreno para soportar las cargas actuales y futuras, evitando sobrecargas que puedan generar inestabilidad. La prevención de rupturas en el jarillón permite reducir los riesgos de desbordamientos e inundaciones, protegiendo la integralidad del cauce
31	Municipio de Pandi, Cundinamarca, dentro de la cuenca del río Sumapaz	Río Sumapaz	E: 4835133 N: 2021439 E:954647.8 N: 955383.3	IT DRSU N° 0315 del 6 de marzo de 2023 e IT DRSU N° 0648 del 18 de junio de 2024	DRSU	Se pudo evidenciar que en la zona ocurre un proceso de remoción en masa en dirección hacia la quebrada de Mesa. En la vía de acceso a la zona de estudio se evidenciaron hundimientos y escarpes, las cuales generan inestabilidad del terreno. Asimismo, se observó la demolición parcial de infraestructura existente y se evidencio que el área no está habitada debido a la suspensión de los servicios públicos, implementada como medida preventiva ante el riesgo que representa para la población permanecer en la zona de estudio. La actual condición genera un riesgo importante para el cauce de la quebrada debido al alto riesgo de obstrucción de su sección hidráulica por el fenómeno de remoción. El proceso de remoción en masa causa a su vez un proceso activo de socavación en las márgenes del talud izquierdo de la quebrada La Mesa, debido a la actual reducción de su sección hidráulica, lo cual ha generado la pérdida de material de soporte del talud. Se presenta el colapso de los gaviones construidos con el propósito de proteger las viviendas cercanas al cauce. Adicionalmente, se identificó la ausencia de un sistema adecuado para el manejo de aguas lluvias y escorrentías, tanto en las laderas como en las vías, así como la falta de obras que mitiguen o prevengan la inestabilidad del terreno.
32	Municipio de Útica, Cundinamarca, dentro de la cuenca del río Negro, sector Malecón zona urbana margen izquierda	Río Negro	E:4836125 N: 2131332 E:955471.2 N: 1065331.6	IT DRGU N° 1418 del 22 de noviembre de 2024	DRRN	se identificaron condiciones propias de una fuente hídrica de alta capacidad erosiva. En este punto (Malecón), se observaron alteraciones en el talud marginal izquierdo, específicamente en la parte externa de un meandro, causadas por procesos de socavación atribuibles a las aguas de escorrentía y al flujo del río Negro, los cuales vienen aumentando con el tiempo y causando un mayor arrastre de material

						desprendido, resultando en pérdida de sección hidráulica.
33	Municipio de Utica, sobre el río Negro hacia aguas abajo del punto 32, margen derecha en el barrio Alfonso López	Río Negro	E:4836205 N: 2131795 E:955550.4 N: 1065795	IT DRGU N° 1418 del 22 de noviembre de 2024	DRRN	se evidenció una profundización del cauce hacia el talud marginal derecho, lo cual ha generado procesos de socavación lateral que comprometen muros de concreto y estructuras construidas con bolsacretos. Aunque se han ejecutado algunas obras civiles con el fin de mitigar los efectos del cauce, persisten amenazas importantes para la estabilidad de la zona. Adicionalmente, se ha documentado una reducción en la sección hidráulica del río, así como una alta carga de sedimentos durante los periodos de caudales máximos, lo cual favorece la formación de depósitos, procesos erosivos y aumenta el riesgo de inundaciones en el área de estudio. Como medida preventiva, se propone la ejecución de obras de tipo no estructural, enfocadas en la reconformación del cauce, el fortalecimiento de la cobertura vegetal y el desarrollo de procesos de reforestación con especies nativas. Estas acciones permitirían mejorar la estabilidad del terreno, controlar la escorrentía superficial y reducir los riesgos asociados a la dinámica fluvial del río Negro en esta zona.
34	Centro Poblado Talauta del municipio de Peñón, Cundinamarca, dentro de la cuenca del río Negro	Río Negro	E: 4854836.6 N: 2137303.8 E:974182.2 N: 1071338.5	IT DRRN N° 025 del 13 de enero de 2021, IT DRRN N° 0816 del 23 de mayo del 2022 e IT DRRN N° 0612 del 17 de mayo de 2023	DRRN	se ha identificado un aumento significativo en el caudal de la quebrada Samabá, lo cual ha origina un fenómeno de represamiento y socavación que afecta desde el puente peatonal en la parte alta del centro poblado hasta la desembocadura en el río Negro. Además, se ha observado una alta vulnerabilidad en las estructuras del sector, incluyendo el puente sobre la quebrada y las viviendas cercanas a la zona de estudio. Se presentan riesgos de inundación por avenidas torrenciales y la acumulación de material arrastrado generando graves impactos en la infraestructura y en la seguridad de los habitantes del sector, así como riesgos en la estabilidad del cauce por remansos y represamientos. Finalmente, se evidencian deformaciones en los canales formados en los jarillones construidos en la zona. Como medida preventiva, se propone la implementación de acciones de intervención tanto estructural como no estructural, con el fin de mitigar los riesgos identificados en la zona de estudio.

