CARACTERIZACIÓN Y DISEÑOS DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA (SBN) PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGOS Y LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA YOMASA

Contrato IDIGER – 205 - 2023

INFORME PRODUCTO 4

JAM INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.S.

INSTITUTO DISTRITAL DE GESTIÓN DE RIESGOS Y CAMBIO CLIMÁTICO -IDIGER-

MARZO DE 2024

BOGOTÁ D.C

HOJA DE CONTROL

ENTIDAD	RESPONSABLE	EJEMPLARES
JAM INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE SAS		

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

VERSIÓN	SECCIÓN MODIFICADA	FECHA DE MODIFICACIÓN	OBSERVACIONES
1	Versión Original	12 de diciembre 2023	
2	Versión Original	21 de diciembre 2023	
3	Version Original	19 de marzo de 2024	

TABLA DE CONTENIDO

4 PROCEDIMIENTO PARA LA DEFINICIÓN DE LAS PROPUESTAS CONCEPTUALES DE LAS SBN 1

4.1 Metodología para la definición de las propuestas conceptuales de las SbN 1

4.2 Definición del área de las matrices 3

4.3 Identificación de la oferta y las oportunidades en las matrices 8

4.3.1 Identificación de la oferta de la Matriz (1) Natural 8

4.3.2 Identificación de la oferta de la Matriz (2) Periurbano 9

4.3.3 Identificación de la oferta de la Matriz (3) Urbana 10

4.3.4 Oportunidades de la Matriz (1) Natural 12

4.3.5 Oportunidades de la Matriz (2) Periurbano 13

4.3.6 Oportunidades de la Matriz (3) Urbana 15

4.4 Identificación de las necesidades que se pueden satisfaser con las SbN 20

4.4.1 Tensores de la Matriz (1) Natural 22

4.4.2 Tensores de la Matriz (2) Periurbano 23

4.4.3 Tensores de la Matriz (3) Urbana 27

4.5 Identificación del papel de la naturaleza en los escenarios de desarrollo futuro. 33

4.5.1 Plan de Acción Climática 2020 a 2050 -PAC- 34

4.5.1.1 Ecología del paisaje 35

4.5.1.2 Territorios Hidrosociales 40

4.5.1.3 Rehabilitación hidrológica forestal 41

4.5.1.4 Integración paisajística al territorio. 45

4.5.1.5 Agricultura Urbana Sostenible 49

4.6 Priorización de las opciones para el diseño y la implementación de las Soluciones Basadas en la Naturaleza – SbN- 51

4.6.1 Acciones y subacciones con articulación a las SbN para las matrices 1, 2, 3 53

4.6.1.1 Papel del IDIGER 53

4.6.2 Fichas para desarrollo e implementación de los diseños conceptuales de las SbN 62

Ficha 1. Protección y Conservación de ecosistemas de importancia ecológica 63

Ficha 2 Protección de corredor ripario mediante arborización. 69

Ficha 3. Recuperación de áreas afectada por retamo espinoso 84

Ficha 4. Definición de estrategia con especies vegetales para la mitigación de incendios forestales 90

Ficha 5. Protección de las márgenes 94

Ficha 6. Control de la dinámica del cauce 104

Ficha 7. Mejorar la sección hidráulica a lo largo de la Microcuenca Yomasa 107

Ficha 8. Restauración en áreas degradadas por remoción en masa y erosión (obras verdes, azules, hibridas) 114

Ficha 9. Recuperación de corredores de actividad agropecuaria 124

Ficha 10. Estrategia de separación de residuos sólidos. 129

4.6.3 Zonas priorizadas para la aplicación de SbN de acuerdo con los diseños conceptuales y las fichas 135

4.6.3.1 Sitio Critico 1 (74°5'3.136"W 4°29'20.831"N) 135

4.6.3.2 Sitio crítico 2 (-74,10287464241145, 4,506640327254808) 154

4.6.3.3 Sitio 3 - Tocaimita Oriental (74°6'10,194"W 4°30'25,445"N) 159

4.6.3.4 Sitio 4 - Tocaimita oriental (Parque Agroecológico) 167

4.6.3.5 San Pedro Sur (Ecobarrio) 182

4.6.3.6 Recuperación hidráulica del Cauce 186

4.7 Participación social en las Soluciones Basadas en la Naturaleza 191

4.7.1 Participación social en la formulación de proyectos SbN para acción climática 191

4.7.1.1 Mapeo de actores y definición de socios 191

4.7.2 Adaptación Basada en Comunidades – ABC- 193

4.7.2.1 Principios fundamentales de la AbC 194
4.7.2.2 Integración paisajística (Desde lo social): 196
4.7.3 Reunión realizada en la Microcuenca Yomasa 197
4.7.3.1 Ejercicio cambio de roles 197
5 Recomendaciones 199
6 ANEXO 201
6.1 Visita de campo 201
6.2 Análisis de los Conceptos Técnicos, Diagnóstico Técnico, Estudios de Zonificación y Diseños de Obras 227
6.2.1.1 Diagnóstico general procesos por remoción en masa 227
6.2.1.2 Conceptos técnicos 228
6.2.2 Diagnósticos técnicos 230
6.2.2.1 Diagnóstico por Riesgo Torrencial -RT- 230
6.2.2.2 Diagnóstico de Riesgo por Inundación -RPI- 231
6.2.2.3 Diagnóstico de riesgo por movimientos en masa -MM- 233
6.2.3 Estudios 245
6.2.4 Predios en categoría Alto Riesgo No Mitigable 251
6.2.5 Revisión Detallada por Zonas Críticas 253
6.2.5.1 Sector 1 253
6.2.5.2 Sector 2 255
6.2.5.3 Sector 3 256
6.2.5.4 Sector 4 257
6.3 Propuesta conceptual (Ecología del paisaje, Territorios hidrosociales y Agricultura Urbana) 259
6.4 Reunión con la comunidad (19 de diciembre de 2023) 260
6.4.1 Proceso de convocatoria 260
6.5 Cartografía de las propuestas conceptuales de las SbN a nivel de diseño de Prefactibilidad 266

LISTADO DE FIGURAS

Figura 4-1 Pasos para definición de las propuestas conceptuales de SbN 1

Figura 4-2 Matrices 1 - 2 - 3..... 5

Figura 4-3 Eventos (Matrices 1 - 2 - 3)..... 6

Figura 4-4 Estructura Ecológica Principal (Conector Ecosistémico), (Matrices 1 - 2 - 3) 7

Figura 4-5 Oportunidades de la Matriz (1) Natural 17

Figura 4-6 Oportunidades de la Matriz (2) Periurbana 18

Figura 4-7 Oportunidades de la Matriz (3) Urbana 19

Figura 4-8 Tensores de la Matriz (1) Natural..... 23

Figura 4-9 Tensores Matriz (2) Periurbana 27

Figura 4-10 Tensores Matriz (3) Urbana 32

Figura 4-11 Aplicación de Ecología del Paisaje en el mosaico (Microcuenca Yomasa) ... 39

Figura 4-12 Esquema para la definición de las cinco propuestas conceptuales de SbN para la Microcuenca Yomasa..... 60

Figura 4-13 Elementos relevantes de las fichas..... 62

Figura 4-14 Localización sitio crítico 1 136

Figura 4-15 Registro fotográfico del evento 137

Figura 4-16 Registro fotográfico - Agrietamiento identificado..... 138

Figura 4-17 Trinchos en madera..... 140

Figura 4-18 Filtros vivos..... 140

Figura 4-19 Localización de la entrega al alcantarillado existen..... 141

Figura 4-20 Propuesta de reconformación morfológica..... 142

Figura 4-21 Diseño de plantación lineal 144

Figura 4-22 Marcación de trazado lineal. 145

Figura 4-23 Plateo y ahoyado 146

Figura 4-24 Proceso de siembra 148

Figura 4-25 Diseño 149

Figura 4-26 Localización Sitio Crítico 2 154

Figura 4-27 Registro fotográfico Sitio Crítico 2 155

Figura 4-28 Detalle tipo – perfilado con trinchos 156

Figura 4-29 Detalle filtro francés 156

Figura 4-30 Implantación en planta de la alternativa 158

Figura 4-31 Perfil transversal de la cortina de micropilotes y línea de caissons 159

Figura 4-32 Localización barrio Tocaimita Oriental 160

Figura 4-33 Localización de Diagnósticos Técnicos (Tocaimita Oriental) 161

Figura 4-34 Predios categorizados como Riesgo Alto No Mitigable 163

Figura 4-35 Registro fotográfico barrio Tocaimita Oriental 164

Figura 4-36 Medidas artesanales de contención 165

Figura 4-37 Reconformación del terreno mediante trinchos de madera, abajo ubicación de los trinchos 165

Figura 4-38 Ubicación del zona para la reconformación de trinchos (74°5'46,668"W 4°30'3,194"N) 166

Figura 4-39 Condición de legalización en el sector de estudio 167

Figura 4-40 Propuesta del Parque Agroecológico 172

Figura 4-41 Topografía Barrio Tocaimita Oriental 178

Figura 4-42 Detalle instalación de biorrollos 179

Figura 4-43 Trinchos en madera 180

Figura 4-44 Filtros vivos 181

Figura 4-45 Detalle tipo – perfilado con trinchos 181

Figura 4-46 Localización barrio San Pedro 182

Figura 4-47 Conceptos y diagnósticos existentes en el barrio San Pedro 183

Figura 4-48 Predios categorizados como amenaza alta no urbanizable San Pedro Sur 184

Figura 4-49 Registro fotográfico zona consolidada 185

Figura 4-50 Registro fotográfico zona no consolidada 186

Figura 4-51 Alcantarillas de sección en arco de base 188

Figura 4-52 Estructuras de entrega..... 189

Figura 4-53 Influencia vs interés de los actores 192

Figura 5-1. Localización de los puntos visitados. 202

Figura 5-2. Fotografía del punto número 1. 203

Figura 5-3. Fotografías del punto número 2. 204

Figura 5-4. Fotografías del punto número 3. 205

Figura 5-5. Fotografías del punto número 4. 206

Figura 5-6. Fotografías del punto número 5. 207

Figura 5-7. Fotografías del punto número 6. 208

Figura 5-8. Fotografías del punto número 7. 209

Figura 5-9. Proceso de remoción em masa observado. 210

Figura 5-10. Fotografías del punto número 8. 211

Figura 5-11. Fotografías del punto número 9. 212

Figura 5-12. Fotografía de la Microcuenca Yomasa antes del cruce con la carrera 5 este. 213

Figura 5-13. Fotografía de la Microcuenca Yomasa después del cruce con la carrera 5 este. 213

Figura 5-14. Localización general del tramo analizado en el punto número 11. 217

Figura 5-15. Ejemplo de la erosión observada en el punto número 11..... 218

Figura 5-16. Ejemplo de socavación presente en las estructuras de protección 219

Figura 5-17. Localización general del tramo analizado en el punto número 12. 220

Figura 5-18. Socavamiento en la base de un puente peatonal en el punto número 12. . 221

Figura 5-19. Socavamiento en la base de estructuras de protección 221

Figura 5-20. Fotografías del punto número 13. 222

Figura 5-21. Base del sendero peatonal con claras muestras de erosión e inestabilidad223

Figura 5-22. Canalización de la Quebrada Bolonia bajo la calle 81 sur. 224

Figura 5-23. Socavamiento previo a la canalización de la microcuenca 225

Figura 5-24. Depósito indebido de residuos y basura. 225

Figura 5-25. Disposición de residuos sobre el cauce de la Quebrada. 226

Figura 5-26 Localización conceptos técnicos 228

Figura 5-27 Categorización conceptos técnicos por cantidad 229

Figura 5-28 Categorización de Conceptos Técnicos por Área (ha) 230

Figura 5-29 Localización diagnóstico DI-12775 232

Figura 5-30 Diagnósticos técnicos por movimiento en masa 234

Figura 5-31 Registro fotográfico talud de estudio 237

Figura 5-32 Localización evento flujo de lodos y detritos diagnóstico DI-4656 238

Figura 5-33 Localización diagnóstico DI-11699 239

Figura 5-34 Registro fotográfico procesos DI-9379 240

Figura 5-35 Localización diagnóstico DI-10569 241

Figura 5-36 Localización diagnóstico DI-7607 242

Figura 5-37 Localización diagnóstico DI-10522 244

Figura 5-38 Diagnósticos técnicos por remoción en masa en el sector de estudio 245

Figura 5-39 Ubicación estudio Zona Serranías 248

Figura 5-40 Porcentaje de área en Riesgo No Mitigable por barrio 252

Figura 5-41 Localización Sector 1 254

Figura 5-42 Localización Sector 2 255

Figura 5-43 Localización Sector 3 257

Figura 5-44 Localización Sector 4 258

Figura 5-45 Lista de asistencia de la reunión 265

LISTADO DE TABLAS

Tabla 4.1 Área por las matrices 3

Tabla 4.2. Tipos de Coberturas de la Tierra (2021) presentes en la Matriz (1) Natural 8

Tabla 4.3 Tipos de Coberturas de Tierra (2021) presentes en la Matriz (2) Periurbana 9

Tabla 4.4 Tipos de Coberturas de la Tierra (2021) presentes en la matriz (3) urbana 11

Tabla 4.5. Elementos de la Estructura Ecológica Principal Matriz (1) 13

Tabla 4.6 Áreas de complementarías conservación y de riesgo (EEP) 14

Tabla 4.7 Área de ocupación pública prioritaria 15

Tabla 4.8 Elementos de la Estructura Ecológica Principal Matriz 3 16

Tabla 4.9. Tensores identificados en el área de estudio 20

Tabla 4.10 Resultado del análisis de Evaluación del Riesgo Climático y probabilidad e impacto para la Microcuenca Yomasa 21

Tabla 4.11 Sectores Catastrales con coincidencia con Amenazas Socio Naturales (Matriz (1) 22

Tabla 4.12 Sectores Catastrales con coincidencia con Amenazas Socio Naturales (Matriz 2) 24

Tabla 4.13 Eventos registrados en el SIRE (Matriz 2) 25

Tabla 4.14 Sectores Catastrales con número de eventos registrados en el SIRE (Matriz 2) 26

Tabla 4.15 Sectores Catastrales con coincidencia con Amenazas Socio Naturales (Matriz 3) 28

Tabla 4.16 Eventos registrados en el SIRE (Matriz 3) 30

Tabla 4.17 Sectores Catastrales con número de eventos registrados en el SIRE (Matriz 3)

..... 31

Tabla 4.18 Sistema corrector de una cuenca torrencial 43

Tabla 4.19 Códigos de los Diagnósticos y Conceptos técnicos de las Zonas de alto riesgo no mitigable 47

Tabla 4.20 Régimen de usos de las Áreas de Resiliencia Climática y protección por riesgo 48

Tabla 4.21 Acciones y Subacciones del PAC con relación con las matrices 1 – 2 -3 56

Tabla 4.22 Descripción de las Especie arbóreas para el Parque Agroecológico en Tocaimita 173

Tabla 5.1 Categorización conceptos técnicos por área (ha)..... 229

Tabla 5.2 Diagnósticos de riesgo por inundación RPI 231

Tabla 5.3 Análisis por área de diagnósticos técnicos 234

Tabla 5.4 Diagnósticos de riesgo por movimiento en masa 235

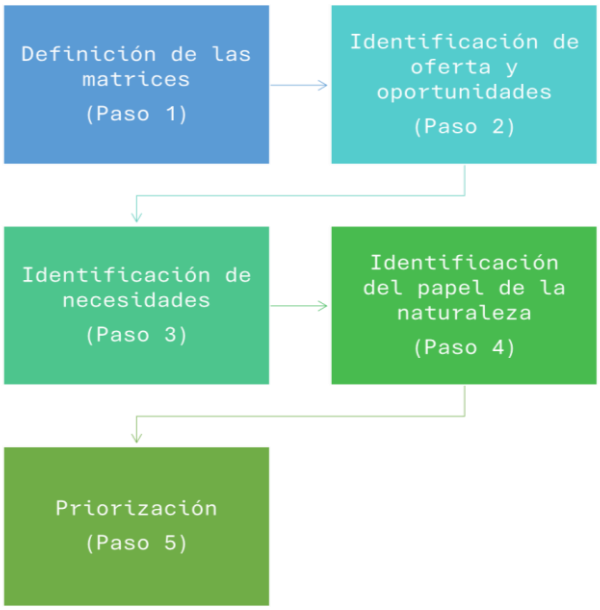
Tabla 5.5 Área en Riesgo No Mitigable por barrio..... 252

4 PROCEDIMIENTO PARA LA DEFINICIÓN DE LAS PROPUESTAS CONCEPTUALES DE LAS SBN

4.1 Metodología para la definición de las propuestas conceptuales de las SbN

La metodología llevada a cabo para la definición de las propuestas conceptuales de las SbN, se desarrolló en (5) pasos tomando en consideración los pasos definidos en la Guía para la integración de las Soluciones Basadas en la Naturaleza en la planificación Urbana del IAVH (Arango, 2020)

Figura 4-1 Pasos para definición de las propuestas conceptuales de SbN



Fuente: Elaborado propia a partir (Arango, 2020)

Paso (1)

El paso (1), consiste en dividir el área de estudio de acuerdo con las características relevantes, como áreas protegidas a nivel nacional o distrital y zonas con mayor densificación urbana o rural, teniendo en cuenta estas tipologías, se dividió en tres áreas. La primera hace parte un área SINAP Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de

Bogotá -, en esta área la densificación rural es muy baja, según la capa de construcciones de la Secretaría Distrital de Planeación -SDP-, si tiene 34 predios. La segunda área, tiene 5899 predios, es un área con predominio de uso agrícola, y tiene figuras de conservación como la franja de adecuación de los Cerros Orientales, áreas definidas por el POMCA del Río Bogotá y Sistema Distrital de Áreas Protegidas, estas condiciones llevaron a la definición de la segunda área. La tercera, tiene una mayor densificación con 38.369 predios, de los cuales 495 están en suelo de expansión y el resto en suelo urbano, tiene unas áreas con propuestas de conservación, pero estas son inferiores en comparación al área uno y dos. Finalmente, a cada una de estas áreas se le definió un área de influencia indirecta, en el titulo 4.2 se profundiza este tema.

Paso (2)

La identificación de la oferta y las oportunidades es el paso, que permite conocer las potencialidades a partir de la naturaleza y como estas están presentes en el área de estudio, está visión, hace posible tener un enfoque más integrador del territorio, porque no parte de los tensores sino de la naturaleza como un elemento constructor e integrador. La identificación de la oferta y las oportunidades radica en hacer usos de elementos cartográficos como: Áreas protegidas, Suelos de protección, Suelos de protección por riesgo, Áreas de conectividad existentes, Oportunidades para la conectividad ecológica, Zonas con función amortiguadora, Espacio público (Parques, Plazas, Jardines, Arbolado urbano), coberturas de la tierra; estos elementos permiten tener una base de los elementos de la naturaleza presentes y propuestos. Para la Microcuenca Yomasa, se trabajó para cada una de las matrices definidas en el paso (1) y se hizo uso de la información cartográfica del POT (Decreto 555 de 2021), IDECA, MADS, PNN, POMCA Río Bogotá. En el titulo 4.3 se desarrolla este paso.

Paso (3)

La identificación de las necesidades tiene como objetivo definir los tensores presentes en cada una de las matrices, teniendo en cuenta que cada una presenta unas ofertas y oportunidades diferentes, esto hace que los tensores sean diferentes en cada matriz o la forma de hacer frente. Los tensores identificados son: amenazas socio naturales (Inundaciones, Encharcamientos, Movimientos En Masa, Incendios Forestales, Avenidas

Torrenciales), amenazas climáticas relacionados con aumento de la precipitación y de temperatura, contaminación de las fuentes hídricas, conflictos del uso del suelo, especies invasoras, vertimientos. En el titulo 4.4 se desarrolla este paso.

Paso (4)

Identificación del papel de la naturaleza, Este paso consiste en la identificación de diferentes escenarios prospectivos para la ciudad, a través de los cuales se puede imaginar el papel de la naturaleza en la ciudad del futuro, es decir, en el largo plazo. El principal objetivo de estos análisis prospectivos es facilitar la identificación de áreas naturales, seminaturales o diseñadas, específicas de la ciudad, las cuales son estratégicas para crear y/o fortalecer SBN en el futuro, como respuesta a las necesidades generadas por los patrones de crecimiento del área urbana (Arango, 2020). Para este paso, se tiene en cuenta el Plan de Acción Climática para Bogotá 2020 – 2050 que plantea acciones a largo plazo y la visión de paisaje, tomando los elementos conceptuales de la ecología de paisaje donde se definieron parches y conectores para cada matriz. En el titulo 4.5 se desarrolla este paso.

Paso (5)

El objetivo de este paso es priorizar las áreas donde es posible implementar SBN, con base en disponibilidad (paso 1) y considerando lo que la Microcuenca necesita actualmente y en el futuro (pasos 2 y 3). Para este paso se definieron fichas para cada una de las propuestas conceptuales definidas en cada una de las matrices.

4.2 Definición del área de las matrices

Las matrices están constituidas por un área directa e indirecta, la directa, es el área de estudio, la cual, es la delimitación de la Microcuenca de Yomasa con 1541,58 (ha), el área indirecta tiene 1334,51 (ha), el área total del área directa e indirecta es de 2876,09 (ha).