2. Definición de la metodología y plan de trabajo:

Teniendo en cuenta que, para el análisis, evaluación y diseño de las medidas de mejora de la estabilidad dinámica de los cuerpos hídricos y la mitigación y control de procesos de remoción en masa, inundación y/o avenidas torrenciales así como la espacialización de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo, existen diversos métodos, el Consultor deberá proponer y concertar con la Interventoría y la Supervisión el tipo de método cuantitativo que mejor aplique, de acuerdo con la zona, escala de trabajo (1:500 detallado y 1:10.000 para diagnóstico) y posible mecanismo de falla, para lograr los objetivos propuestos, con base en la información disponible. Es de aclarar que cualquier modificación a la metodología durante la realización del estudio deberá ser puesta a consideración y aprobación de la Interventoría.

De acuerdo a las etapas que se definan en la metodología aprobada se deberá proponer un plan de trabajo detallado el cual contemple las fechas de inicio y finalización de cada actividad y en la cual se planteen las fechas de entrega de cada uno de los productos esperados, así como los recursos invertidos en cada etapa del plan.

3. Conformación del equipo especializado:

El Consultor presentará a la Interventoría los profesionales y técnicos que formarán parte del Contrato, tal como fue plasmado en la propuesta técnica presentada y de acuerdo a lo requerido por la entidad. En caso de que alguno de los profesionales especializados presentados en la propuesta, por razones fortuitas no pueda ser parte del equipo al momento de la ejecución del Contrato, podrá ser remplazado por un profesional especializado cuya calidad profesional y de experiencia de cumplimiento al pliego de condiciones del proceso de contratación que dio origen al contrato, previa aprobación por parte de la Interventoría del Contrato.

1. 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 los Planes y/o Esquemas de Ordenamiento Territorial de los municipios de las cuencas priorizadas. Se deben consultar entidades como CAR, IDEAM, SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO (antes INGEOMINAS), CATASTRO MUNICIPAL, PLANEACIÓN MUNICIPAL, IGAC, DANE, SISBEN, DISEÑOS ANTERIORES SI LOS HAY, entre otros.
2. Adquisición y/o consulta de la base cartográfica del IGAC a escala 1:10000 o de mayor detalle disponible, 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, Servicio Geológico Colombiano, Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), Fondo de Adaptación, entre otras.
3. Captura de fotografías aéreas con vehículo aéreo no tripulado y generación de DTM, procesos denudativos, unidades geológicas, geología estructural, análisis morfológico, identificación de elementos vulnerables por inestabilidad dinámica de los cuerpos hídricos y procesos de remoción en masa, inundaciones y avenidas torrenciales, fuentes hídricas, entre otros, a escala 1:10.000 o de mayor detalle. Los sitios de interés serán sujetos a previa aprobación por parte de la Interventoría del Contrato y de la supervisión CAR.
4. Inspección geológico – geotécnica y de fuentes hídricas en campo, mapeo de inventario de procesos de remoción en masa y de identificación de puntos que generen obstrucción de cauce y procesos de avenidas torrenciales en la zona de estudio.
5. Balance hídrico climatológico regional.
6. Hidrología superficial y subsuperficial.
7. Con el análisis de cada uno de los ítems previstos en la primera fase se deberá realizar un diagnóstico preliminar, el cual permita establecer a nivel regional las posibles causas de las amenazas identificadas. El documento final de esta primera fase de manera cualitativa permitirá establecer los sitios (áreas) para la toma de cada uno de los parámetros necesarios para establecer a escala detallada las amenazas por inestabilidad dinámica de los cuerpos hídricos y procesos de remoción en masa, inundaciones y/o avenidas torrenciales. Los sitios de interés serán sujetos a previa aprobación por parte de la Interventoría del Contrato y de la supervisión CAR.

FASE II TRABAJO DE CAMPO

1. 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 de 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, entre otros a escala 1:500 o a mayor escala.

2. Levantamiento topográfico.
   Se debe realizar topografía de las áreas de interés, sujeto a previa aprobación por parte de la Interventoría del Contrato y de la supervisión CAR. Debe incluir la localización planimétrica y altimétrica de todos los detalles relevantes tales como paramentos, redes de servicios públicos, viviendas, 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 0.5 m. 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). Se debe presentar en formato raster, .shp y .dwg, georrefenciada en origen Bogotá Datum Magna Sirgas.

3. Levantamiento batimétrico (topobatimetría).
   Se deben realizar batimetrías en los cauces principales, afluentes de las cuencas priorizadas y a los afluentes localizados a la salida de la misma con rangos entre 25 y 100 m, en común acuerdo con la Supervisión y la Interventoría. Para lo anterior se debe considerar la morfodinámica de los cuerpos de agua y el régimen de variación de los niveles, anual y multianual y en todo caso ser complementado con el levantamiento topográfico. El levantamiento batimétrico debe incluir la localización planimétrica y altimétrica de todos los detalles relevantes tales como, redes de servicios públicos, viviendas, estructuras, vías, puentes, alcantarillas, bateas, sumideros, árboles, postes de energía, postes de teléfono, pozos y en general la información existente en terreno que pueda generar cambio en la hidráulica de las fuentes hídricas. Se incluirán curvas de nivel cada 0.1 m. las batimetrías deberán abarcar secciones transversales, de 500 m de longitud, a lado y lado de cada fuente. La batimetría del cauce de los cuerpos hídricos se deberá realizar por el método apropiado para la elaboración de modelos hidráulicos detallados. 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, georrefenciada en origen Bogotá Datum Magna Sirgas.

4. Levantamiento batimétrico y topográfico.
   Se deberá entregar en formato raster, .shp y .dwg, georrefenciada en origen Bogotá Datum Magna Sirgas.

5. Levantamiento y análisis de zonas inundables y avenidas torrenciales.
   Se deberá realizar el reconocimiento en campo de las zonas propensas a inundarse y/o causar depositaciones por eventos torrenciales, identificando áreas o sectores vulnerables.

   En los sectores identificados o sitios donde se generen afectaciones por avenidas torrenciales descritos en el diagnóstico de la Fase I se deberán realizar análisis a nivel de cuenca hidrográfica, identificando detonantes tales como procesos de remoción en masa, coberturas vegetales, geología, clima, geomorfología, transporte de sedimentos y/o cualquier factor natural o antrópico que genere riesgo.

   En el caso de procesos de inundaciones se deberán establecer los factores naturales o antrópicos que generan riesgo, y se

deberá realizar el levantamiento topográfico y batimétrico necesario para poder determinar detalladamente los sectores inundables.

6. 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 de estudio.