Tabla 4.1 Área por las matrices

Tipo de área	Nombre Matriz	Area (ha)	% (Matriz)
Directa	Matriz (1) Natural	689,64	71%
Indirecta	Matriz (1) Natural	282,02	29%
	Total	971,66	
Directa	Matriz (2) Periurbano	520,07	60%
Indirecta	Matriz (2) Periurbano	338,35	40%
	Total	858,42	

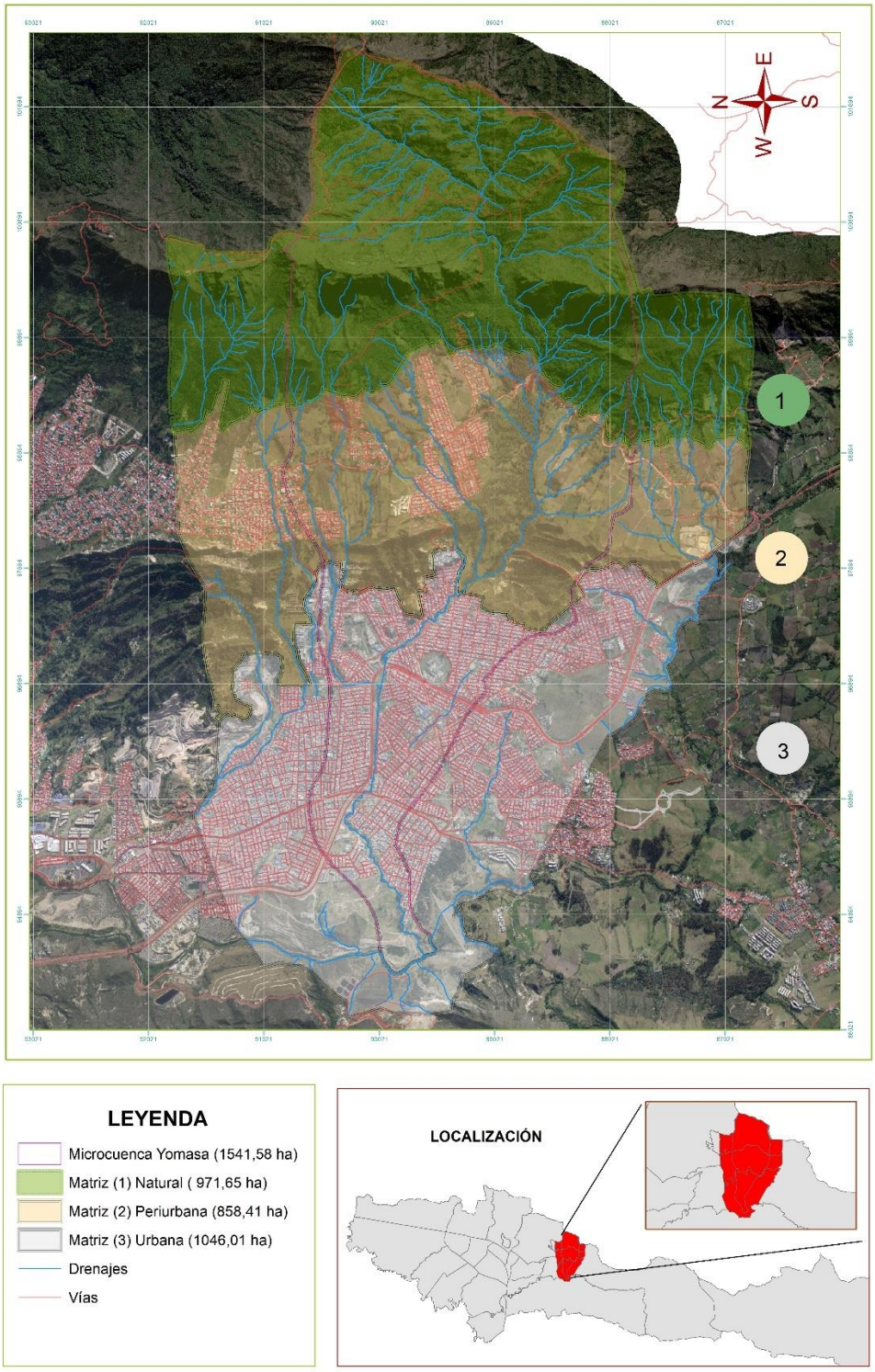
Tipo de área	Nombre Matriz	Area (ha)	% (Matriz)
Directa	Matriz (3) Urbano	331,87	32%
Indirecta	Matriz (3) Urbano	714,15	68,3
	Total	1046,02	

Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

Los parámetros para la definición del área indirecta

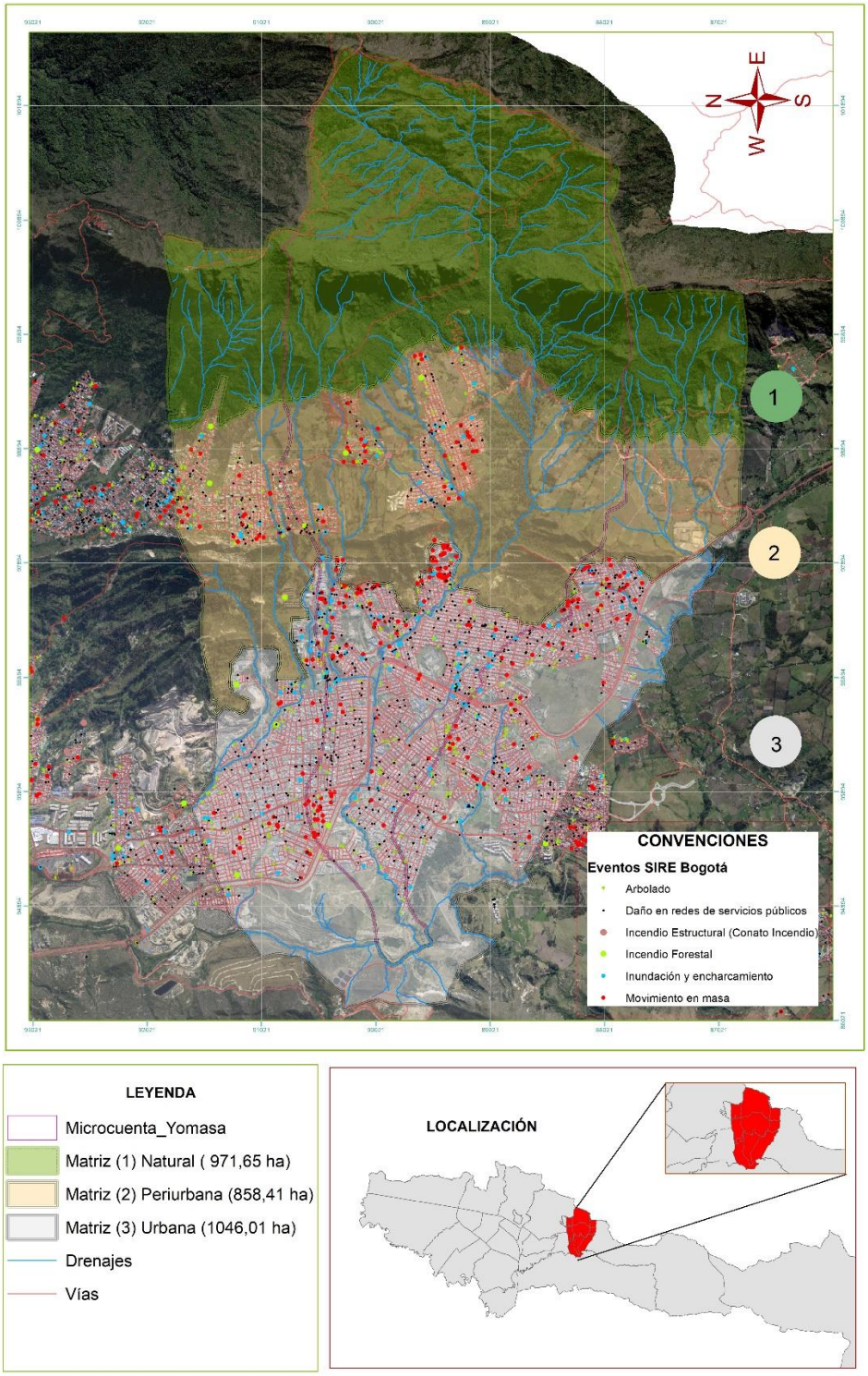
El área de estudio tiene unas condiciones de borde que determinaron la necesidad de establecer un área de influencia indirecta, entre las condiciones son; en primer lugar, tiene 22 sectores catastrales que entran parcialmente en el área de estudio, segundo, los tensores, y tres, las estrategias definidas en los instrumentos de planificación no responden al límite de la microcuenca, por el contrario, van más allá (ver Figura 4-2). En la matriz (1) natural, se observa la continuidad de los cerros orientales, en la matriz (2) periurbano, tiene la estrategia de Conectividad Ecosistémica del POT y están las áreas del Sistema Distrital de Áreas Protegidas (Agroparque Los Soches, Entrenubes- Cerro Juan Rey, Entrenubes - Cuchilla Gavilán Santa Librada Bolonia), además, los eventos socionaturales (Ver Figura 4-3 y Figura 4-4), situación similar se presenta en la matriz (3) urbana, en relación a los eventos y estrategias definidas por el POT.

Figura 4-2 Matrices 1 - 2 - 3



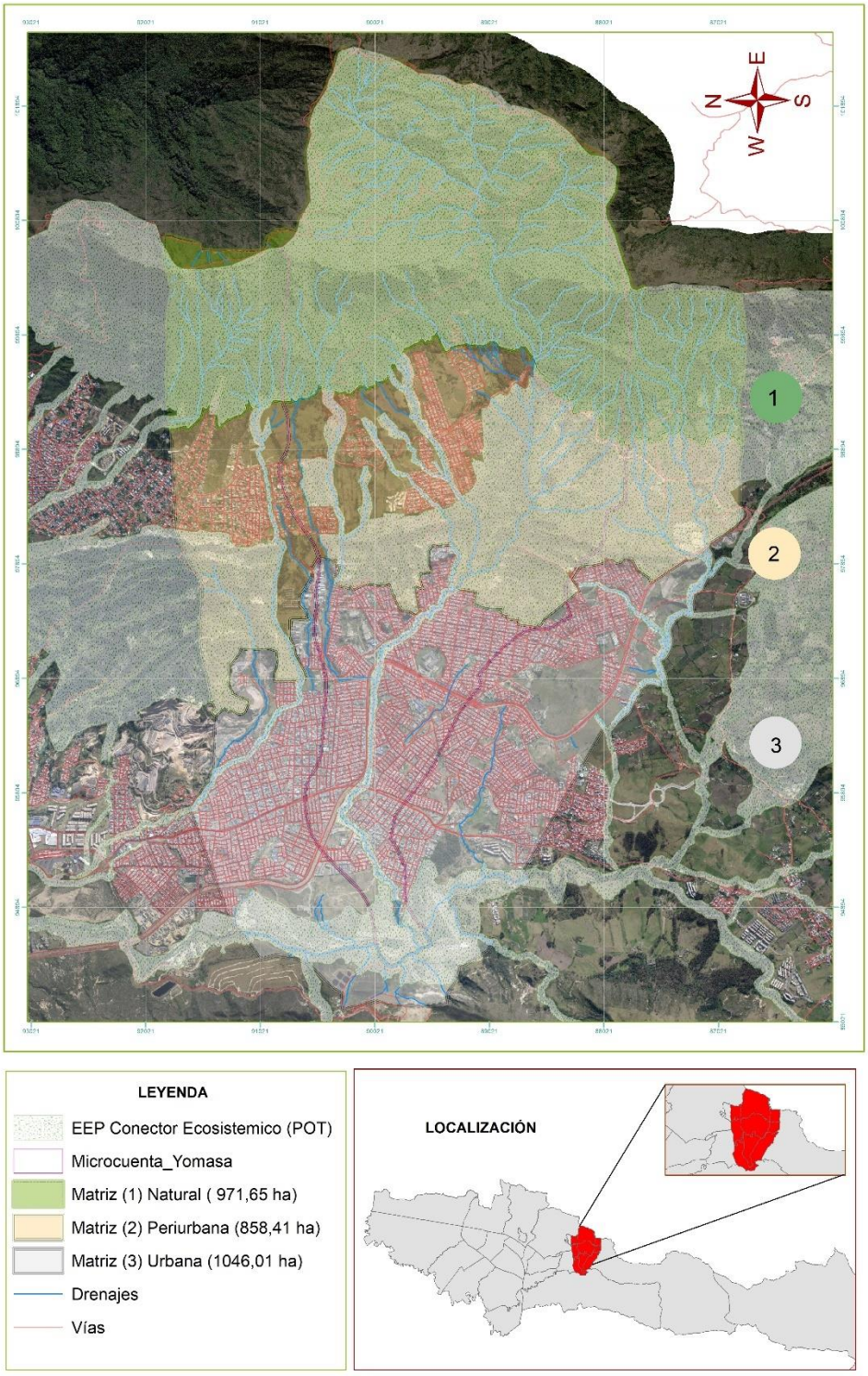
Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

Figura 4-3 Eventos (Matrices 1 - 2 - 3)



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

Figura 4-4 Estructura Ecológica Principal (Conector Ecosistémico), (Matrices 1 - 2 - 3)



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

4.3 Identificación de la oferta y las oportunidades en las matrices

En este numeral se relaciona la información de las zonas o instrumentos de política presentes en las matrices que contribuyen a la oferta o posibles oportunidades para las SBN en los espacios urbano, periurbano y rural.

4.3.1 Identificación de la oferta de la Matriz (1) Natural

Esta matriz está compuesta principalmente por coberturas de Bosque y Áreas seminaturales con 636,26 (ha), de la cual la mayor participación corresponde a Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva con 584,08 (ha), siendo los herbazales los de mayor participación con 343,14 (ha); esta zona aún alberga vegetación nativa de bosque alto andino, subpáramo y páramo asociada al páramo de Cruz Verde, el cual hace parte del complejo de páramos Cruz Verde-Sumapaz (Colorado, 2018).

Entre otros elementos que se visualizan en la matriz Natural son algunos fragmentos de áreas agrícolas heterogéneas con cultivos y zonas de pastos, además de una pequeña área de tejido urbano cuyo parámetro de crecimiento se mantiene entre las temporalidades 2004, 2016 y 2021.

Dicha matriz se encuentra sobre los 3010 m.s.n.m hasta los 3500 m.s.n.m, a su vez está cubierta por la red de drenajes que se desprenden de la Microcuenca Yomasa cuyo patrón tiene un comportamiento similar evaluado en una temporalidad de 50 años.

Está conformada por una red de drenajes con una longitud de 63,11 kilómetros de longitud los cuales pertenecen a las microcuencas Quebrada Chiguaza (7,23 kilómetros), Quebrada de Fucha (10,63 kilómetros), Quebrada Hoya del Ramo (2,49 kilómetros), Quebrada Río Palo Blanco (0,51 kilómetros), estas hacen parte del área de influencia indirecta, Yomasa (42,24 kilómetros) hace parte del área de influencia directa. Cuenta con vías de acceso entre calles, carreras y algunos caminos o trochas y comprende una longitud de 39,13 kilómetros.

Tabla 4.2. Tipos de Coberturas de la Tierra (2021) presentes en la Matriz (1) Natural

Tipo de cobertura		Área (ha)
1. Territorios Artificializados		**0,45**
1.1	**Zonas urbanizadas**	**0,09**
1.1.2.1	Tejido urbano discontinuo	0,09
1.2	**Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación**	**0,36**

Tipo de cobertura		Área (ha)
1.2.2	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	0,36
2.Territorios Agrícolas		**53,08**
2.1	**Áreas agrícolas heterogéneas**	**11,06**
2.1.1	Mosaico de cultivos	6,91
2.1.2	Mosaico de pastos y cultivos	4,15
2.2	**Pastos**	**42.02**
2.2.1	Pastos enmalezados	39,96
2.2.2	Pastos limpios	2,06
3. Bosques y Áreas Seminaturales		**636.25**
3.1	**Bosques**	**52,18**
3.1.2	Bosque abierto	52.18
3.2	**Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva**	**584,07**
3.2.1.2	Herbazal abierto	343,14
3.2.2.2	Arbustal abierto	240,93

Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

4.3.2 Identificación de la oferta de la Matriz (2) Periurbano

La Matriz (2), está compuesta por 3 coberturas principales, Bosques y Áreas seminaturales, Territorios Agrícolas y Territorios Artificializados, la cobertura con mayor presencia en la matriz es Territorios Agrícolas con 237,88 (ha) (Nivel 1), el nivel 2, de esta cobertura la de mayor aporte son Áreas Agrícolas Heterogéneas con 180,63 (ha). Según Camacho et al (2021) en los últimos años se han presentado diferentes trasformaciones, entre los factores es el proceso de industrialización de las actividades agrícolas.

La segunda cobertura del nivel 1, con mayor participación es Bosques y Áreas Seminaturales con 180,49 (ha), y del nivel 2, predomina Áreas con Vegetación herbácea y/o arbustiva con 95,28 (ha). Dichas zonas naturales evaluadas entre temporalidades 2004, 2016 y 2021 muestra una pérdida de cobertura especialmente en la cobertura de bosque de galería y/o ripario que se encuentra asociada a los drenajes.

Y como ultima cobertura se encuentra Territorios Artificializados con 101,70 (ha), en la cual, las zonas urbanizadas tienen mayor aporte con 99,57 (ha). Es importante resaltar que para el tejido urbano entre 2004 y 2021 presenta un pequeño crecimiento en área.

Tabla 4.3 Tipos de Coberturas de Tierra (2021) presentes en la Matriz (2) Periurbana

Tipo de cobertura		Área (ha)
1. Territorios Artificializados		**101,68**
1.1	**Zonas urbanizadas**	**95,11**
1.1.1	Tejido urbano continuo	70,58
1.1.2.1	Otros tejidos urbanos discontinuos	24,53
1.2	**Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación**	**5,56**

Tipo de cobertura		Área (ha)
1.2.2	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	4,44
1.2.1.1	Zonas industriales	1,12
1.3	**Zonas de extracción minera y escombreras**	**1,01**
1.3.1.5.5	Otras zonas de explotación de materiales de construcción	1,01
2.Territorios Agrícolas		**237,86**
2.2	**Cultivos permanentes**	**0,19**
2.2.1	Cultivos permanentes herbáceos	0,19
2.3	**Pastos**	57,05
2.3.1	Pastos limpios	23,60
2.3.2	Pastos arbolados	10,98
2.3.3	Pastos enmalezados	22,47
2.4	**Áreas agrícolas heterogéneas**	180,62
2.4.1	Mosaico de cultivos	143,54
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	15,75
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	12,06
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	9,27
3. Bosques y Áreas Seminaturales		**180.48**
3.1	**Bosques**	**83,34**
3.1.2	Bosque abierto	17,58
3.1.5	Plantación forestal	50,53
3.1.4.4	Bosque de galería mixto	15,23
3.2	**Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva**	**95,27**
3.2.1.2	Herbazal abierto	10,75
3.2.2.2	Arbustal abierto	84,52
3.3	**Áreas abiertas, sin o con poca vegetación**	**1,87**
3.3.3	Tierras desnudas y degradadas	1,87

Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

La red de drenajes de esta matriz tiene una longitud de 32,39 kilómetros de los cuales pertenecen a las microcuencas; Quebrada Fucha (5,66 kilómetros), Quebrada Hoya del Ramo (5,28 kilómetros) del área de influencia y para el área de estudio, Microcuenca Yomasa (21,43 kilómetros). En lo que respecta al análisis multitemporal del patrón de drenaje, este se generó a partir de la cartografía base del IGAC por medio de fotointerpretación, para determinar cambios en la red de drenajes para los años 1974 a 2021, como resultado se evidencia algunos cambios en ciertos sectores (ver Figura 3.5 del producto 2). Esta área, tiene vías de acceso entre calles, carreras y algunos caminos o trochas y comprende una longitud de 39,13 kilómetros.

4.3.3 Identificación de la oferta de la Matriz (3) Urbana

La matriz 3 Urbana, se caracteriza porque en ella predominan los territorios artificializados incluyendo Zonas de extracción minera, Zonas verdes urbanas, Zonas industriales, Tejido urbano continuo, Zonas industriales o comerciales y Red vial, ferroviaria y terrenos asociados. En esta se identificó por medio del análisis multitemporal que el tejido urbano

en general ha tenido un crecimiento significativo entre el año 2016 y 2021, esto asociado a desarrollo de hábitat tanto formal como informal.

A su vez cuenta con territorios agrícolas conformados especialmente por coberturas de pastos y algunos cultivos, estos ubicados espacialmente en la zona que limita con la Matriz (2) al oriente y al occidente donde se tiene el desemboque en el Rio Tunjuelo. La cobertura con mayor área es pastos limpios con 21.74 (ha) y la de menor área es pastos arbolados 0.08 (ha).

Finalmente se encuentra las zonas de bosques y áreas seminaturales asociadas principalmente a bosques de galería y/o ripario cercanos a cuerpos de agua que se han visto reducidos en área entre las temporalidades 2004 – 2021.

Tabla 4.4 Tipos de Coberturas de la Tierra (2021) presentes en la matriz (3) urbana

Tipo de cobertura		Área (ha)
1. Territorios Artificializados		**279,51**
1.1	**Zonas urbanizadas**	**243,62**
1.1.1	Tejido urbano continuo	243,62
1.2	**Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación**	**5,56**
1.2.1	Zonas industriales o comerciales	1,67
1.2.1.1	Zonas industriales	0,91
1.2.2	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	20,34
1.3	**Zonas de extracción minera y escombreras**	**10,33**
1.3.1	Zonas de extracción minera	10,33
1.4	**Zonas verdes artificializadas, no agrícolas**	**20,00**
1.4.1	Zonas verdes urbanas	20,00
2.Territorios Agrícolas		**32,22**
2.3	**Pastos**	29,4
2.3.1	Pastos limpios	21,75
2.3.2	Pastos arbolados	0,09
2.3.3	Pastos enmalezados	1,56
2.4	**Áreas agrícolas heterogéneas**	2,82
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	2,82
3. Bosques y Áreas Seminaturales		**8,70**
3.1	**Bosques**	**3,78**
3.1.2	Bosque abierto	0,01
3.1.5	Plantación forestal	0,005
3.1.4.4	Bosque de galería mixto	3,77
3.2	**Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva**	**4,92**
3.2.2.2	Arbustal abierto	4,92
5. Superficies de agua		0,08
5.1	**Aguas continentales**	**0,08**
5.1.1	Ríos (50 m)	0,08

Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

4.3.4 Oportunidades de la Matriz (1) Natural

La estructura ecológica principal se encuentra comprendida por todos los elementos naturales que mantienen y sostienen la biodiversidad, esto comprendiendo que el territorio debe ser planificado alrededor de los recursos naturales (SDA, 2020). Esta se convierte en una herramienta técnica para la toma de decisiones que incorporan las dinámicas ecosistémicas que dan sustento al desarrollo del territorio en los procesos de monitoreo, gestión, planificación de los recursos naturales y ordenamiento territorial (Morales,2020).

En la matriz se encuentra el sistema hídrico representado por; cuerpos de agua naturales, ríos quebradas y rondas, además, esta hace parte del Conector Ecosistémico Media Luna del sur, siendo este una herramienta para la implementación de estrategias de cuidado y gestión del territorio para unir el oriente con el occidente de la ciudad, mejorando la calidad de vida de la ciudadanía y favoreciendo los flujos de la biodiversidad (SDA, 2020); y del Corredor de conectividad Páramos Chingaza Sumapaz, este último promueve la protección de la biodiversidad y el recurso hídrico en áreas de alta montaña por medió de zonas de (Sguerra, 2011):

- Conservación: Para protección de ecosistemas y hábitats
- Recuperación: Perdida de coberturas naturales y de uso sostenible, con alto valor para la oferta y regulación hídrica o alto potencial erosivo.
- Usos sostenibles de los recursos naturales: Sitios con alto potencial para la conectividad, donde se debe incentivar la reconversión y el mejoramiento de los sistemas de producción rural

Otro elemento relevante, es la zona de Recuperación de los Cerros Orientales bajo la Resolución 1766 de 2016 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, por la cual, se adopta el Plan de Manejo de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá y se adoptan otras determinaciones; en lo que corresponde al área definida en la Matriz (1), esta resolución define, una zona de recuperación para mantener el efecto protector de la reserva forestal dentro de áreas que han sido alteradas por el desarrollo de viviendas rurales semiconcentradas y/o dispersas o de edificaciones de uso dotacional, generando procesos de fragmentación y deterioro de coberturas naturales. Estas áreas de recuperación mencionadas pretenden recuperar y mantener el efecto protector de la

reserva forestal, garantizando que las infraestructuras allí presentes no pongan en riesgo el efecto protector de los suelos y el funcionamiento integral. También, hace parte del Área de Ocupación Pública Prioritaria, cuyo objetivo es centrar el ordenamiento en el manejo de zonas de ocupación publica prioritaria, la cual, es la conformación de una franja de cinturones forestales, espacio público y equipamientos, como barrera para la expansión urbana, sobre áreas cercanas al borde urbano no construidas. Finalmente, están presentes algunos fragmentos de la categoría de Consolidación de Paisajes Sostenibles, estas zonas se caracterizan porque en ellas puede haber actividad agropecuaria y también elementos de protección ambiental, buscando un reconocimiento de la cultura campesina y armonización de actividades para la conservación (ver Tabla 4.5, Figura 4-5).

Tabla 4.5. Elementos de la Estructura Ecológica Principal Matriz (1)

Elemento EEP	Área (ha)
Recuperación de cerros orientales	954,44
Conector ecosistémico Media Luna del Sur	943,56
Corredor de conectividad Páramos Chingaza Sumapaz	41,83
Áreas de ocupación pública prioritaria	1,70
Consolidación de paisajes sostenibles	0,06

Fuente: Elaboración a partir POT (Decreto 555 de 2021), MADS

4.3.5 Oportunidades de la Matriz (2) Periurbano

En la matriz (2), está presente elementos de la Estructura Ecológica Principal, se presenta parte del Conector ecosistémico Media Luna del Sur, también, se tienen zonas dentro de la categoría de Consolidación de Paisajes Sostenibles, estas zonas se caracterizan porque en ellas puede haber actividad agropecuaria y también elementos de protección ambiental, buscando un reconocimiento de la cultura campesina y armonización de actividades para la conservación. Otro elemento, son las áreas de resiliencia climática, estas últimas han sido definidas en un programa de gestión del suelo para la resiliencia climática en zonas en condiciones de amenaza o riesgo que pretende controlar la ocupación de dichas áreas e incorporar en sus usos el desarrollo de parques y/o equipamientos para la apropiación ciudadana y el aumento de la resiliencia climática (SDA, 2020), otro elemento, son las Áreas de Protección por Riesgo, conformado por 298 predios distribuidos en Riesgo Alto No Mitigable y Amenaza Alta No Mitigable; los predios de Alto Riesgo No Mitigable, su condición define que estos, tienen restringida la posibilidad de urbanizarse y deben ser recuperadas y rehabilitadas en plano normativo del Decreto 619 de 2000, los predios en

Alto Riesgo No Mitigable, de acuerdo con el artículo 138 del Decreto 190 de 2004 define "se complementará progresivamente los estudios para mantener actualizada la información que permita definir y adelantar acciones para la mitigación de riesgo en zonas identificadas de Riesgo de Remoción en Masa. Los estudios de riesgo permitirán actualizar la información sobre familias en alto riesgo no mitigable, por fenómenos de remoción de masa e inundación objeto del programa de reasentamientos y definidos en el Mapa de Zonas de Protección Actual por Riesgo" (SDP, 2018) (Ver Tabla 4.6).

Tabla 4.6 Áreas de complementarías conservación y de riesgo (EEP)

Tipo de figura	Nombre	Área (ha)
Áreas de protección de por Riesgo	Riesgo Alto No Mitigable (123 predios).	7,19
	Amenaza Alta No Mitigable (175 predios)	
Áreas Complementarias de Conservación	Áreas de resiliencia climática y protección por riesgo	3,75
	Subzona de manejo y uso de importancia ambiental del POMCA del Río Bogotá	19,15
Zonas de Conservación	Agroparque Los Soches	176,54
	Entrenubes- Cerro Juan Rey	86,57
	Entrenubes - Cuchila Gavilán	218,07
	Santa Librada Bolonia	11,14
Total		522,41

Fuente: Elaboración a partir POT (Decreto 555 de 2021)

Otra oportunidad es la franja de adecuación de la Reserva Forestal Protectora del Bosque Oriental, esta figura tiene dos elementos normativos, uno definido por el MADS y el otro por la Secretaría Distrital de Ambiente –SDA-, por parte del MADS está la Resolución 463 de 2005 y es definida como el espacio de consolidación de la estructura urbana y zona de amortiguación y de contención definitiva de los procesos de urbanización de los Cerros Orientales, tiene una extensión de 174,67 (ha), de las cuales, 125,5 (ha) están en el área directa. El elemento normativo definido por la SDA, precisa que es un área de Ocupación Público Prioritaria, estas áreas tienen prioridad alta y responden al Concepto Técnico 03224 del 21 de marzo del 2018, previo a este concepto, mediante el Decreto 485 de 2015, se definieron unas zonas que se describen en la Tabla 4.7, la franja, en la matriz representa 118,64 (ha) de las cuales 86,5 (ha) son del área directa.

Tabla 4.7 Área de ocupación pública prioritaria

Clasificación	Área (*)	%
Zona Agroecológica	49,35	42%
Zona de conservación de la biodiversidad	43,79	37%
Zona de manejo paisajístico	13,33	11%
Zona de manejo silvicultural	12,17	10%
Total	118,64	100%

Fuente: Decreto 485 de 2015

En áreas de Importancia Ambiental, están los cuerpos de agua naturales, los cuales, representan 190,73 (ha), estos se solapan con las áreas de ocupación pública prioritaria y las áreas complementarias para la conservación.

Finalmente, entre los proyectos planteados para la Estructura Ecológica Principal, existen estrategias que se solapan, esta situación se presenta en el Agroparque Los Soches, el cual, hace parte del Sistema Distrital de Áreas Protegidas y de sus 176,54 (ha) del agroparque 99,82 (ha) están definidas para el Corredor de conectividad Páramos Chingaza Sumapaz y consolidación de paisajes sostenibles. En la Figura 4-6, se visualiza la serie de elementos de esta matriz.

4.3.6 Oportunidades de la Matriz (3) Urbana

Esta matriz presenta una configuración urbana con respecto a las matrices 1 y 2, entre sus potencialidades se tiene el Conector Ecosistémico Media Luna del Sur, para la matriz 3, este conector se encuentra atravesando de oriente a occidente el área delimitada para la microcuenca. El área confluye con el río Tunjuelo, en la zona donde se ubica el rio Tunjuelo se encuentra un área que hace parte del corredor de conectividad Páramo Chingaza Sumapaz, cuyo objetivo es promover la protección de la biodiversidad y el recurso hídrico en áreas de alta montaña por medió de zonas de conservación, recuperación y usos sostenibles de los recursos naturales (Sguerra, 2011). También se cuenta con zonas dispuestas para resiliencia climática y las Áreas de Protección por Riesgo explicadas en el numeral anterior, (ver

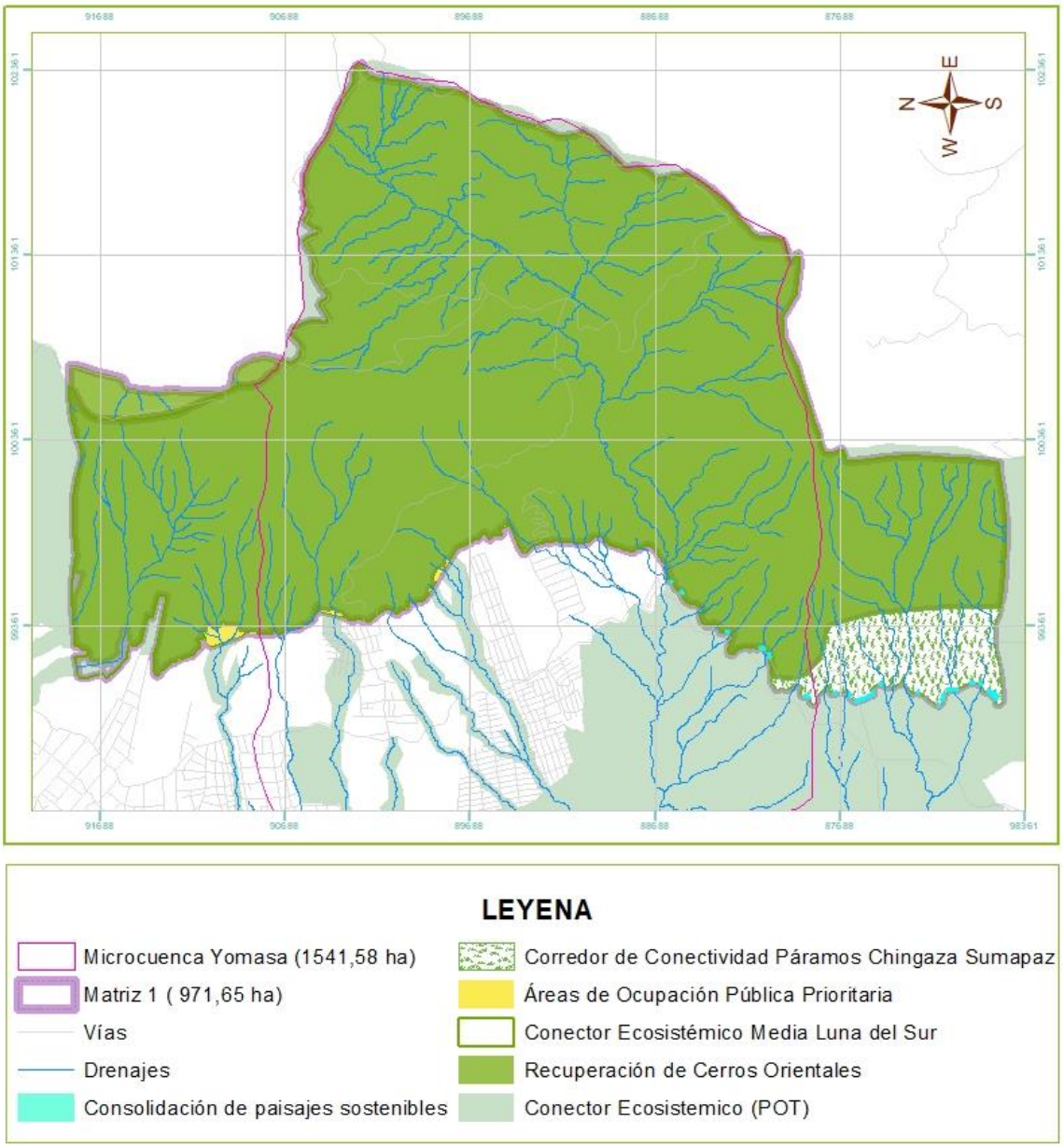
Tabla 4.8 y Figura 4-7)

Tabla 4.8 Elementos de la Estructura Ecológica Principal Matriz 3

Tipo de Figura	Elemento EEP	Área (ha)
Proyecto de EEP	Conector ecosistémico Media Luna del Sur	180,47
	Corredor de conectividad Páramos Chingaza Sumapaz	18,76
	Sistema Hídrico Subcuencas	125,35
Áreas Complementarias de Conservación	Áreas Completarías de conservación (POMCA Rio Bogotá)	9,88
	Áreas de Resiliencia Climática	1,77
Áreas de protección de por Riesgo	Alto Riesgo No Mitigable (Predios 204)	3,55
	Amenaza Alta No Urbanizable (Predios 210)	
Total		339,78

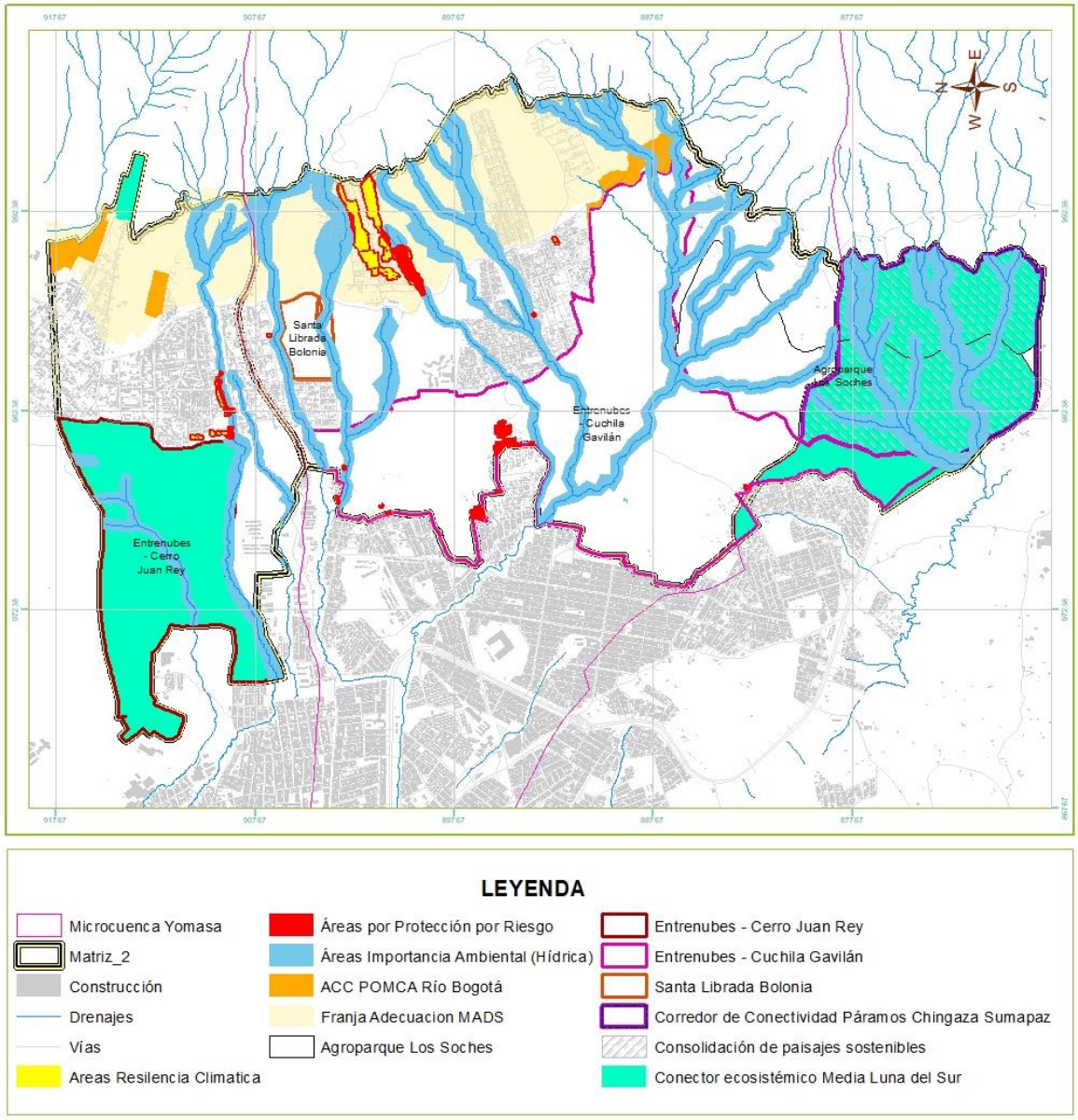
Fuente: Elaboración a partir POT (Decreto 555 de 2021)

Figura 4-5 Oportunidades de la Matriz (1) Natural



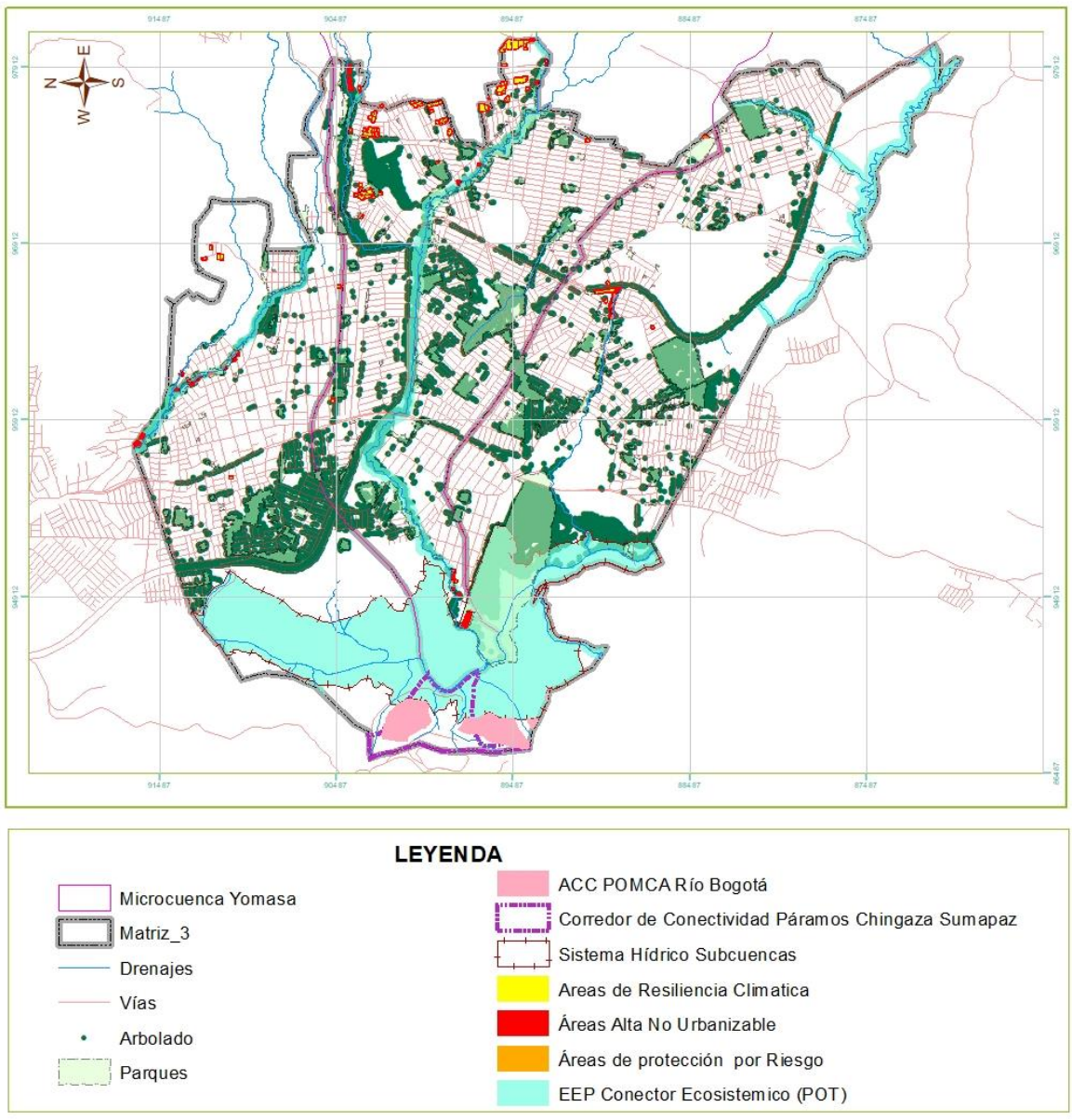
Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

Figura 4-6 Oportunidades de la Matriz (2) Periurbana



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

Figura 4-7 Oportunidades de la Matriz (3) Urbana



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

4.4 Identificación de las necesidades que se pueden satisfaser con las SbN

En esta sección se describe los diferentes tensores identificados en cada matriz, algunos se presentan solo en una matriz y otros tensores están presentes en todas. En la Tabla 4.9, se relacionan los tensores identificados a través de insumos cartográficos y de la revisión documental.