7. Caracterización física y mecánica de los materiales.
Con base en la información geológica y geomorfológica y las condiciones generales observadas durante el reconocimiento geotécnico detallado que deberá hacer el Consultor, se definirá el programa de exploración del subsuelo con el fin de identificar la distribución y las características de las unidades superficiales, los materiales de transición y las formaciones presentes en el área y de obtener muestras representativas para la caracterización físico-mecánica de tales materiales. Esta información debe ser suficiente para poder caracterizar todos los materiales que se involucren en los análisis de estabilidad y de manera especial aquellos que se vean afectados por procesos de inestabilidad.

La investigación de materiales implicará un programa razonable de exploración directa e indirecta, mediante sondeos mecánicos por rotación en diámetro NQ con el objetivo de identificar macizo rocoso sano mediante el criterio del RQD > 75% o similar, adecuadamente distribuidos sobre el área de manera que permita garantizar la obtención de la información requerida para completar los modelos geológico – geotécnicos propuestos.

Para la exploración indirecta, implicará un programa razonable mediante sondeos geofísicos (geo-eléctricos, líneas de refracción sísmica, tomografías eléctricas, entre otros.), seleccionados por el responsable del estudio y adecuadamente distribuidos sobre el área de manera que permita garantizar la obtención de la información requerida para completar los modelos geológico-geotécnicos propuestos.

El trabajo de campo se complementará con un programa de ensayos de laboratorio (propiedades índices y mecánicas) que permitan establecer adecuadamente, las características esfuerzo-deformación y resistencia de los materiales involucrados si los mecanismos de falla identificados así lo exigen.

Los parámetros obtenidos deberán ser además compatibles con las exigencias de las herramientas analíticas que se empleen para evaluar cuantitativamente los procesos de inestabilidad de interés, sobre los modelos geológicos-geotécnicos propuestos.

Para la exploración geotécnica se deberán tener en cuenta los siguientes aspectos:

8. La ubicación de los sondeos mecánicos deberá justificarse en términos del adecuado cubrimiento de las áreas de interés, incluyendo las áreas de influencia (de presentarse alguna condición particular que impida llevar a cabo este número de sondeos se deberá presentar la justificación técnica). La exploración deberá soportar adecuadamente el modelo geológico-geotécnico de cada sector o zonas de interés. El plan de exploración deberá ser aprobado por la Interventoría.

9. El uso de correlaciones para la determinación de los materiales a partir de pruebas de campo de uso frecuente no es restringido, sin embargo, se entiende que la pertinencia, validez y confiabilidad de su uso en un problema específico es responsabilidad total del ejecutor del Estudio y deberá ser validado por la interventoría.

En suelos granulares se deberán realizar ensayos de penetración estándar (SPT) para estimación indirecta de parámetros efectivos de resistencia al corte, pero no se aceptará esta estimación para el caso de suelos finos cohesivos, rellenos heterogéneos y roca meteorizada; durante la exploración se puede emplear el penetrómetro de bolsillo únicamente para obtener y manejar datos

cualitativos de referencia, pero no para obtener o adoptar parámetros de resistencia de los materiales.

El Consultor deberá efectuar las consultas a que haya lugar e investigaciones de campo necesarias a fin de no producir daño alguno durante la exploración del subsuelo a las redes de servicios existentes en el área. Es responsabilidad exclusiva del Consultor cualquier daño que ocasione a los inmuebles, inmuebles aledaños, estructuras e instalaciones y redes de servicio superficiales o subterráneas existentes dentro del área de estudio.

El plan de exploración deberá ser presentado para aprobación de la CAR una vez aprobada la metodología de elaboración del estudio y una vez culminada y cartografiada la información existente del área de estudio.

De acuerdo con los resultados de la exploración del subsuelo y de las características de los materiales encontrados, se deberá formular un plan de ensayos de laboratorio que permita hacer una adecuada caracterización geomecánica de los diferentes materiales presentes en el área. Con base en la información previa y en la visita de reconocimiento al sitio, el Consultor deberá presentar en su propuesta el plan de ensayos.