Tabla 4.9. Tensores identificados en el área de estudio

Tensores	Tipo	Matriz
Vertimientos	Conexiones erradas	Matriz (2,3)
	Lixiviados por residuos solidos	Matriz (2,3)
Uso	Avance de la frontera	Matriz (1,2,3)
	Ocupación incompatible	Matriz (1,2,3)
Ocupación	Cambio en el patrón de drenaje	Matriz (2,3)
	Llenos antrópicos	Matriz (2,3)
	Avance del tejido Urbano (perdida de la conectividad)	Matriz (2,3)
	Amenazas socio naturales (Movimientos en Masa, Avenidas Torrenciales, Inundación, Incendios Forestales, Encharcamientos)	Matriz (1,2,3)
Contaminación	Disposición inadecuada de residuos solidos	Matriz (2,3)
Especies Invasoras	Retamo Espinoso	Matriz (1)
	Perdida de la conectividad	Matriz (1)
	Incendios forestales	Matriz (1)

Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

En cuanto a los tensores de cambio climático, se tomó la Evaluación del Riesgo Climático y probabilidad e impacto desarrollado para Bogotá, para las amenazas climáticas analizadas (Inundación, Movimientos en Masa, Incendios Forestales, Avenidas Torrenciales e Islas de Calor Urbanas), la información esta para el área de estudio, en la Tabla 4.10 y se relaciona los resultados de los índices evaluados para el área.

Tabla 4.10 Resultado del análisis de Evaluación del Riesgo Climático y probabilidad e impacto para la Microcuenca Yomasa

Índice	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo	Muy Bajo	Observación
Índice de Exposición por Inundación para Adaptación						Alcantarillado pluvial, están mayormente expuestas a inundaciones en escenarios de cambio climático
Índice de Riesgo por Inundación						
Índice de Exposición a Movimientos en Masa para Adaptación						Está determinado por las condiciones orográficas del suelo, así como, las actividades económicas y sociales desarrolladas. Índice de capacidad adaptativa y el índice de sensibilidad, las zonas catalogadas con un valor alto de exposición a movimientos en masa presentan una sensibilidad baja y una alta capacidad adaptativa, relacionado con las características ambientales, que brindan numerosos servicios ecosistémicos que atenúan los efectos de eventos de movimientos en masa.
IRC por Movimientos en Masa						De las UPZ con mayor IRC que hacen parte del área de estudio son; La Flora, Comuneros
IRC por Incendios Forestales						Sin observación
Índice de Exposición por Incendios Forestales para adaptación						La UPR IRC, corresponde a UPR Cerros Orientales
Índice de Capacidad de Adaptación para Incendios Forestales						La UPR IRC, corresponde a UPR Cerros Orientales
Índice de Vulnerabilidad de las Unidades de Planeamiento Rural ante Incendios Forestales						La UPR Cerros Orientales como la más vulnerable de la zona rural (1,00 – muy alto), puesto que posee baja capacidad adaptativa y mediana sensibilidad (respecto de otras UPR)
IRC Avenidas Torrenciales						Con presencia (Para esta amenaza, según análisis realizado no se hace una categorización, lo que se realizó fue clasificación en ausencia o presencia)
Índice de Exposición por Avenidas Torrenciales para adaptación						Sin observación
IRC Islas de Calor Urbanas						Sin observación
Índice de Sensibilidad Total para la Adaptación ante Escenarios de Cambio Climático						Estos resultados están relacionados con el grado de afectación que se puede presentar en dichas zonas, el cual se hace más fuerte por la confluencia de actividades como la expansión urbana, la presión sobre el uso del suelo, el inadecuado manejo de aguas residuales, entre otras.
Índice de Capacidad Adaptativa Total para la Adaptación ante Escenarios de Cambio						Sin observación
Índice de Vulnerabilidad Total para la Adaptación ante Escenarios de Cambio						La relación entre sensibilidad / capacidad adaptativa constituye la vulnerabilidad UPZ La Flora, Comuneros y Alfonzo Lopez UPR Cerros Orientales

Fuente: PAC 2020 -2050

4.4.1 Tensores de la Matriz (1) Natural

En la matriz (1), hace parte 12 sectores catastrales de los cuales, tienen coincidencias con amenazas socio naturales como; Incendios Forestales, Avenidas Torrenciales y Movimientos en Masa. La amenaza con mayor participación es Incendios Forestales, seguido de Movimientos en Masa. La amenaza con mayor porcentaje en la matriz respecto al área total es Incendios Forestales con el 83,4% (Ver Tabla 4.11).

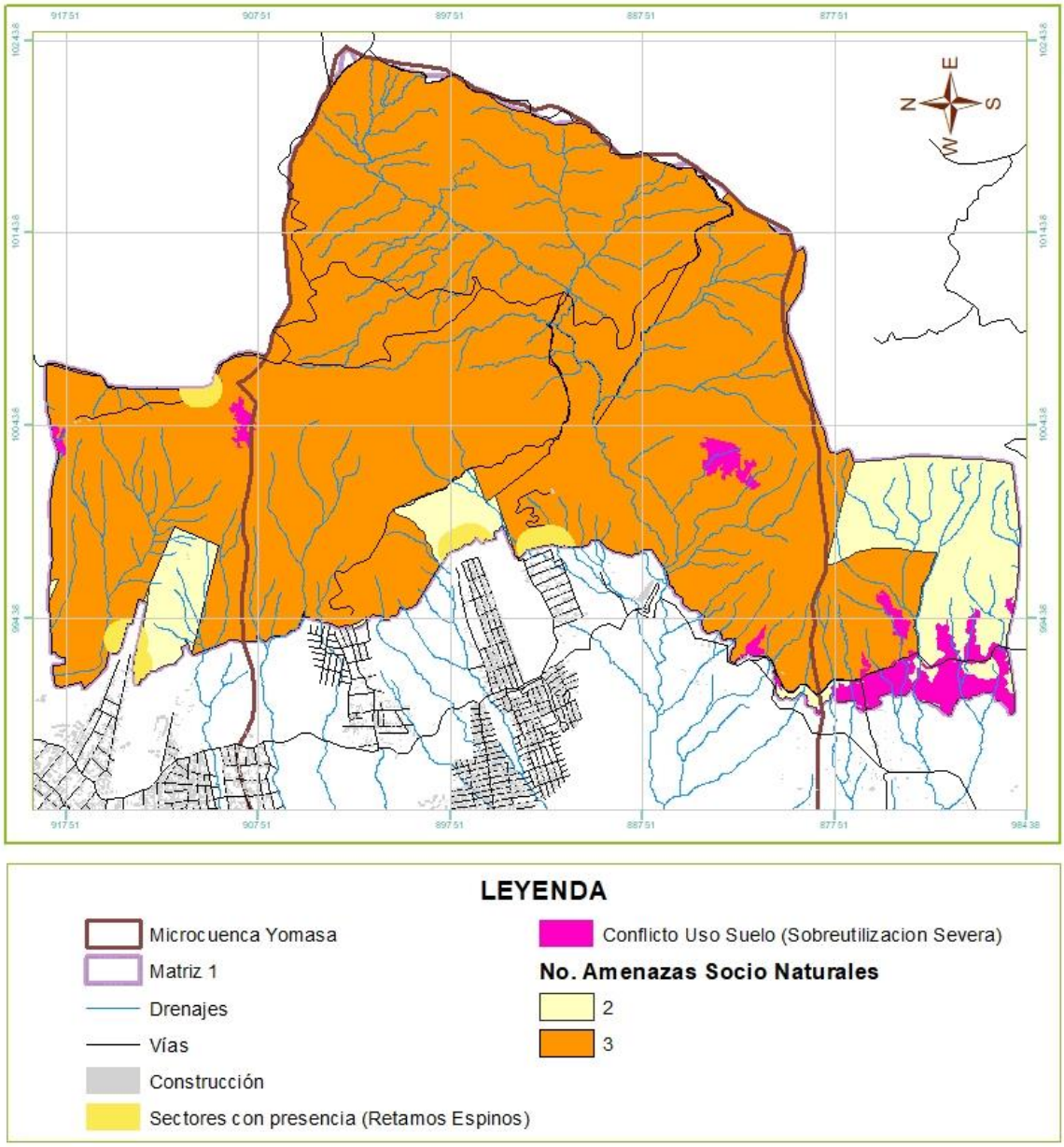
Tabla 4.11 Sectores Catastrales con coincidencia con Amenazas Socio Naturales (Matriz (1)

Amenazas Socio Natural	Sector Catastral	Categoría (ha)		Total (Sector)	%Total (Matriz)
		Media	Alta		
AVENIDAS TORRENCIALES Y/O CRECIENTES SÚBITAS	**Total**	**1,72**	**8,84**	**10,56**	1,1%
	Las Violetas Rural	1,06	3,62	4,68	
	Tibaque	0,66	5,22	5,88	
INCENDIOS FORESTALES	**Total**	**220,1**	**590,06**	**810,16**	83,4%
	Chiguaza Rural		0,28	0,28	
	Ciudad Londres I	0,02	0,11	0,13	
	Ciudad Londres Rural	1,26	17,59	18,84	
	El Bosque Sur Oriental	13,61	54,49	68,1	
	El Bosque Sur Oriental Rural I	5,02	4,92	9,94	
	El Porvenir De Los Soches	0,36	2,64	3	
	Las Violetas		0,3	0,3	
	Las Violetas Rural	50,42	171,43	221,85	
	San Pedro Sur	0,15		0,15	
	Tibaque	148,78	325,38	474,16	
	Tihuaque		0,6	0,6	
	Tihuaque Rural	0,48	12,33	12,82	
MOVIMIENTO EN MASA	**Total**	**498,64**	**34,47**	**533,11**	54,9%
	Chiguaza Rural	0,28		0,28	
	Ciudad Londres Rural	4,51		4,51	
	El Bosque Sur Oriental	41,68	4,18	45,86	
	El Bosque Sur Oriental Rural I	6,66	9,31	15,97	
	El Porvenir De Los Soches	1,66	2,02	3,68	
	Las Violetas	0,39		0,39	
	Las Violetas Rural	144,94	5,3	150,24	
	San Pedro Sur	0,15		0,15	
	Tibaque	293,71	13,65	307,36	
	Tihuaque	0,02		0,02	
	Tihuaque Rural	4,64		4,64	

Fuente: Elaboración a partir POT (Decreto 555 de 2021)

Otros tensores presentes en la matriz son; conflictos del uso del suelo definidos por el POMCA del Rio Bogotá y sectores con presencia de Retamo Espinoso. La simbología de los sectores catastrales equivale; los sectores amarillos que coinciden con dos amenazas y en naranja los sectores que coinciden con tres amenazas (Ver Figura 4-8).

Figura 4-8 Tensores de la Matriz (1) Natural



Fuente: Elaboración a partir POT (Decreto 555 de 2021), IDECA, POMCA Rio Bogotá

4.4.2 Tensores de la Matriz (2) Periurbano

En la matriz (2), hace parte 47 sectores catastrales de los cuales 42 tienen coincidencias con amenazas socio naturales; Avenidas Torrenciales, Encharcamiento y Movimientos en Masa. La amenaza con mayor participación es Movimientos en Masa, seguido de Avenida

Torrenciales. La amenaza con mayor porcentaje en la matriz respecto al área total es Movimientos en masa con 59,9% (Ver Tabla 4.12).

Tabla 4.12 Sectores Catastrales con coincidencia con Amenazas Socio Naturales (Matriz 2)

Amenaza Socio Natural	Sector Catastral	Categoría (ha) Media	Alta	Total (Sector)	%Total (Matriz)
AVENIDAS TORRENCIALES Y/O CRECIENTES SÚBITAS	**Total**	**0,55**	**6,40**	**6,95**	0,80%
	Bolonia I		1,38	1,38	
	El Curubo		0,32	0,32	
	El Porvenir De Los Soches	0,30	1,18	1,47	
	Los Arrayanes	0,11	1,47	1,58	
	Los Olivares	0,03	0,33	0,36	
	Pepinitos	0,06	0,74	0,81	
	Portal Rural II	0,02	0,79	0,81	
	Tocaimita Sur	0,04	0,18	0,21	
ENCHARCAMIENTO	**Total**	**0,01**	**0,56**	**0,57**	0,10%
	Bolonia I		0,09	0,09	
	El Porvenir De Los Soches		0,15	0,15	
	Juan Rey Sur		0,01	0,01	
	La Cabana		0,04	0,04	
	Pepinitos		0,08	0,08	
	Portal Rural II		0,03	0,03	
	Tibaque		0,04	0,04	
	Tibaque Sur		0,14	0,14	
MOVIMIENTO EN MASA	**Total**	**436,57**	**77,92**	**514,48**	59,9%
	Bolonia	0,26	0,01	0,27	
	Bolonia I	69,82	8,00	77,82	
	Ciudad Londres I	7,41	0,14	7,55	
	Ciudad Londres Rural	0,63		0,63	
	Dona Liliana	7,81	0,08	7,90	
	El Bosque Central	17,17	1,87	19,04	
	El Bosque Central I	0,32	0,21	0,54	
	El Curubo	1,10		1,10	
	El Nevado II	4,31	0,10	4,42	
	El Nuevo Portal II	0,01		0,01	
	El Nuevo Portal II Rural	1,86	0,84	2,70	
	El Pedregal II	5,14		5,14	
	El Portal Del Divino	0,52	0,02	0,53	
	El Portal Urbano	3,25		3,25	
	El Porvenir De Los Soches	21,09	0,97	22,06	
	El Refugio I	0,49	0,26	0,76	
	El Uval Rural	0,17	0,06	0,23	
	Fiscala Alta	4,64	1,11	5,75	
	Juan José Rondón I	1,32	8,41	9,73	
	Juan Rey (La Paz)	7,18	0,06	7,24	
	Juan Rey Sur	22,41		22,41	
	La Cabana	17,34	0,10	17,44	
	La Esperanza Sur	0,14	0,03	0,18	
	La Esperanza Sur I	8,57	0,04	8,61	
	Las Violetas	0,43		0,43	
	Las Violetas Rural	0,02		0,02	
	Liliana	32,80	1,38	34,18	
	Los Arrayanes	33,35	0,01	33,36	

Amenaza Socio Natural	Sector Catastral	Categoría (ha) Media	Alta	Total (Sector)	%Total (Matriz)
	Los Olivares	17,02	0,34	17,36	
	Los Soches	9,84	2,33	12,18	
	Pepinitos	26,92	1,59	28,51	
	Portal Rural II	52,60	2,64	55,23	
	San Pedro Sur	1,78	13,45	15,23	
	Tibaque	2,91	0,08	2,99	
	Tibaque Sur	8,27	0,19	8,46	
	Tihuaque	4,22	12,38	16,60	
	Tihuaque Rural	0,49	0,03	0,52	
	Tocaimita Oriental	12,98	3,06	16,04	
	Tocaimita Oriental I	0,01	0,16	0,17	
	Tocaimita Sur	14,88	1,37	16,25	
	Villa Diana	1,31	15,80	17,11	
	Yomasa	13,79	0,81	14,60	

Fuente: Elaboración a partir POT (Decreto 555 de 2021)

En relación con los eventos registrados en el SIRE, para esta matriz se tiene 277 eventos, de los cuales, el mayor registro es; daño en redes de servicio públicos alcantarillado con (103), seguido de remoción en masa con (68), inundación y encharcamiento suman (30) (Ver Tabla 4.13).

Tabla 4.13 Eventos registrados en el SIRE (Matriz 2)

Eventos	No Eventos
Caída de árbol	45
Conato de Incendio Forestal	5
Daño en redes de servicio públicos acueducto	24
Daño en redes de servicio públicos alcantarillado	103
Encharcamiento	16
Fenómeno de Remoción en Masa	68
Incendio Forestal	1
Inundación	11
Inundación - Encharcamiento (Lámina de agua menor a 30 cms)	3
Represamiento de cauce	1
Total	**277**

Fuente: SIRE (IDIGER)

De los 47 sectores que tiene esta matriz, 22 registran eventos, de estos, los sectores con más de 30 eventos son; Juan Rey Sur (36), San Pedro Sur (34), Villa Diana (33) (Ver Tabla 4.14)

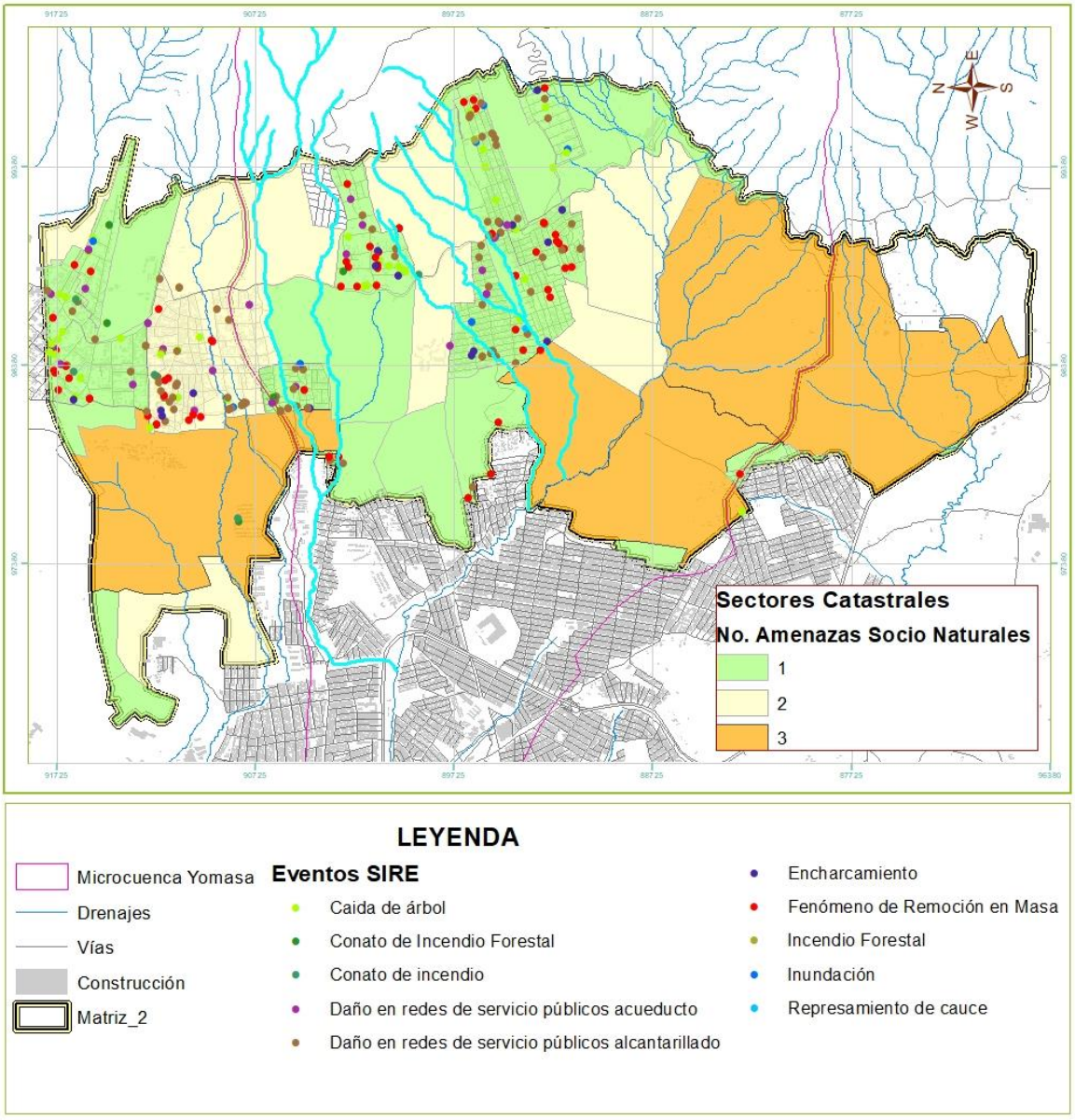
Tabla 4.14 Sectores Catastrales con número de eventos registrados en el SIRE (Matriz 2)

Sector Catastral	No Eventos	Sector Catastral	No Eventos
Juan Rey Sur	36	Las Violetas	8
San Pedro Sur	34	Bolonia I	6
Villa Diana	33	Tibaque	3
Tihuaque	29	Tocaimita Oriental	3
La Cabana	23	Ciudad Londres Rural	1
Yomasa	23	El Refugio I	1
Dona Liliana	22	La Esperanza Sur I	1
Juan José Rondón I	18	Portal Rural II	1
Juan Rey (La Paz)	11	Tibaque Sur	1
Los Soches	11	Tihuaque Rural	1
Ciudad Londres I	10	Tocaimita Oriental I	1

Fuente: SIRE (IDIGER)

En la Figura 4-9, se visualizan los diferentes tensores, entre ellos los drenajes con mayor afectación según la documentación consultada se indica que se presenta disposición inadecuada de residuos domésticos y escombros, eventos de inundación y encharcamiento, estos últimos, los drenajes con mayor afectación por estos eventos son; Drenaje Q. San Pedrina, Drenaje Q. Arrayanal, Drenaje Q. Bolonia, la simbología de los sectores catastrales equivale; verde a los sectores que coinciden con un amenaza, amarillo a los sectores que coinciden con dos amenazas y en naranja los sectores que coinciden con tres amenazas, en esta matriz se tienen zonas que han presentado modificación del patrón de drenajes según la fotointerpretación de la cartografía base de 1974, los sectores catastrales con mayores cambios son; El Bosque Central, San Felipe de Usme, Pepinitos, Tocaimita Sur, Juan José Rondón, Tibaque, Doña Liliana, Los Arrayanes, San Pedro Sur, además, se tiene zonas de conflicto del uso del suelo.

Figura 4-9 Tensores Matriz (2) Periurbana



Fuente: Elaboración a partir POT (Decreto 555 de 2021), IDIGER

4.4.3 Tensores de la Matriz (3) Urbana

En la matriz (3), hace parte (67) sectores catastrales de los cuales (64) tienen coincidencias con amenazas socio naturales como; Avenidas Torrenciales, Encharcamiento, Inundaciones y Movimientos en Masa. La amenaza con mayor participación es Movimientos en Masa, seguido de Avenida Torrenciales. La amenaza con mayor porcentaje en la matriz

respecto al área total es Movimientos en masa con 55,8% (Ver Tabla 4.15).

Tabla 4.15 Sectores Catastrales con coincidencia con Amenazas Socio Naturales (Matriz 3)

Amenaza Socio Natural	Sector Catastral	Categoría (ha) Media	Alta	Total (Sector)	%Total (Matriz)
AVENIDAS TORRENCIALES Y/O CRECIENTES SÚBITAS	**Total**	**3,27**	**17,29**	**20,56**	2,00%
	Barranquillita	0,03	0,09	0,12	
	Bolonia	0,02	1,11	1,12	
	Bolonia I		0,13	0,13	
	Brazuelos Occidental		0,34	0,34	
	Brazuelos Occidental Rural	0,01	0,05	0,06	
	Chapinerito	0,26	0,9	1,17	
	Chuniza	0,57	1,95	2,52	
	Desarrollo Brazuelos	0,02	0,53	0,55	
	Desarrollo Brazuelos I	0,02	0,46	0,48	
	El Bosque		0,07	0,07	
	El Curubo		0,09	0,09	
	El Pedregal		0,18	0,18	
	El Pedregal II		0,05	0,05	
	El Uval Rural	1,42	4,04	5,46	
	Gran Yomasa	0,18	0,27	0,45	
	La Cabana		0,43	0,43	
	La Comuna	0,03	0,78	0,81	
	La Esperanza Sur	0,03	0,5	0,53	
	La Marichuela	0,02	0,25	0,27	
	Los Olivares	0,13	0,48	0,61	
	Monteblanco	0,51	2,74	3,25	
	Portal Rural II		0,02	0,02	
	Salazar Usme		0,36	0,36	
	San Felipe De Usme		0,4	0,4	
	Santa Librada Norte	0,02	0,83	0,85	
	Tunjuelito		0,2	0,2	
ENCHARCAMIENTO	**Total**	**0,32**	**7,33**	**7,65**	0,70%
	Brazuelos Occidental		1,45	1,45	
	Brazuelos Occidental Rural		0,5	0,5	
	Chapinerito		0,39	0,39	
	Charala	0,02	0,05	0,07	
	Chuniza	0,02	0,07	0,09	
	Desarrollo Brazuelos		1,76	1,76	
	Desarrollo Brazuelos I		1,09	1,09	
	El Pedregal II		0,21	0,21	
	El Uval Rural	0,01	0,2	0,21	
	Gran Yomasa		0,07	0,07	
	Granada Sur	0,04	0,03	0,06	
	La Comuna		0,11	0,11	
	La Esperanza De Usme	0,02	0,06	0,08	
	La Esperanza Sur		0,22	0,22	
	La Marichuela	0,08	0,08	0,16	
	La Orquidea De Usme		0,06	0,06	
	La Reforma	0,03	0,06	0,09	
	Los Olivares	0,01	0,03	0,04	

Amenaza Socio Natural	Sector Catastral	Categoría (ha) Media	Alta	Total (Sector)	%Total (Matriz)
	Puerta Al Llano De Usme		0,22	0,22	
	Puerta Al Llano Rural	0,04	0,34	0,38	
	San Felipe De Usme		0,05	0,05	
	Santa Librada Norte	0,03	0,18	0,21	
	Yomasa Norte		0,05	0,05	
INUNDACIÓN DESBORDAMIENTO	**Total**		**4,52**	**4,52**	0,40%
	El Mochuelo Alto		0,9	0,9	
	El Mochuelo II Urbano		0,49	0,49	
	Tunjuelito		2,75	2,75	
	Yomasa Norte		0,37	0,37	
MOVIMIENTO EN MASA	**Total**	**537,54**	**45,9**	**583,44**	55,80%
	Antonio José De Sucre	10,37		10,37	
	Barranquillita	0,58	0,08	0,66	
	Bolonia	10,9	0,94	11,84	
	Bolonia I	11,49	0,42	11,9	
	Brazuelos Occidental	0,51		0,51	
	Brazuelos Occidental Rural	0,47	0,02	0,48	
	Brisas Del Llano	2,75	0,03	2,78	
	Chapinerito	5,8		5,8	
	Charala	19,36		19,36	
	Chuniza	25,18		25,18	
	Comuneros	9,64	0,28	9,91	
	Desarrollo Brazuelos	4,97	0,04	5,01	
	Desarrollo Brazuelos I	21,31	0,14	21,45	
	El Bosque	5,34	0,07	5,42	
	El Bosque Central	0,43	0,03	0,46	
	El Bosque Central I	3,52	0,17	3,69	
	El Curubo	9,42	0,98	10,39	
	El Nuevo Portal	16,26	0,18	16,44	
	El Nuevo Portal II	9,79	0,11	9,9	
	El Pedregal	0,47	0,04	0,51	
	El Pedregal II	10,08	1,24	11,32	
	El Portal Del Divino	10,02	0,17	10,19	
	El Porvenir De Los Soches	0,72	1,55	2,27	
	El Progreso Usme	20,16	0,13	20,29	
	El Refugio I	10,33	0,10	10,43	
	El Salteador	0,54	0,03	0,56	
	El Uval	0,24	0,20	0,44	
	El Uval Rural	14,34	24,23	38,57	
	El Virrey	21,5		21,5	
	Gran Yomasa	17,08		17,08	
	Granada Sur	1,11	0,24	1,35	
	La Andrea	2,98		2,98	
	La Aurora	0,23		0,23	
	La Cabana	6,39		6,39	
	La Comuna	18,55	0,33	18,88	
	La Esperanza De Usme	22,12	0,15	22,27	
	La Esperanza Sur	20,02	1,63	21,65	
	La Huerta	0,49	0,70	1,19	
	La Marichuela	6,01	0,07	6,09	

Amenaza Socio Natural	Sector Catastral	Categoría (ha) Media	Alta	Total (Sector)	%Total (Matriz)
	La Orquidea De Usme	6,4	0,01	6,41	
	La Reforma	11,77		11,77	
	Los Olivares	20,03	0,77	20,8	
	Monteblanco	36,22	0,38	36,61	
	Portal Rural II	0,53		0,53	
	Puerta Al Llano De Usme	19,29	0,08	19,37	
	Puerta Al Llano Rural	20,34	3,7	24,04	
	Salazar Usme	1,82		1,82	
	San Felipe De Usme	9,11	3,87	12,98	
	San Felipe De Usme Rural	0,48	0,49	0,97	
	San Juan Bautista	0,92		0,92	
	Santa Librada	1,48		1,48	
	Santa Librada Norte	11,89	0,03	11,92	
	Serranias	6,09		6,09	
	Serranias I	16,56		16,56	
	Tocaimita Oriental	2,21	1,07	3,28	
	Tocaimita Oriental I	0,81	0,71	1,52	
	Tunjuelito	0,35	0,47	0,82	
	Usminia	13,21		13,21	
	Villa Israel	4,17	0,01	4,19	
	Yomasa Norte	2,37		2,37	

Fuente: Elaboración a partir POT (Decreto 555 de 2021)

En relación con los eventos registrados en el SIRE, para esta matriz se tiene 1.111 eventos, de los cuales, el mayor registro se relaciona con el evento, daño en redes de servicio públicos alcantarillado con (365), seguido de remoción en masa con (257) (ver Tabla 4.16).

Tabla 4.16 Eventos registrados en el SIRE (Matriz 3)

Eventos	No Eventos
Caída de Árbol	175
Conato de incendio	39
Conato de Incendio Forestal	4
Daño en redes de servicio públicos acueducto	143
Daño en redes de servicio públicos alcantarillado	365
Encharcamiento	67
Fenómeno de Remoción en Masa	257
Inundación	48
Inundación - Encharcamiento (Lámina de agua menor a 30 cms)	7
Inundación - Represamiento de Cauce	1
Represamiento de cauce	5
Total	1.111

Fuente: SIRE (IDIGER)

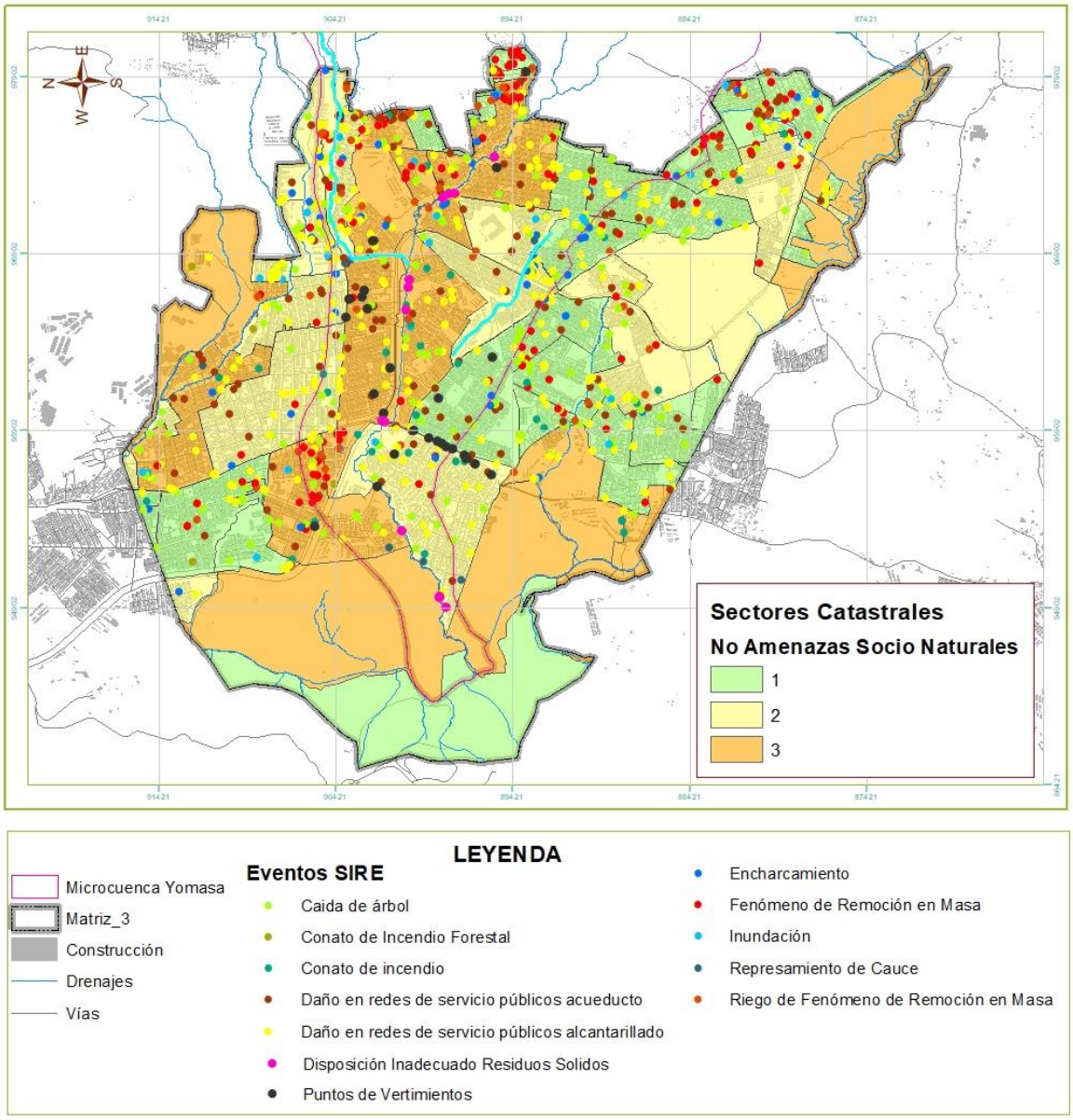
De los 67 sectores que tiene esta matriz, 48 registran eventos, de estos los sectores con más de 50 eventos son; San Felipe de Usme (63), La Esperanza Sur (57), La Marichuela (53), El Progreso Usme (50) y Monteblanco (50) (Ver Tabla 4.17).

Tabla 4.17 Sectores Catastrales con número de eventos registrados en el SIRE (Matriz 3)

Sector Catastral	No Eventos	Sector Catastral	No Eventos
Antonio José De Sucre	14	La Comuna	29
Bolonia	45	La Esperanza De Usme	17
Bolonia I	26	La Esperanza Sur	57
Brisas Del Llano	1	La Huerta	6
Chapinerito	13	La Marichuela	53
Charala	30	La Orquídea De Usme	8
Chuniza	31	La Reforma	26
Comuneros	23	Los Olivares	5
Desarrollo Brazuelos	5	Monteblanco	50
Desarrollo Brazuelos I	24	Puerta Al Llano De Usme	22
El Bosque	18	Puerta Al Llano Rural	2
El Bosque Central I	9	Salazar Usme	3
El Curubo	43	San Felipe De Usme	63
El Nuevo Portal	46	San Felipe De Usme Rural	5
El Nuevo Portal II	24	San Juan Bautista	16
El Portal Del Divino	25	Santa Librada	22
El Progreso Usme	50	Santa Librada Norte	33
El Refugio I	27	Serranias	11
El Uval	2	Serranias I	26
El Virrey	29	Tocaimita Oriental	28
Gran Yomasa	42	Tocaimita Oriental I	2
Granada Sur	2	Usminia	23
La Andrea	44	Villa Israel	1
La Aurora	3		
La Cabana	27		

Fuente: SIRE (IDIGER)

Figura 4-10 Tensores Matriz (3) Urbana



Fuente: Elaboración a partir POT (Decreto 555 de 2021), IDIGER

En la Figura 4-10, se visualizan los diferentes tensores, entre ellos los drenajes con mayor afectación según la documentación consultada se indica que se presenta disposición inadecuada de residuos domésticos y escombros, eventos de inundación y encharcamiento, estos últimos, los drenajes con mayor afectación por estos eventos son;

Drenaje Q. Bolonia, Caño Chuniza, la simbología de los sectores catastrales equivale; verde a los sectores que coinciden con una amenaza, amarillo a los sectores que coinciden con dos amenazas y en naranja los sectores que coinciden con tres amenazas, en esta matriz se tienen zonas que han presentado modificación del patrón de drenajes según la fotointerpretación de la cartografía base de los años 1960, 1981, 1985, el sector con cambio de patrón es Gran Yomasa, para 1974, los sectores catastrales con mayores cambios son; Bolonia, Tocaimita Oriental, San Felipe de Usme, Tocaimita Oriental I, El Bosque Central I, San Felipe de Usme Rural, El Bosque, La Esperanza Sur y para 1985, el cambio se presenta en los sectores; El Nuevo Portal, La Reforma, El Progreso Usme, La Comuna. Otros tensores, son los puntos de vertimiento, puntos de disposición inadecuada de residuos sólidos, y 149,06 (ha) de conflicto del uso del suelo.

4.5 Identificación del papel de la naturaleza en los escenarios de desarrollo futuro.

En esta sección se encuentran los elementos trasversales que permiten construir el escenario de desarrollo futuro y lograr la visión integradora del territorio que aterriza las cinco (5) propuestas conceptuales para la Microcuenca Yomasa. En cuanto a los elementos seleccionados son; el Plan de Acción Climática para Bogotá publicado en el 2022 como documento estratégico que muestra como la ciudad cumplirá los compromisos para abordar el cambio climático para el 2020 a 2050, este es un elemento de política con una visión futura y que permite ser el mecanismo central para vincular los segundos elementos. El segundo elemento está constituido por cinco (5) conceptos, que son; ecología del paisaje, rehabilitación hidrológica forestal, territorios hidrosociales, integración paisajística al territorio, agricultura urbana sostenible, estos se constituyen en los referentes de las cinco (5) propuestas conceptuales y de estos se desprenden unas fichas. En la Figura 4-12, se observa cómo se vinculan cada uno de estos elementos.

4.5.1 Plan de Acción Climática 2020 a 2050 -PAC-

El Plan de Acción Climática fue publicado en febrero de 2022, y es definido como un instrumento de política en marzo de 2023, mediante el documento "Política Pública de Acción Climática Bogotá 2050", esta política esta basada en la Evaluación de Riesgo Climático -ERC-, el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero -INGEI-, y las trayectorias de emisiones de GEI, se construyó en el marco de lo establecido en la Política Nacional de Cambio Climático y en el Decreto Distrital 555 de 2021[1]. Posteriormente, en septiembre de 2023 se expide el CONPES D.C. 31 "Política Pública de Acción Climática 2023-2050", en cuanto a la estructura de los objetivos definidos en el CONPES, estos guardan una relación con las acciones y sub-acciones del PAC, formulado en el 2022. Considerando estos dos últimos instrumentos, se pude inferir que el Plan de Acción Climática 2020 a 2050, tiene la robustez para ser el instrumento guia para llevar a cabo las propuestas conceptuales de las SbN para la Microcuenca Yomasa.

El PAC identifica y prioriza herramientas y mecanismos de mitigación y adaptación al cambio climático, para el área de estudio, según las necesidades identificadas (tensores) tiene aplicación las metas de adaptación al cambio climático dado que buscan mejorar la capacidad adaptativa y aumentar la resiliencia a los riesgos relacionados con el clima, que puedan afectar, en la actualidad y en escenarios futuros de cambio climático (proyecciones de precipitación y temperatura), el estado de salud de los ecosistemas; la infraestructura; el bienestar de la población y la prosperidad económica (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2022).

Bajo este contexto, a 2050 Bogotá será una ciudad resiliente a las amenazas climáticas que afectan su territorio con mayor intensidad, a partir de acciones que reduzcan la vulnerabilidad climática y aumenten la capacidad de adaptación. Estos hitos se construyeron a partir de los siguientes compromisos adquiridos por la ciudad (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2022).

- El Plan Distrital de Desarrollo "Un nuevo contrato social y ambiental para la Bogotá del siglo XXI", que integra como parte de sus ejes o pilares, cambiar nuestros hábitos de vida para reverdecer a Bogotá, adaptarnos y mitigar la crisis climática.