A partir de la integración de la información sobre los aspectos geológicos y geomorfológicos, de exploración del subsuelo y de resultados de ensayos de laboratorio, se deberán delimitar las zonas homogéneas en términos de su comportamiento geotécnico.

10. Identificación de zonas vulnerables: Se deberá hacer el análisis de la vulnerabilidad existente de acuerdo con la metodología aprobada en la fase I. Para esto se deberán incluir planos, cartografía, fichas de campo, encuestas y todos los instrumentos de captura de información para la obtención de la vulnerabilidad total.

11. Se deberá hacer socialización con las comunidades que habitan los diferentes sectores en estudio con el fin de detallar los alcances del objeto contractual e informar los predios donde se debe ingresar para adelantar las labores de campo, donde el consultor deberá tener la autorización de cada propietario para el ingreso y la realización de las labores en caso de aplicar.

FASE III – MODELACIÓN Y DISEÑO DE OBRAS DE INGENIERÍA

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

1. Sismología:

Las condiciones de amenaza sísmica a utilizar serán las obtenidas de la aplicación de la normatividad nacional que se encuentre vigente (NSR-10). Para los análisis se considerará el valor de aceleración máxima (Am) correspondiente para un período de análisis de 50 años y una probabilidad de excedencia no mayor al 10%. En el caso de considerar análisis de tipo pseudo-estáticos, en los análisis de estabilidad para la evaluación de amenaza por movimientos en masa, la aceleración crítica no podrá ser menor a 2/3 de la aceleración máxima (Am).

2. Análisis geotécnicos:

Se deberán hacer las evaluaciones que mejor le permitan caracterizar y analizar los mecanismos de falla identificados. Se deberán utilizar métodos de análisis y cálculo de validez reconocida aplicables a los mecanismos de falla que han sido identificados y cuyos requerimientos de información de entrada deberán ser coherentes con los parámetros geotécnicos estimados, mediante modelos de equilibrio límite para materiales residuales y suelos denudacionales y transportados, para macizos rocosos deberán emplearse modelos de geomecánica de rocas.

Los análisis geotécnicos contemplan:

- ✓ Análisis de respuesta hidrológica, variación del nivel freático considerando la permeabilidad del material, variación de las presiones de poros.
- ✓ Análisis de estabilidad: análisis cinemático de estabilidad, análisis de los mecanismos de falla presentes, pseudo-estático considerando sismo y lluvia, estabilidad actual y estabilidad definitiva según obras de estabilización, utilizando metodologías de reconocida aceptación.

3. Análisis hidrológico: Comprende dos etapas:

- **a.** La primera corresponde a la consulta de información secundaria disponible, que, junto a las visitas de campo, se logra caracterizar físicamente la zona de estudio y las condiciones hidrológicas.
- **b.** Una segunda etapa que incluye la 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 zona de estudio. Se deberán generar curvas IDF a partir de las 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 definidos por común acuerdo entre (Interventoría - Consultoría).
- **c.** El modelo hidrológico deberá contemplar la información necesaria para poder calibrar y validar los modelos propuestos.
- **d.** Se debe realizar un análisis morfométrico y morfodinámico de las cuencas de los cauces priorizados.
- **e.** 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.
- **f.** Se deberán realizar análisis detallado de factores naturales y/o antrópicos que genere cambio en la dinámica fluvial y en el régimen de caudales característicos, evaluando coberturas vegetales, uso de los suelos y/o cualquier característica del ciclo hidrológico que afecte la dinámica de las fuentes hídricas.
- **g.** Se deberá realizar análisis de cada uno de los factores que intervienen en el ciclo hidrológico, tales como lluvias, temperatura, evapotranspiración, y/o cualquier aspecto natural y/o antrópico, así como el cambio climático para la identificación de procesos de inundaciones y/o avenidas torrenciales.
- **h.** Se debe realizar análisis a nivel de cuenca hidrográfica de aspectos relevantes tales como procesos de remoción en masa, suelos, geología, geomorfología, cobertura y usos de los suelos para la adecuada determinación de procesos de inundaciones y/o avenidas torrenciales a escala detallada.

4. Análisis Hidráulico:

Este análisis corresponde a los cauces de los ríos de las cuencas priorizadas y a las fuentes hídricas que le drenan y por donde desemboca, teniendo en cuenta presas, diques, compuertas, muros de contención, entre otros. El análisis se realizará en dos etapas:

- **a.** 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 sector.
- **b.** La segunda etapa comprende el comportamiento hidráulico del cauce de los cuerpos de agua lóticos y lénticos, producto del análisis hidrológico realizado previamente.
- **c.** Análisis de variaciones de presiones de poros y de nivel freático, socavación superficial y capacidad hidráulica, permeabilidad y determinación de redes de flujo, para los puntos donde hay procesos de remoción en masa.

- ✓ Calculo de Caudales y Modelación Hidráulica. Teniendo en cuenta la información adquirida de las estaciones hidrometeorológicas y el análisis de información se realiza el cálculo y determinación de cotas de inundación. La modelación

hidráulica corresponde a las condiciones presentadas en todo el cauce de los ríos de las cuencas priorizadas y sus afluentes. Como resultado del anterior análisis se elaborará el mapa de áreas de inundación a escala 1:500 para diferentes períodos 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.
- ✓ Los análisis hidráulicos se realizarán con base en las geoformas delimitadas o establecidas mediante fotointerpretación y análisis multitemporal de acuerdo a la escala establecida y acorde a los levantamientos topográficos y topo batimétricos de la zona.
- ✓ Los modelos hidrológicos e hidráulicos deben contemplar análisis por inundación y/o avenidas torrenciales.
- ✓ Los modelos de avenidas torrenciales deben ser capaces de identificar características como iniciación, meteorización, erosión, transporte y depositación o sedimentación. Analizando factores relevantes como el transporte de sedimentos y las causas que los generan.

5. Hidrogeología:

Se debe realizar la evaluación de las condiciones del agua subsuperficial en condiciones normales y extremas más probables en un período de análisis de cincuenta (50) años, teniendo en cuenta la topografía del terreno, uso del suelo, textura de los materiales presentes (depósitos, suelos residuales, rocas) y sus rasgos estructurales y/o de fracturamiento, así como las condiciones climatológicas y pluviométricas del área.

Como conclusión del análisis del marco hidrogeológico del área, teniendo en cuenta el flujo subsuperficial solucionado a través de redes de flujo o metodología similar, donde se determine permeabilidad del medio y a su vez, el estudio fijará los parámetros de posición de niveles de agua o factores Ru (relación presión de poros / esfuerzo total vertical), en condiciones normales y en condiciones extremas de lluvia crítica en el período de recurrencia de esta situación. El estudio hidrogeológico fijará los criterios para definir el tipo de medidas de drenaje que mejor se adecuen a los rasgos hidrogeológicos y topográficos del sitio, para lo cual se deberá establecer las posibles zonas de saturación, además se deberá desarrollar análisis del gradiente hidráulico o abatimiento de los niveles freáticos en las perforaciones realizadas. Se deberá incluir en este capítulo una evaluación hidráulica del cauce teniendo en cuenta las condiciones naturales y antrópicas dentro de la zona de influencia del proyecto para establecer la posible incidencia en generación de procesos de socavación y remoción en masa que afecten el área de estudios o los que se puedan generar tomando en cuenta estudios de topo batimetría anteriores que podría ser suministrados por la Corporación.