[1] Documento de Diagnóstico e Identificación de Factores Estratégicos - Política Pública de Acción Climática Bogotá 2050- (SDA, 2022)

- La Declaratoria de Crisis Climática con los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Huila, Meta y Tolima, que establece dentro de sus compromisos, tomar todas las medidas necesarias para proteger y restaurar los ecosistemas estratégicos y así frenar la pérdida de la biodiversidad y, mitigar la crisis climática (Compromiso 2), lo cual reviste de gran importancia para incrementar la resiliencia socio-ecosistémica de la ciudad y la región, a los efectos del cambio climático, el (compromiso 4) fomentar los procesos de restauración y conservación de los ecosistemas; pilares que contribuyen a fortalecer las dimensiones de seguridad alimentaria y recurso hídrico en el Distrito Capital.
- El objetivo de ser una ciudad resiliente a 2050 fue firmado mediante el Acuerdo de Participación con C40 en enero de 2020, con el cual se busca que Bogotá adopte las medidas necesarias para proteger a los ciudadanos de los crecientes riesgos climáticos. El cumplimiento de dicha meta se logrará en los tres periodos de implementación del PAC (2024, 2030 y 2050), que define se cumplirá con 15 acciones de adaptación con enfoques:
    a) Soluciones Basadas en la Naturaleza para la reducción de los riesgos hidroclimáticos.
    b) Estrategias de preservación, conservación, restauración, conectividad ecológica y manejo de áreas protegidas para incrementar la resiliencia socio-ecosistémica de la ciudad y la región, a los efectos del cambio climático.
    c) Ecourbanismo y construcción sostenible.
    d) Gestión de riesgos hidroclimáticos en el contexto regional y distrital.
    e) Articulación de la gestión de riesgos climáticos con los instrumentos de planificación y ordenamiento territorial de la ciudad

A continuación, se relacionan conceptos definidos para las cinco (5) propuestas conceptuales:

4.5.1.1 Ecología del paisaje

El nacimiento de la ecología del paisaje, a finales de la década de 1930, el geógrafo Carl Troll utilizó por primera vez la expresión ecología del paisaje, que definió como el estudio de toda la complejidad de relaciones causa-efecto que existen entre las comunidades de seres vivos y sus condiciones ambientales en una sección específica de paisaje (Troll, 1939) cuatro años después de que el botánico inglés Tansley (1935) acuñara el de ecosistema,

con el objetivo de integrar la componente espacial en la ecología de sistemas. Según Bertrand (1975), lo define como la manifestación en el espacio de la interacción dinámica entre las sociedades humanas y el medio (San Vicente & Valencia, 2008).

La visión e interpretación del paisaje desarrollada desde la ecología del paisaje se fundamenta en una aproximación de carácter estructural —morfológica y a la vez funcional. En otras palabras, podemos decir que se analizan las características estructurales y morfológicas que componen un territorio en un momento determinado y/o su evolución a lo largo del tiempo, infiriendo a la vez en su incidencia a nivel de funcionalidad ecológica. Por lo tanto, podemos concluir que la ecología del paisaje focaliza su atención en tres características: la estructura, la funcionalidad y el cambio (Forman y Godron, 1986).

El elemento base para la interpretación del paisaje es el concepto de mosaico, que está compuesto por todo un conjunto de elementos. El concepto de mosaico y la discriminación de los elementos que lo componen se pueden aplicar e inferir a cualquier escala, desde la microscópica hasta la planetaria. Tres mecanismos son los que originan esta distinción de elementos: las diferencias en el substrato, la dinámica natural, con sus perturbaciones, y, finalmente, la actividad humana (Vila et al., 2006).

En el mosaico podemos diferenciar tres grandes tipos de elementos: parches, los corredores y la matriz. Los parches son las diferentes unidades morfológicas que se pueden diferenciar en el territorio. Los corredores son las conexiones existentes entre unos parches y otros. La matriz es el complejo formado por parche y corredores (Vila et al., 2006).

Desde un punto de vista funcional, una correcta interpretación de la matriz requiere de la determinación del elemento dominante. El elemento dominante es el que ocupa una mayor superficie y está mejor conectado y acaba desempeñando un papel fundamental en la dinámica del paisaje. Esta discriminación de dominancia no es siempre evidente ni fácil de establecer (Vila et al., 2006).

En relación con los corredores, cabe destacar que desempeñan un papel fundamental para permitir la interconexión entre los distintos fragmentos y reducir el denominado efecto distancia que determina la presencia de un menor número de especies en los fragmentos más aislados (Wilson, 1992). Los corredores han de facilitar la denominada conectividad, es decir, la capacidad de los organismos para desplazarse entre fragmentos separados de

un determinado tipo de hábitat (Taylor y otros, 1993; Hilty y otros, 2006).

Aplicación de ecología del paisaje en la Microcuenca Yomasa

La aplicación de los elementos de la ecología del paisaje en el área de estudio es; Mosaico corresponde a toda el área de la Microcuenca Yomasa, el mosaico tiene tres matrices debido a que en ellas existen coberturas dominantes, en la matriz (1) el elemento dominante es la cobertura de Bosques y Áreas Seminaturales con 636, 25 (ha) equivale al 90,1%, la matriz (2) el elemento dominante es territorios agrícolas con 237,86 (ha) equivale el 46%, la matriz (3) el elemento dominante es Territorios Artificializados con 279,51(ha) equivale el 87%. Los paches para cada una de las matrices quedaron definidos de la siguiente manera:

- Parches de la matriz (1)

Parche (1): Puntos de retamo espinoso con un buffer de 100 m teniendo en cuenta un crecimiento anual de 10 m de la planta madre.

Parches (2): Coberturas con uso agrícola definidas en el mapa de coberturas de la tierra 2021, zonas con conflicto definidas por el POMCA del Río Bogotá, y suelos de protección por riesgos definidos en el POT (Decreto 555 de 2021).

- Parches de la matriz (2)

Parche (1): Cobertura tierras desnudas del mapa de coberturas de la tierra 2021

Parches (2): cobertura de bosques y áreas seminaturales del mapa de coberturas de la tierra 2021

Parche (3): Construcciones, esta capa es del mapa base de Bogotá (IDECA)

Parches de la matriz (3)

Parches (1). Parques urbanos, esta capa fue obtenida de IDECA

Parches (2) Bosque y áreas seminaturales, las coberturas son del mapa de coberturas de la tierra 2021.

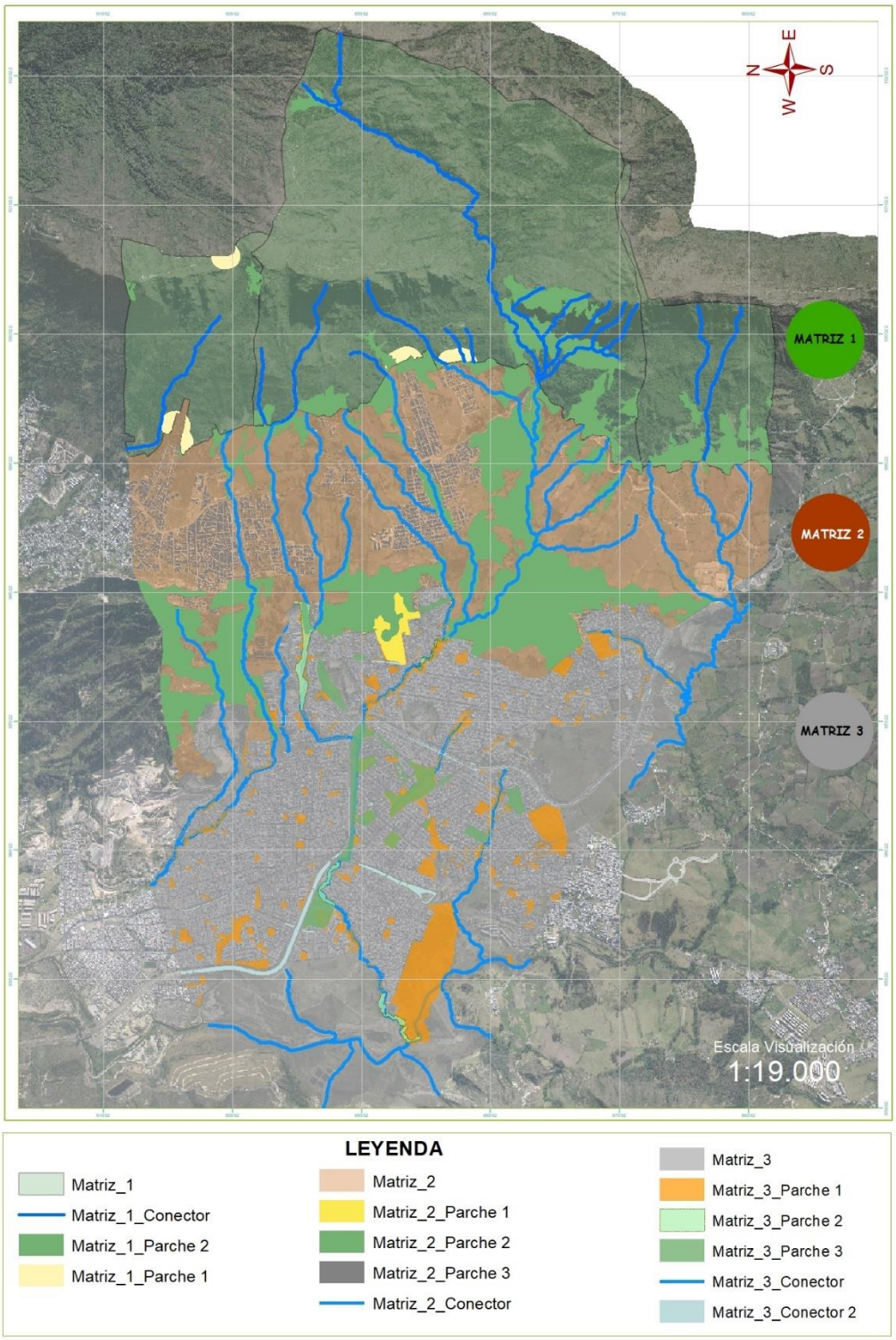
Parche (3) zonas verdes urbanas del mapa de coberturas de la tierra 2021.

En lo que respecta a los corredores para el mosaico se definió que estos fueran los drenajes principales, debido a que estos permiten la conexión en toda el área, en la matriz (3),

además de estos se tomó unos corredores viales, los dos corredores mencionados fueron tomados de las capas del mapa base de Bogotá (IDECA). En la Figura 4-11, se observa los elementos descritos mosaico, conectores y parches presentes en la Microcuenca Yomasa.

En el Anexo 5.3 se encuentra una propuesta conceptual que involucra la aplicación de este concepto.

Figura 4-11 Aplicación de Ecología del Paisaje en el mosaico (Microcuenca Yomasa)



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

4.5.1.2 Territorios Hidrosociales

Los territorios hidrosociales son definidos como un imaginario contestatario y la materialización socioambiental de una red multiescalar unida espacialmente, en la que seres humanos, flujos de agua, relaciones ecológicas, infraestructura hidráulica, medios financieros, arreglos administrativo-legales, instituciones culturales y prácticas se definen, alinean y movilizan de forma interactiva a través de sistemas de creencias epistemológicas, jerarquías políticas y discursos naturalizadores (Boelens et al., 2016, p. 2)

La gestión del agua es parte esencial de la vida, los seres humanos históricamente han tenido que organizarse para encontrar formas de abastecerse, creando así, estrategias asociativas para garantizar el acceso al agua. Como lo mencionan Mondragón y Márquez (2013), integrantes del equipo coordinador de la Corporación Ecológica y Cultural Penca de Sábila, “las comunidades humanas desde siempre han definido su localización espacial en relación con las fuentes de agua” (Mondragón y Márquez, 2013, citados por Veeduría a la Gestión del Agua en Antioquia, 2014a), reconocer esto, es importante en la medida que resalta el papel del agua como actor político en la construcción territorial. Así, la capacidad hídrica, así como su gestión comunitaria, ha cumplido un papel importante en la construcción socio-espacial de los territorios, configurando la habitabilidad, definiendo el espacio y generando un ordenamiento territorial en la medida que permite el acceso y suministro al agua (Valencia, 2022).

De esta manera, se entiende que la gestión comunitaria del agua crea territorios hidrosociales, comprendiendo que, a través del bien hídrico, su gestión y protección, las comunidades han logrado organizarse, creando acuerdos tanto internos -entre los mismos habitantes-, como externos -jurídico-administrativos-, para construir modelos de vida que permitan el acceso al agua, configurando así, la espacialidad territorial a través de estas relaciones y acciones cotidianas (Valencia, 2022).

Un gran avance de la ecología política ha sido la reconceptualización de la relación entre cultura y naturaleza para impugnar la noción convencional occidental de que la naturaleza está separada de la cultura. En lugar de entenderlas como dos ámbitos diferentes que interactúan, algunas teorías recientes sobre la naturaleza social han propuesto que toda naturaleza es una construcción híbrida (Boelens, 2014; Castree y Braun, 2001;

Swyngedouw, 2004), lo que permite ver la totalidad de conexiones que atañen al agua en cualquier sociedad (Orlove y Caton, 2010) y la necesidad de pensarla a partir de su fluidez e interrelacionalidad (Strang, 2014; Roca-Servat y Golovatina-Mora, in press). Desde esta perspectiva el agua es socionatural: un elemento que al mismo tiempo es material y social, porque si bien tiene características biofísicas y materiales, es también un proceso social que encarna significados y relaciones (Bakker, 2003; Boelens, 2014; Strang, 2004). En ese sentido, varios ecólogos políticos del agua proponen que la circulación del agua, mediante el ciclo hidrosocial (Linton, 2010) o en el territorio hidrosocial (Boelens et al., 2016), pone en evidencia procesos políticos, económicos, territoriales, socioculturales y ecológicos a diferentes escalas (Roca-Servat, D., & Ocando, 2019).

En el desarrollo de este concepto, un componente fundamental es la ecología del paisaje, porque determina zonas donde es necesario intervenir, los subconceptos con aplicación a este son:

a) Mejoramiento de la Conectividad
b) Integración Paisajística
c) Lineamientos de Arquitectura Paisajística

En el Anexo 5.3 se encuentra una propuesta conceptual que involucra la aplicación de este concepto y los subconceptos.

4.5.1.3 Rehabilitación hidrológica forestal

La rehabilitación hidrológico forestal comprende el conjunto de actuaciones necesarias para la conservación, defensa y recuperación de la estabilidad y fertilidad de los suelos, la regulación de escorrentías, consolidación de cauces y laderas, la contención de sedimentos y, en general, la defensa del suelo contra la erosión (Eduardo, y otros, 1999).

El termino de hidrología forestal data desde 1901 en España, y comenzó a cobrar sentido práctico al concepto de forma que la unión de estas dos palabras: los hidrológico y lo forestal, dando equilibrio a estas dos palabras tan importantes para la vida como el agua y el bosque, encierra en su desarrollo una extensa labor cuyo fin es la fijación del suelo y la regulación de los cursos del agua por medio de la implementación y conservación de una adecuada cobertura vegetal y la construcción de obras de corrección (Valles, 1963).

La rehabilitacion hidrologica forestal, indica, si no hay perjuicio, no tiene sentido corregir el femomeno, salvo si se contempla esta disciplina desde un punto de vista mas amplio el cual es el de la prevención y reducción de la degradación de las tierras y la recuperación de las tierras degradadas, es decir, como integra en desertificación (Eduardo, y otros, 1999, p. 19).

En efecto, debido al control que la vegetación forestal ejerce sobre la erosión superficial, la restauración de la cobertura vegetal de la cuenca consigue retirar sedimentos en suspensión que enturbian y densifican la corriente, disminuyendo así el peso específico la misma y, por tanto, su tensión tractiva, y aumentando, por el contrario, la tensión crítica del contorno de los cauces. Igualmente, debido al control significativo que la vegetación forestal ejerce sobre las escorrentías directas, la restauración de esta, incluyendo su mantenimiento en buen estado, produce una disminución de los caudales punta líquidos circulantes, disminuyendo así mismo el radio hidráulico de las secciones ocupadas por las descargas y, en consecuencia, la tensión tractiva de estos (Eduardo, y otros, 1999, p. 23).

Conviene insistir en que el control que la vegetación ejerce sobre las escorrentías es “significativo”, como se ha dicho, pero no absoluto, en el sentido de que aun con el óptimo de coberturas vegetales, ante determinados aguaceros una cuenca puede generar escorrentías muy importantes y, en consecuencia, caudales instantáneos máximos también de consideraciones.

Puede concluirse por lo tanto, que, salvo, en algunos casos muy concretos de torrentes de montaña, la corrección del fenómeno torrencial no puede quedarse circunscrita a meras actuaciones en el propio cauce que lo soporta, sino que es necesario e imprescindible, actuar también en la cuenca, integrando, un conjunto de acciones de mejora de la cubierta vegetal y obras de ingeniería hidráulica armónicamente distribuidas entre la cuenca y los cau Las fichas relacionadas con este desarrollo conceptual, en especial con la rehabilitación hidrológica forestal son ces (Eduardo, y otros, 1999, p. 24), lo que implicaría infraestructura verde, azul e hibrida, y de aquí se desprende un subconcepto denominado recuperación hidráulica del cauce, en la Tabla 4.18, se indica diferentes técnicas con aplicación al concepto de rehabilitación hidrológica forestal y recuperación hidráulica del cauce.

Tabla 4.18 Sistema corrector de una cuenca torrencial

Acciones				
Localización		**Características**		**Propósito**
En la cuenca		**Acciones biológicas**	Repoblamiento forestal Mejora de cubiertas vegetales existentes	-Control de erosión laminar y en regueros -Mejoras de la infiltración -Control de escorrentías directas
		Practicas mecánicas	Terrazas Drenajes	-Control de erosión laminar y en regueros -Control de la humedad del suelo -Control de los movimientos en masa
		Pequeñas obras trasversales	Albarradas, palizadas Fajinas	-Control de cárcavas -Control e la erosión remontante
En el cauce (Régimen torrencial)	**Área de erosión y transporte**	**Obras trasversales**	Diques de consolidación	-Perfil de equilibrio o compensación (control de erosión del lecho) -Consolidación de laderas marginales
			Diques de retenida a) De materiales solidos (total o selectiva) b) De caudales líquidos	-Retención total o parcial de sedimentos y acarreos -Defensa de embalse, vegas -Defensa e instalaciones hidro electrónicas, obras de infraestructura -Laminación de la onda de avenida -Recarga de acuíferos
			Umbrales de fondo	-Control de la erosión del lecho
	Áreas de sedimentación	**Obras longitudinales**	Espigones	-Defensa contra erosiones laterales desvinculando las aguas
			Muros de defensa	-Defensa de márgenes y rectificación del eje hidráulico -Defensa contra inundaciones -Contención de deslizamientos de laderas
			Revestimiento de márgenes escolleras, cubiertas vegetales, otros recubrimientos	-Defensa contra las erosiones laterales aumentando la resistencia de las márgenes y/o controlando la velocidad del agua.
			Encauzamiento mediante muros longitudinales, rastrillos y solera resistente a la erosión	-Concentración del agua en cauce fino y estable
En el cauce (Régimen Fluvial)		**Obras longitudinales**	Revestimiento y espigones	-Defensa de márgenes contra erosiones laterales
			Malecones	-Defensa contra inundaciones y rectificación del eje hidráulico

Fuente: (Eduardo, y otros, 1999)

Las fichas para el subconcepto denominado recuperación hidráulica del cauce son:

a) Protección de márgenes
b) Control de la dinámica de los cauces
c) Mejoramiento de la sección hidráulica a lo largo de la Microcuenca

El papel fundamental de la vegetación

El papel fundamental que desempeña la vegetación, principalmente el bosque es la prevención y corrección, deriva de sus efectos sobre la escorrentía y de su influencia en el control de la erosión hídrica, conjugándose distintos factores para conseguir esos efectos (Eduardo, y otros, 1999, p. 28).

- Efectos de las masas forestales

En relación con la conservación del suelo: El bosque define al suelo contra la erosión de forma directa e indirecta

De forma directa:

i. Amortigua el choque de las gotas de lluvia contra el suelo, absorbe la energía cinética de la gota, que no empleará en separar y trasportar partículas del suelo.
ii. Ofrece resistencia al agua en su movimiento y disminuye la velocidad del escurrimiento de esta, reduciéndola a la cuarta parte de la velocidad correspondiente a un suelo desnudo.
iii. Las raíces contribuyen a la sujeción del suelo, impidiendo su disgregación y controlando la progresión en anchura y profundidad de los regueros.

De forma indirecta:

La vegetación y sus restos mejoran la estructura del suelo mediante la incorporación de materia orgánica, lo que incrementa su resistencia a la erosión.

En relación con el control de las avenidas: El bosque tiene un papel relevante, insoslayable e imprescindible en la lucha para el control de las avenidas, como consecuencia de:

Aumento de la infiltración (y por lo tanto disminución de la escorrentía) debido a:

I. La mejora de la estructura del suelo, que por un lado mejora la permeabilidad y por otra aumenta la capacidad de almacenamiento del agua.

II. Los sistemas radiculares, especialmente si se trata de vegetación arbórea, que al descomponerse crean innumerables canalillos, más o menos vacíos o rellenos de material sumamente permeable por donde circulas las aguas con relativa facilidad hasta altas profundidades.
III. La permanencia del agua durante más tiempo en el suelo debido a la disminución de la velocidad provocada por el crecimiento de la rigurosidad.
IV. Menor velocidad de escurrimiento superficial por aumento de la rugosidad, y por tanto, aumento del tiempo de concentración de las aguas en los cauces, lo que repercute en la laminación de la "onda" de avenida.
V. Disminución de la erosión de los suelos en que se ubican las masas forestales, con la consiguiente disminución del caudal solido de la corriente.
VI. Regulación de la humedad del suelo por medio de la transpiración de las plantas manteniendo una capacidad de almacenamiento de la humedad.