- ✓ Diagnóstico de los procesos de erosión hídrica.
- ✓ Diagnóstico de los movimientos en masa – deslizamientos.
- ✓ Socavación y capacidad de la sección hidráulica de cunetas y estructuras de manejo de aguas lluvias.
- ✓ Ensayos de laboratorio: de común acuerdo con la Interventoría se deberán realizar los ensayos dispuestos en el anexo económico, como humedad natural, peso unitario, clasificación (granulometría y límites de consistencia), granulometría por lavado, permeabilidad, compresión inconfinada, consolidación, corte directo consolidado-drenado, compresión simple en rocas, en cada uno de los sitios críticos. Determinación de la granulometría del cauce para realizar análisis de sedimentación y socavación.
- ✓ Cartografía y modelo digital de terreno de la zona de estudio. Como resultado del levantamiento topográfico y batimétrico de los cauces se elaborará cartografía a la escala de trabajo, según corresponda, definida anteriormente, con curvas de nivel cada 1 m y el Modelo Digital de Terreno – DTM. 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, PBOT o EOT Municipal, entre otros. Además de los aspectos observados en los recorridos de campo y con la fotointerpretación, con el fin de identificar los rasgos litológicos y procesos morfodinámicos existentes en la zona de estudio. Como resultado de esto se genera un mapa

de unidades geológicas superficiales y un mapa de unidades geomorfológicas superficiales ajustado a la escala de trabajo, según corresponda, definida anteriormente, de la zona de estudio.

- ✓ Modelo de revegetalización y Bio ingeniería.
  a) Distribución de material vegetal (modelos con mapas).
  b) Especies recomendadas.
  c) Priorización por sistemas radiculares.
  d) Manejo de árboles en riesgo.
- ✓ Diagnóstico
  a) Diagnóstico por procesos de remoción en masa en el sector de las cuencas priorizadas según corresponda.
  b) Diagnóstico por procesos de inundación en el sector de las cuencas priorizadas según corresponda.
  c) Diagnóstico por avenidas torrenciales en el sector de las cuencas priorizadas según corresponda.
- ✓ Zonificación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo
  De acuerdo a la obtención de las modelaciones y la identificación de los procesos ocurrentes, así como la vulnerabilidad, se deberá analizar y calcular el riesgo teniendo en cuenta la metodología planteada en la fase I. Los productos obtenidos para este ítem deben estar consignados en mapas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo a la respectiva escala de trabajo, cumpliendo con la normatividad vigente y aplicable.
- ✓ 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.
- ✓ Diseños.
  a) 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 y Bio ingenieriles). Estas acciones deben poseer una articulación con los instrumentos y obligaciones de las entidades a nivel municipal, departamental y ambiental.
  b) Diseño de detalle de obras hidráulicas, geotécnicas y estructurales requeridas en cada uno de los sitios críticos a intervenir, las cuales deberán ser avaladas previamente por parte de la Interventoría, 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.
  c) Manejo de aguas superficiales y subsuperficiales.
  d) Estructuras de contención.
  e) Coberturas vegetales y soluciones Bio ingenieriles. Programas de reforestación.
  f) Presupuesto detallado de las acciones requeridas. Análisis de precios unitarios.
  g) Programación de obras.

6. Diseño y alternativas de mitigación y control:

Se deberán desarrollar alternativas de mitigación y control de los procesos de remoción en masa, inundaciones y/o avenidas torrenciales (diseño de obras de ingeniería), donde se deberán proponer y evaluar mínimo dos alternativas. Estas acciones deben poseer una articulación con los instrumentos y obligaciones de las entidades a nivel municipal, departamental y ambiental.

La evaluación de las alternativas de mitigación y control se realizará teniendo en cuenta factores técnicos, ambientales, normativos, riesgo/estabilización y económicos.

Se deberá elaborar una matriz de valoración de impactos ambientales, lineamientos plan de calidad, lineamientos plan seguridad y

salud en el trabajo, plan de monitoreo y seguimiento y diseñar las fichas de manejo ambiental. Incluye informe técnico.

Finalmente, el diseño de detalle de la alternativa escogida de obras hidráulicas, geotécnicas y estructurales requeridas deberá ser avalado previamente por parte de la Interventoría.

Dentro de la escogencia y diseño de la alternativa más viable, se deberá elaborar, ejecutar y actualizar inventario forestal y plan de aprovechamiento y manejo forestal. Incluye Informe y la identificación de coberturas vegetales. Elaborar las medidas de prevención y mitigación de la flora local y elaborar plan de manejo de la vegetación a utilizar dentro del alcance del proyecto. Incluye informe técnico.

Por lo tanto, el diseño de la alternativa escogida deberá contener:

- ✓ Manejo de aguas superficiales y subsuperficiales.
- ✓ Estructuras de contención.
- ✓ Soluciones de control de socavación.
- ✓ Coberturas vegetales y soluciones Bio ingenieriles. Programas de reforestación.
- ✓ Nuevas tecnologías.
- ✓ Presupuesto detallado de las acciones requeridas. Análisis de precios unitarios, análisis de AIU y Factor Multiplicador para interventoría de obra.
- ✓ Programación de obras.
- ✓ Planos planta – perfil de las obras y de detalles constructivos.
- ✓ Memorias de cálculo.
- ✓ Especificaciones técnicas detalladas.
- ✓ Memoria de cantidades de obras.
- ✓ Procesos constructivos.
- ✓ Planos constructivos.
- ✓ Informe de diseño.
- ✓ Perfiles y secciones transversales, entre otros.
- ✓ Los muros de contención deben presentar la modulación en sección longitudinal.
- ✓ Todos los demás insumos que se hagan necesarios para dar soporte técnico al diseño de las obras propuestas.
- ✓ Lo anterior deberá ser estructurado en una geodatabase compatible con arcgis 9.3 o superior, en sistema Magna Sirgas Colombia, con origen en Bogotá.

Dentro de las medidas de control a considerar se encuentran diseño de estructuras de contención, obras de control de socavación, zonas de ronda, 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, entre otras.

Los resultados de esta Consultoría deberán ser socializados con las comunidades de los diferentes sectores a estudiar y deben ser incluidos en Planes de Gestión del Riesgo de los municipios beneficiados, los cuales contemplan la realización de reuniones de socialización del proyecto, reuniones con los funcionarios municipales y con la comunidad con el objeto de exponer los resultados y la entrega formal del estudio, todo con el fin que dichos resultados sean considerados dentro de los Planes de Ordenamiento Territorial de cada municipio.

Previo a la liquidación del contrato de Consultoría, el Contratista deberá realizar la socialización de los resultados obtenidos a partir de los estudios y diseños, en los Comités Municipales de Gestión del Riesgo de Desastres – CMGRD y la Alcaldías de los Municipios.

Una vez recibido cada producto del Contrato, la Interventoría realizará la revisión y emitirá las correspondientes observaciones. Una vez se efectúen los ajustes solicitados, el Consultor entregará nuevamente el producto ya corregido para la verificación y aprobación final por

parte del Supervisor.

NOTA 1: Todos los planos e informes deben estar debidamente rotulados y firmados por los responsables de cada componente (con matrícula profesional vigente), en formato compatible con la plataforma tecnológica que establezca la CAR, de acuerdo con los requerimientos de la entidad.

NOTA 2: Finalmente, el Consultor deberá entregar el documento que recopile los Productos de las Fases I, II y III en medio impreso (3 originales) y en digital (3 originales) en extensión. Doc y .PDF para ser aprobada por la CAR para la liquidación del contrato (3 CD o DVD).

Responsables:

MANUEL ANDRES GONZALEZ MALAGÓN
Director Operativo del Fondo de Inversiones Ambientales en la Cuenca de Río Bogotá - FIAB

YACIR ANTONIO RAMIREZ LUENGAS
Director de Infraestructura Ambiental - DIA

Proyectó: Carlos Roberto Quiroz Waldo - Contratista FIAB

Revisó: Néstor Augusto Sua Infante - Contratista FIAB
Adriana Marcela González Mora – Funcionaria Especializada FIAB amgm