Las fichas relacionadas con este desarrollo conceptual, en especial con la rehabilitación hidrológica forestal son:

a) Protección y Conservación de ecosistemas de importancia ecológica
b) Protección de corredor ripario mediante arborización
c) Recuperación de áreas afectadas por retamo espinoso
d) Definición de estrategia con especies vegetales para la mitigación de incendios forestales

4.5.1.4 Integración paisajística al territorio.

Este concepto se relaciona con alternativas de gestión socioambiental de áreas liberadas, esto obedece a que este tipo de áreas con frecuencia presentan procesos de reinvasión, convirtiéndose en un conflicto para las instituciones, existen diferentes elementos normativos que brindan herramientas que pueden resultar útiles para garantizar que estas no sean habitadas nuevamente, por ejemplo, la Ley 388 de 1997 en el artículo 121 la norma en cita establece que "(…) Las áreas catalogadas como de riesgo no recuperable que hayan sido desalojadas a través de planes o proyectos de reubicación de asentamientos humanos serán entregadas a las Corporaciones Autónomas Regionales o a la autoridad ambiental para su manejo y cuidado de forma tal que se evite una nueva ocupación. En todo caso el

alcalde municipal o distrital respectivo será responsable de evitar que tales áreas se vuelvan a ocupar con viviendas y responderá por este hecho (…)". El Decreto 2480 de 2005, en al artículo 6, numeral 6.1.1.3, parágrafo 3 "De igual manera, corresponderá a los municipios definir los programas para el manejo y control de las áreas liberadas con el fin de evitar que estas sean habitadas nuevamente. Se entenderá que estas disposiciones se incorporan al plan de ordenamiento territorial del respectivo municipio". La Ley 2294 de 2023, que expide el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 "Colombia Potencia Mundial de la Vida", en el artículo 38 define "La Estrategia nacional de coordinación para la adaptación al cambio climático de los asentamientos y reasentamientos humanos. La Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, coordinará con las entidades sectoriales del nivel nacional y entidades territoriales, la estrategia nacional de reasentamiento, legalización urbanística, mejoramiento de asentamientos humanos y gestión del suelo, como acción directa de reducción del riesgo de desastres, mitigación y adaptación al cambio climático" y en el parágrafo primero define; las prioridades de la estrategia estarán enfocadas en asentamientos en alto riesgo, y se tendrán en cuenta entre otros: el ordenamiento de los asentamientos en torno al agua, la financiación de estudios de riesgos, la asistencia técnica para la gestión de suelo y el reasentamiento de hogares en alto riesgo no mitigable y el mejoramiento de las condiciones de hábitat con base comunitaria.

El Plan de Ordenamiento de Bogotá (Decreto 555 de 2021) establece en los artículos, 32 y 71, suelos que, por su condición, pueden ser parte de una estrategia para áreas liberadas. En el artículo 32 define los suelos de protección por riesgo:

1. Zonas de alto riesgo no mitigable. Corresponde a los sectores en los que, por sus características de amenaza y vulnerabilidad, existe una alta probabilidad de que se presenten pérdidas de vidas, bienes e infraestructura. La mitigación no es viable por condiciones técnico-económicas, por lo que los asentamientos humanos localizados allí deben hacer parte del programa de reasentamiento de familias en alto riesgo no mitigable y el suelo se incluye en la categoría de Suelo de Protección por Riesgo, para la microcuenca se tiene 243 predios con esta connotación.

2. Zonas en Amenaza Alta con Restricción de Uso. Corresponde a los predios o zonas no ocupadas donde, por las características físicas del sector, así como por las condiciones técnicas, económicas y sociales se considera inviable adelantar obras de mitigación, dado

que éstas no garantizarían la adecuación del terreno para adelantar procesos de urbanización y construcción, por lo que deben ser incorporadas como suelo de protección, para la microcuenca se tiene 324 predios con esta connotación.

En el parágrafo 2 del presente artículo, define; “Mediante acto administrativo de la Secretaría Distrital de Planeación, se podrán sustraer o incorporar áreas declaradas como suelo de protección por riesgo, con base en los estudios detallados y concepto técnico que emita el IDIGER, de acuerdo con los procedimientos definidos en el artículo 2.2.2.1.3.2.2.8 del Decreto Único Reglamentario 1077 de 2015 o la norma que lo modifique o sustituya”. Los predios 243 de las Zonas de alto riesgo no mitigable, tiene 19 conceptos técnicos y 19 diagnósticos (Ver Tabla 4.19). Los 324 predios en Zonas en Amenaza Alta con Restricción de Uso se tiene 9 conceptos técnicos – CT- distribuidos en; CT-4471 (188), CT-4330 (52), CT-4450 (35), CT-3990 (28), CT-8573 (12), CT-8730 (7) y CT-8659 (2).

Tabla 4.19 Códigos de los Diagnósticos y Conceptos técnicos de las Zonas de alto riesgo no mitigable

Código	No. Diagnóstico	Código	No. Concepto Técnico	Código	N.D
DI-1510	4	CT-2696	1	2001-5-2058	1
DI-1888	2	CT-2697	11		
DI-2063	2	CT-2698	9		
DI-2205	14	CT-2700	2		
DI-2234	1	CT-2752	2		
DI-2353	1	CT-2775	1		
DI-2505	1	CT-3123	1		
DI-2675	1	CT-3144	9		
DI-2759	1	CT-3146	2		
DI-2897	1	CT-3147	4		
DI-451	1	CT-3148	9		
DI-4947	2	CT-3771	1		
DI-5187	1	CT-3979	1		
DI-5229	2	CT-3990	2		
DI-5251	2	CT-4330	8		
DI-5323	2	CT-4471	23		
DI-5461	1	CT-8573	48		
DI-5573	1	CT-8659	18		
DI-5581	2	CT-8730	17		
DI-567	20				
DI-6025	1				
DI-6743	1				
DI-6825	8				
DI-835	1				

Fuente: Elaborado a partir del POT (Decreto 555 de 2021)

Otros predios con posibilidad de aplicación de acciones para áreas liberadas son las definidas en el artículo 71, Áreas de Resiliencia Climática y Protección por Riesgo. Hacen parte de las Áreas complementarias para la conservación declaradas como suelo de protección por riesgo, que comprende tanto áreas en alto riesgo no mitigable, como áreas en amenaza alta con restricción de uso y que no se encuentran dentro de otros elementos de la Estructura Ecológica Principal. Pueden ser áreas públicas o privadas.

El régimen de usos de las Áreas de Resiliencia Climática y protección por riesgo es el siguiente:

Tabla 4.20 Régimen de usos de las Áreas de Resiliencia Climática y protección por riesgo

Usos principales	Usos compatibles	Usos condicionados	Usos prohibidos
Conservación Restauración: -Restauración de ecosistemas -Recuperación de ecosistemas. -Rehabilitación de ecosistemas y medidas estructurales de reducción del riesgo.	**Conocimiento:** -Investigación y monitoreo	**Sostenible:** Viverismo, agricultura urbana y periurbana, agroecología. Actividades de contemplación, observación y conservación, actividades recreativas y actividades relacionadas con la prestación de servicios públicos.	Todos aquellos usos y/o actividades conexas que no están contemplados dentro de los usos permitidos, compatibles o condicionados

Fuente: Elaborado a partir del POT (Decreto 555 de 2021)

La gestión, administración y manejo de las estas áreas están definidas en los artículos 33, 34 y 71 del POT:

- Manejo de áreas de Resiliencia Climática y protección por riesgo. Los predios localizados en áreas declaradas como suelos de protección por riesgo, que hayan sido adquiridos por el Distrito Capital o recibidos en donación, pueden ser entregados a otras entidades que puedan dar un manejo armónico con su condición de riesgo (Artículo 33).
- La Administración de predios en alto riesgo no mitigable desocupados en procesos de reasentamiento de familias, que se constituyen en suelo de protección por riesgo no mitigable, estará a cargo de la autoridad ambiental, acorde con lo establecido en el artículo121 de la Ley 388 de 1997. En concordancia con el estado de conservación del predio y su potencial uso, se podrá entregar el predio para la administración a otras entidades del Distrito Capital, siempre y cuando sea para el desarrollo de los usos permitidos conforme a lo previsto en el presente POT (Artículo 34)

- La gestión y administración de las áreas de resiliencia climática y protección por riesgo está a cargo de las autoridades ambientales en el marco de sus competencias (Artículo 71).
- Los interesados en la ejecución de los proyectos deben formular los planes de mitigación de impacto a partir de los términos de referencia formulados por la Secretaría Distrital de Ambiente y el IDIGER (Artículo 71). Mediante la Resolución 2296 del 9 de noviembre de 2023, "*se adoptan los Términos de Referencia para los Planes de Mitigación del Impacto — PdMI — a desarrollarse en la implementación de actividades de uso condicionado en las Areas de Resiliencia Climática y Protección por Riesgo, conforme a lo dispuesto en el literal "b" del parágrafo del artículo 71 del Decreto Distrital 555 de 2021 y se adoptan otras disposiciones".*

Y en el artículo 35, define que "los Suelos de protección por riesgo como espacio público" Comprenden las zonas cuya atención es prioritaria para garantizar la seguridad ante riesgos y evitar ocupaciones ilegales, las cuales deben contar con un diseño y un plan de intervenciones prioritarias. Las zonas declaradas como suelo de protección por riesgo, que se ubiquen dentro o colindantes con áreas donde hubo minería, independientemente de su tamaño, podrán ser manejadas como espacio público previa ejecución de las medidas estructurales, donde se requiere de su implementación para evitar la ampliación de la zona de afectación por alto riesgo no mitigable y/o alta amenaza con restricción de uso.

En consecuencia, para la definición posibles áreas de intervención, se realizó un análisis de la información de los conceptos técnicos, diagnósticos técnicos y estudios de zonificación y diseños de obras suministrados por el IDIGER (Ver Anexo 5.2)

Las fichas relacionadas con este concepto son:

a) Tratamiento paisajístico de las áreas liberadas (obras blandas, duras)
b) Restauración en áreas degradadas por remoción en masa y erosión (obras verdes, azules, híbridas)

4.5.1.5 Agricultura Urbana Sostenible

La propuesta de una mayor integración de la agricultura en la planificación urbanística parte del concepto de multifuncionalidad del suelo, mostrando cómo las huertas urbanas, además de ser funcionales para la producción de alimentos, generan importantes beneficios

socioeconómicos y ecológicos para el conjunto de la población. La integración de la agricultura urbana dentro de una estrategia multifuncional del uso del suelo es coherente con el modelo de ciudad compacta como estrategia de sostenibilidad urbana. Pero para conseguir una mayor integración de la agricultura en la ciudad es necesario superar visiones fragmentarias y pasar de una definición descriptiva a una definición sistémica de la agricultura urbana. Así, Mougeot (1999, 2001) apunta que el elemento más común en las definiciones de la agricultura urbana es la ubicación, aunque tradicionalmente también se consideran otras variables taxonómicas como el tipo de actividad, las categorías de productos, los sistemas de producción o el destino de la producción. Mougeot (1999, 2001) aboga, sin embargo, por una concepción de la agricultura urbana que resalte que su principal característica es el hecho de estar integrada e interactuar en y con el sistema económico y ecológico urbano. Sólo partiendo de esta premisa se ponen de manifiesto los múltiples beneficios de la agricultura urbana: Desde el punto de vista ecológico, la integración de la agricultura urbana y periurbana en la ciudad implica un importante ahorro energético en la función alimentaria al reducir la distancia entre el espacio de producción y el espacio de consumo de alimentos. Por otra parte, la integración de la actividad agraria contribuye al "reverdecimiento" urbano y el desarrollo de microclimas, a la vez que contribuye al mantenimiento y protección de la biodiversidad. La actividad agraria tiene también un complemento perfecto en la reutilización de residuos orgánicos urbanos mediante la producción de compost (Ferre, 2010), este complemento tiene articulación con el PAC 2020 -2050, en él se enuncia, "Implementar y fortalecer programas de recolección de residuos orgánicos, sistemas de tratamiento y aprovechamiento de residuos orgánicos a pequeña, mediana y gran escala" la subaccion 9.9 de la acción 9 de mitigación.

La integración de la agricultura en el diseño urbanístico abre también puertas parar diseñar estrategias de transporte sostenibles que combinen espacios abiertos y espacios urbanos articulados por mallas verdes y corredores ecológicos con espacios compactos que incluyan carriles para bicicletas y vías peatonales además de espacios para la movilidad motorizada (Ferre, 2010).

Los beneficios sociales, económicos y ecológicos de la agricultura urbana ponen de manifiesto la necesidad de considerar esta actividad como una "infraestructura esencial" para la planificación urbanística. Esta idea subyace a la propuesta de los "Paisajes urbanos

productivos Ininterrumpidos" (CPUL por sus siglas en inglés "Continuous Productive Urban Landscapes"). La propuesta de los CPUL implica "una combinación coherentemente planificada de espacios abiertos urbanos interconectados que incluyen espacios para la agricultura urbana y los paisajes ecológicamente productivos (…) Los CPUL pueden ser pensados como un nuevo tipo de parque público extendido, que integra las tradicionales instalaciones de recreación y esparcimiento con áreas dedicadas a la agricultura urbana, corredores ecológicos, ciclovías y rutas pedestres. Los CPUL aspiran a ser productivos en términos económicos (producción de alimentos), socioculturales (calidad de vida) y ambientales (reducción de emisiones de dióxido de carbono, mejora de la biodiversidad y de la calidad de vida)" (Viljoen, Bohn, 2006, p. 35)

La organoponía hace parte de la agricultura urbana sostenible y consiste en colocar sustratos sólidos que cubran los requerimientos nutricionales necesarios para el desarrollo de las plantas. En el cultivo de alimentos, esta técnica reutiliza materiales de residuos orgánicos e inorgánicos (hojarasca, llantas, cubetas, desechos de alimentos y hasta orina). La organoponía se puede practicar en diferentes ámbitos, pudiéndose establecer a nivel casero en jardines, solares, azoteas y cualquier otro lugar de la casa. Con este método se pueden cultivar diferentes rubros hortícolas, plantas medicinales y algunas especies frutícolas, así como también plantas ornamentales. También se cosecha suelo fértil que se forma gracias a la descomposición eventual del sustrato de hojarasca. A diferencia de la hidroponía esta técnica es menos intensiva, lo que significa que puede ser más lenta para la obtención de los productos (Cepero., 2011).

Las fichas relacionadas con este concepto son:

a) Recuperación de corredores de actividad agropecuaria
b) Estrategia de separación de residuos sólidos.

4.6 Priorización de las opciones para el diseño y la implementación de las Soluciones Basadas en la Naturaleza – SbN-

Acorde con los elementos trasversales tratados en el numeral 4.5, el Plan de Acción Climático para Bogotá 2020 -2050, es un documento estratégico que define metas, acciones y subacciones encaminadas a la mitigación y adaptación para el Cambio Climático, por lo tanto, es un instrumento tomado como orientador y articulador para llevar

a cabo las SbN. Los elementos definidos en las acciones de adaptación del plan, permite ser el engranaje para llevar a cabo las cinco propuestas conceptuales para la microcuenca. Dentro de las acciones de adaptación que se proponen es la implementación de Soluciones Basadas en la Naturaleza como el desarrollo de bosques urbanos, la gestión de drenajes a partir de obras de bioingeniería y el mantenimiento de coberturas vegetales que reduzcan la velocidad de flujo de sedimentos, así como su control y retención.

Los objetivos específicos del PAC que tienen relación con el proyecto son:

- Aumentar la capacidad adaptativa de la ciudad ante los riesgos climáticos actuales y futuros, con el fin de minimizar los efectos adversos sobre los ecosistemas, la población, la infraestructura y la prosperidad económica del Distrito Capital.
- Transversalizar y corresponsabilizar a nivel intersectorial, interinstitucional, con organizaciones públicas y privadas y con la ciudadanía la acción climática, para contribuir al tránsito justo y equitativo hacia una sociedad carbono neutral y resiliente al clima.

El PAC, indica, el Distrito se adaptará a los efectos del cambio climático a través de la protección de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, el fomento de infraestructura verde y sostenible, garantizando que las futuras generaciones puedan gozar de mejores estándares. Para aumentar la resiliencia, se emplearán estrategias de soluciones basadas en la naturaleza; así mismo medidas orientadas a la estabilización del suelo, la reducción de islas de calor, y la mitigación del riesgo por incendio forestal. Y en las metas a mediano plazo, define integrar las necesidades de adaptación al cambio climático en las determinantes de los instrumentos de planificación ambiental. De manera que, el PAC, en un instrumento clave y orientador para articular las propuestas conceptuales definidas para las matrices 1, 2, 3.

El Plan de Acción Climático y la articulación con instrumentos de planificación

Según el POT (Decreto 555 de 2021) en el capítulo 2 “Gestión Integral del Riesgo de Desastres y Cambio Climático”, en su sección 1 “Incorporación de la Gestión del Riesgo de Desastres y el Cambio Climático en el Ordenamiento”, artículo 15, Estrategias para la gestión del riesgo de desastres y el cambio climático: La Gestión del cambio climático es transversal al Plan de Ordenamiento Territorial y consiste en el proceso coordinado de

diseño, implementación y evaluación de acciones de mitigación de Gases Efecto Invernadero (GEI) y adaptación al cambio climático, orientado a reducir la vulnerabilidad de la población, infraestructura y ecosistemas frente a los efectos del cambio climático. También incluye las acciones orientadas a permitir y aprovechar las oportunidades que el cambio climático genera. Además, del POT, se articula con el Plan Distrital de Gestión de Riesgos de Desastres y Cambio Climático para Bogotá -PDGRCC, el Plan Regional Integral de Cambio Climático de Bogotá-Cundinamarca - PRICC, y la declaración de la Emergencia Climática en Bogotá - Acuerdo 790 de 2020.

4.6.1 Acciones y subacciones con articulación a las SbN para las matrices 1, 2, 3

El Plan de Acción Climática define un total de 15 acciones relacionadas con la adaptación climática y de ellas se desprenden subacciones, a continuación, se indican las acciones y subacciones que se relacionan con la conceptualización de las SbN con aplicación a las matrices 1 - 2- 3 (Ver Tabla 4.21).

La Tabla 4.21, la columna 2, relaciona la descripción de la acción climática, en la columna 3, indica la descripción de la subacción climática, la columna 4, están los beneficios primarios que pueden llegar a impactar en la reducción de las amenazas climáticas sí se llegan a desarrollar las subacciones, en la columna 5, están las entidades definidas por este plan por cada subacción, entre las entidades está el IDIGER, su papel resulta relevante para la ejecución de este por ser el coordinador del Sistema Distrital de Gestión de Riesgo y Cambio Climático-SDGR-CC .

4.6.1.1 Papel del IDIGER

Acuerdo 546 de 2013

En el artículo 2 cita “Sistema Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático -SDGR-CC, tiene por objeto articular las políticas, estructuras, relaciones funcionales, métodos, recursos, procesos y procedimientos de las entidades públicas y privadas, las comunidades y la ciudadanía en el ámbito de sus competencias, con el propósito común de generar sinergia en los procesos que integran la gestión de riesgos y cambio climático de Bogotá, D.C”.

De los objetivos definidos en el artículo 4 de esta norma, el indicado en el literal c), tiene

una relación con el PAC, este indica “La coordinación de las medidas de mitigación y adaptación frente a los efectos del cambio climático”. En el parágrafo de este artículo establece**,** “Los anteriores objetivos serán desarrollados en el marco de la intervención prospectiva definida en la Ley 1523 de 2012. En esta ley, Propender por la armonización y la articulación de las acciones de gestión ambiental, adaptación al cambio climático y gestión del riesgo”

Decreto 555 de 2021

El Plan de Acción Climática está presente en el artículo 15, este indica “Estrategias para la gestión del riesgo de desastres y el cambio climático. La Gestión del cambio climático es transversal al Plan de Ordenamiento Territorial y consiste en el proceso coordinado de diseño, implementación y evaluación de acciones de mitigación de Gases Efecto Invernadero (GEI) y adaptación al cambio climático, orientado a reducir la vulnerabilidad de la población, infraestructura y ecosistemas frente a los efectos del cambio climático. También incluye las acciones orientadas a permitir y aprovechar las oportunidades que el cambio climático genera.

En articulación con el Plan Distrital de Gestión de Riesgos de Desastres y Cambio Climático para Bogotá -PDGRCC, el Plan Regional Integral de Cambio Climático de Bogotá-Cundinamarca - PRICC, el Plan de Acción Climática de Bogotá D.C. 2020 - 2050 - PAC- y la declaración de la Emergencia Climática en Bogotá - Acuerdo 790 de 2020, son estrategias de mediano y largo plazo para la gestión de riesgo y el cambio climático”.

Con respecto al Plan Distrital de Gestión del Riesgo de Desastres y del Cambio Climático para Bogotá 2018-2030 – PDGRDCC-, fue aprobado en la sesión del Consejo Distrital para la Gestión de Riesgos y Cambio Climático del 9 de noviembre de 2018 y adoptado a través del Decreto Distrital 837 del 28 de diciembre de 2018. El PDGRDCC se formuló en cumplimiento de las disposiciones establecidas en la Ley 1523 de 2012 y sus decretos reglamentarios, Ley 1931 de 2018, el Acuerdo Distrital 391 de 2009, el Acuerdo Distrital 546 de 2013 y el Decreto Distrital 172 de 2014. En consecuencia, orienta las acciones para el conocimiento del riesgo de desastres, del cambio climático y sus efectos, la reducción del riesgo, la mitigación y adaptación al cambio climático y el manejo de emergencias y desastres (IDIGER, 2020).

Según lo estipulado por el Acuerdo Distrital 546 de 2013 el IDIGER como entidad coordinadora del SDGR-CC tiene entre otras funciones, "Velar por la ejecución y continuidad de los procesos de la gestión de riesgos que incluye conocimiento de riesgos, reducción de riesgos y manejo de situaciones de emergencia, calamidad y/o desastre, formular y hacer seguimiento a la ejecución del Plan Distrital de Gestión de Riesgos, articular la ejecución del Plan Distrital de Mitigación y Adaptación del Cambio Climático, administrar el Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Cambio Climático(…)(IDIGER, 2020)

En el artículo 17 del Decreto 555 de 2021, señala "Medidas Territoriales para la Mitigación y Adaptación al Cambio Climático. El presente Plan incorpora la Gestión del Cambio Climático como el proceso coordinado de diseño desde el modelo de ocupación territorial, las estrategias, objetivos de largo plazo y la implementación de medidas territoriales de mitigación y adaptación, las cuales se concretan en las decisiones puntuales de las estructuras territoriales, los sistemas estructurantes, los proyectos, programas, indicadores y metas".

Las medidas de mitigación y de adaptación indicadas en este artículo corresponden a las contempladas en el Plan de Acción Climática del -PAC-.

Finalmente, teniendo en cuenta lo indicado en el Acuerdo 546 de 2013 y el Decreto 555 de 2021, el papel del IDIGER es fundamental para llevar a cabo las subacciones planteadas en el PAC.

En la Figura 4-12, se plasma la integración de PAC, elementos trasversales indicados en los numerales 4.5.1.1 a 4.5.1.5 y las fichas.

Tabla 4.21 Acciones y Subacciones del PAC con relación con las matrices 1 – 2 -3

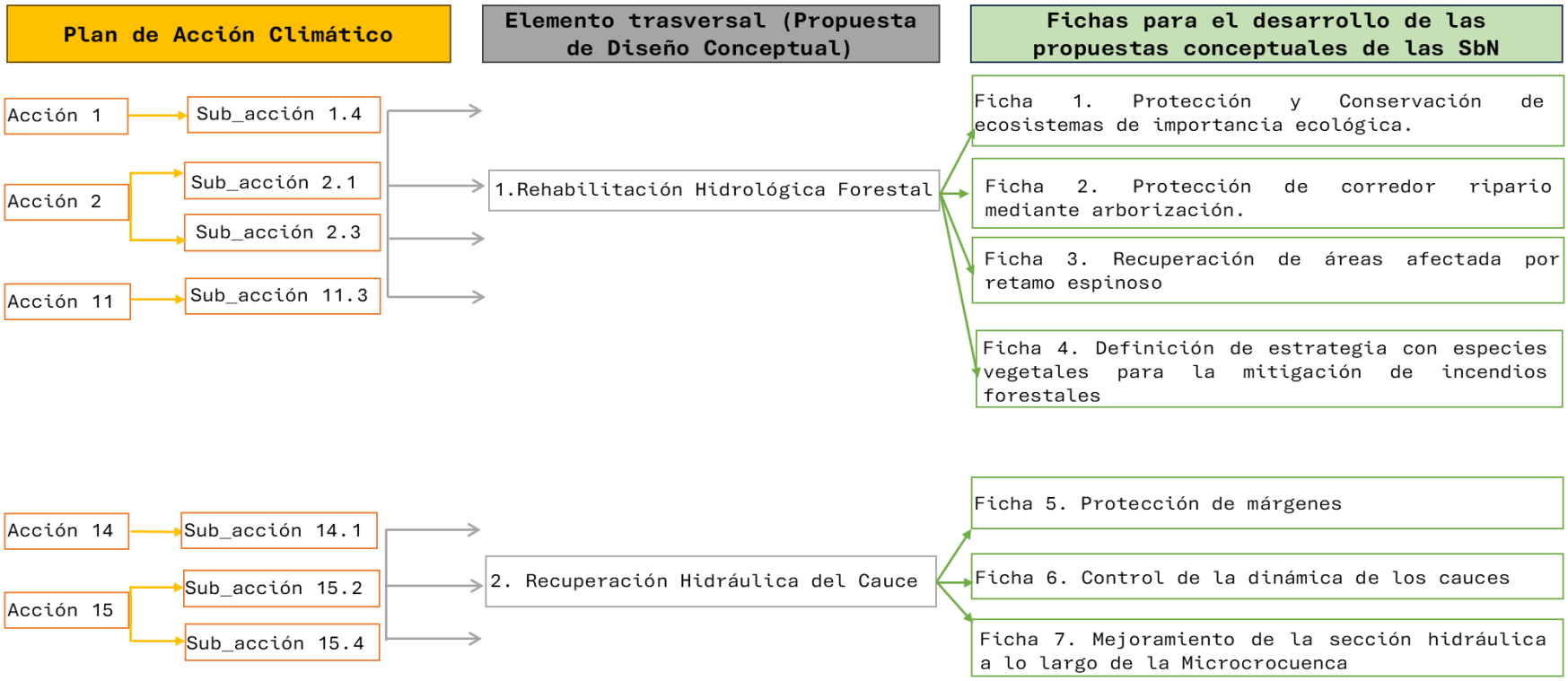
Acción	Descripción	Subacciones	Beneficios primarios (amenaza climática que reduce)	Entidades	Matrices		
					1	2	3
1	Implementar programas y proyectos de adaptación al cambio climático con criterios de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) que aporten a la conservación y preservación de la Estructura Ecológica Principal.	1.4. Implementar un portafolio de acciones de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) para la protección de fuentes de agua superficial y subterránea, que además mejore la calidad del recurso hídrico y reduzcan los riesgos climáticos.	-Precipitaciones extremas (Escasez hídrica) -Temperaturas extremas (Islas de calor urbanas)	-Secretaría Distrital de Ambiente -Jardín Botánico de Bogotá -Secretaría Distrital del Hábitat -Instituto Distrital de Recreación y Deporte -Secretaría Distrital de Integración Social **-IDIGER** -Secretaría Distrital de Gobierno -Alcaldías Locales	X		
2	Implementación de estrategias para la preservación, conservación, restauración y manejo de áreas protegidas declaradas y otras de interés ambiental en el contexto de la crisis climática	2.1. Implementar el Plan para la Gestión del Sistema Distrital de Áreas Protegidas y de la Estructura Ecológica Principal de Bogotá D.C. para aportar en la consolidación de la resiliencia socioecosistémica al cambio climático.	-Precipitaciones extremas (Inundaciones, Movimientos en masa, Avenidas torrenciales, Escasez hídrica) -Temperaturas extremas (Incendios forestales, Islas de calor urbanas)	-Secretaría Distrital de Ambiente -Parques Nacionales Naturales -Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. -Jardín Botánico de Bogotá. -Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. -Secretaría Distrital de Gobierno -Alcaldías Locales	X	X	
		2.3. Implementar el Plan Distrital Participativo de Restauración y Rehabilitación Ecológica o Recuperación Ambiental del D.C. 2020-2050, como estrategia para contribuir al incremento de la resiliencia socioecosistémica de la ciudad y la región.		-Secretaría Distrital de Ambiente -Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.	X	X	

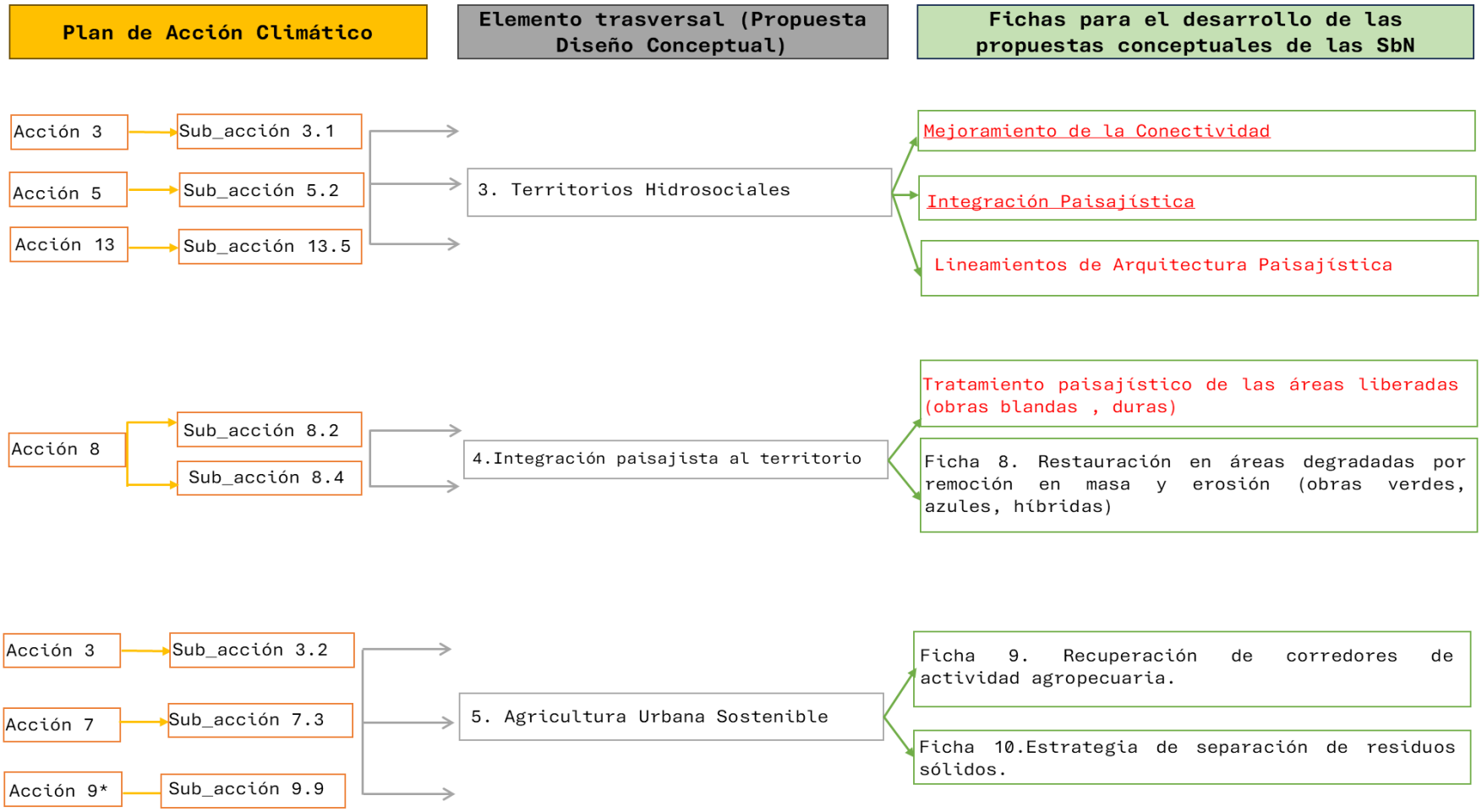
Acción	Descripción	Subacciones	Beneficios primarios (amenaza climática que reduce)	Entidades	Matrices		
					1	2	3
3	Consolidación de un sistema de corredores de conectividad ecológica en el Distrito Capital para la adaptación al cambio climático	3.1 Desarrollar proyectos para la creación de corredores verdes, a partir de intervenciones en los elementos del espacio público que favorezcan la conectividad ecosistémica y la reducción de los riesgos climáticos.	-Precipitaciones extremas (Escasez hídrica, Movimientos en masa) -Temperaturas extremas (Islas de Calor)	-Secretaría Distrital de Ambiente -Jardín Botánico de Bogotá. -Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. -Parques Nacionales Naturales. -Gobernación de Cundinamarca. -Secretaría Distrital de Gobierno -Alcaldías Locales		X	X
		3.2. Implementar programas y proyectos que articulen las zonas de producción rural de Bogotá D.C. con la Estructura Ecológica Principal, para aportar a la conectividad ecosistémica del Distrito Capital y la región en condiciones de crisis climática.		-Secretaría Distrital de Ambiente - Jardín Botánico de Bogotá. -Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. -Secretaría Distrital de Desarrollo Económico. - Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. - Secretaría Distrital de Gobierno -Alcaldías Locales		X	
5	Arbolado urbano como generador de beneficios ambientales en el contexto de la crisis climática	5.2. Implementar bosques urbanos como estrategia de manejo silvicultural para contribuir a la mitigación y adaptación al cambio climático.	-Temperaturas extremas (Islas de Calor)	-Alcaldías Locales -Jardín Botánico de Bogotá, -Secretaría Distrital de Ambiente. -Secretaría Distrital del Hábitat. -Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos. -Secretaría Distrital de Gobierno		X	X
7	Formulación e implementación de un programa de gestión agropecuaria rural y regional para la adaptación y resiliencia al cambio climático	7.3. Implementar un programa para fortalecer las capacidades de las unidades de producción campesina frente a los riesgos climáticos sobre el sector agrícola.	-Precipitaciones extremas (Escasez hídrica)	-Secretaría Distrital de Desarrollo Económico -Secretaría Distrital de Ambiente.		X	

Acción	Descripción	Subacciones	Beneficios primarios (amenaza climática que reduce)	Entidades	Matrices		
					1	2	3
8	Implementación de un programa de gestión del suelo para la resiliencia climática en zonas en condición de amenaza o riesgo	8.2. Implementar acciones preventivas en suelos de protección por riesgo que impulsen la apropiación ciudadana y espacios públicos accesibles, dotados y seguros.	-Precipitaciones extremas (Inundaciones, Movimientos en Masa, Avenidas Torrenciales)	**-IDIGER** -Secretaría Distrital de Ambiente -Jardín Botánico de Bogotá. -Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. -Caja de Vivienda Popular. -Secretaría Distrital de Gobierno -Alcaldías Locales		X	X
		8.4. Formular y aplicar las acciones urbanísticas y demás instrumentos normativos, que permitan establecer y mantener los condicionamientos y/o restricciones al uso del suelo que ha sido recuperado por riesgo climático o que tiene el potencial de prevenir o mitigar los efectos del cambio climático en el Distrito Capital.		-Secretaría Distrital de Planeación. **-IDIGER**		X	X
11	Gestión del riesgo por incendio forestal para la adaptación y resiliencia de las comunidades y los ecosistemas al cambio.	11.3. Implementar acciones para la diversificación de la vegetación con especies de baja combustibilidad, como estrategia para la mitigación de incendios de la cobertura vegetal en zonas de interfaz urbano rural.	-Temperaturas extremas (Incendios forestales)	-Secretaría Distrital de Ambiente **-IDIGER** -Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá -Instituto Distrital de Recreación y Deporte, Instituto de Desarrollo Urbano. -Jardín Botánico de Bogotá.	X		
13	Incorporación de lineamientos y determinantes ambientales de ecourbanismo y construcción sostenible para la adaptación y mitigación al cambio climático	13.5. Intervenir barrios consolidados en áreas de bordes urbanos mediante la estrategia de Ecobarrios.	-Temperaturas extremas (Islas de calor urbanas)	-Secretaría Distrital del Hábitat. -Jardín Botánico de Bogotá. -Instituto Distrital de Recreación y Deporte. **-IDIGER.**		X	X

Acción	Descripción	Subacciones	Beneficios primarios (amenaza climática que reduce)	Entidades	Matrices		
					1	2	3
14	Fortalecimiento y consolidación de los sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) para la adaptación al cambio climático ante eventos de precipitaciones extremas	14.1. Incorporar Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) en el espacio público efectivo de las obras de infraestructura de la ciudad.	-Precipitaciones extremas (Inundaciones)	-Instituto Distrital de Recreación y Deporte -Instituto de Desarrollo Urbano -Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. -Secretaría Distrital de Gobierno -Alcaldías Locales - Secretaría Distrital de Planeación. -Departamento Administrativo de la Defensoría del Espacio Público.		X	X
15	Implementación de obras de adaptación al cambio climático a partir de criterios de SbN en los proyectos de infraestructura que se realicen en el Distrito Capital.	15.2. Construir obras para la reducción del riesgo y adaptación a la crisis climática, involucrando criterios de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN).	-Precipitaciones extremas (Inundaciones, Movimientos en masa, Avenidas torrenciales) -Temperaturas extremas (Islas de calor urbanas)	**-IDIGER** -Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, -Instituto de Desarrollo Urbano, -Unidad de Mantenimiento Vial. -Secretaría Distrital de Gobierno (Alcaldías Locales).		X	X
		15.4. Construir obras de bioingeniería para el manejo de drenajes, que reduzcan el riesgo climático y aumenten la capacidad de adaptación del Distrito Capital.		**-IDIGER** -Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. -Secretaría Distrital del Hábitat. -Instituto Distrital de Recreación y Deporte. -Instituto de Desarrollo Urbano. -Unidad de Mantenimiento Vial. -Secretaría Distrital de Gobierno (Alcaldías locales).		X	X

Figura 4-12 Esquema para la definición de las cinco propuestas conceptuales de SbN para la Microcuenca Yomasa





Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

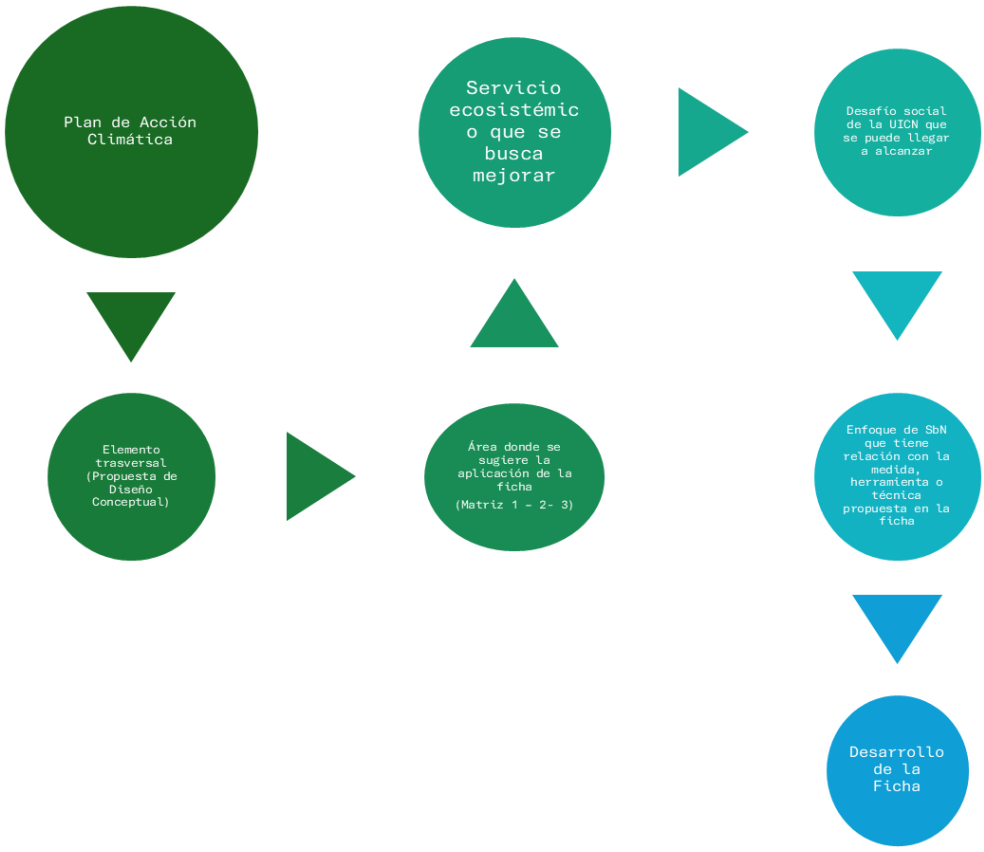
Nota: Las que están resaltadas en rojo no se numeran poque no hacen parte de las fichas del numeral 4.6.2, el desarrollo de estas se encuentra en el ver Anexo 5.3.

Así como se proponen algunas zonas o sitios de intervención es importante aclarar que en el estudio se identificaron a lo largo y ancho de la cuenca en cada matriz áreas de importancia y priorización para avanzar en la reducción del riesgo y la adaptación al cambio climático que también podrán ser priorizadas e intervenidas aplicando los diseños conceptuales definidos en la Figura 4.12 y cuya implementación podrá ajustarse a las características existentes.

4.6.2 Fichas para desarrollo e implementación de los diseños conceptuales de las SbN

Las fichas relacionadas a continuación, tiene una estructura que une los elementos conceptuales tratados en este producto y los elementos del producto 3. En la Figura 4-13, se desagrega el contenido articulador de las fichas.

Figura 4-13 Elementos relevantes de las fichas



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

Ficha 1. Protección y Conservación de ecosistemas de importancia ecológica

Relación con el PAC	**Acción: 1**	**Subacción: 1.4**
Elemento trasversal: Rehabilitación Hidrológica Forestal		
Matriz de aplicación: Matriz 1		
Servicio ecosistémico para mejorar: Regulación		
Desafío Social (UICN): a) Reducción de riesgos de desastres b) Seguridad del agua y degradación ambiental		
Enfoque de SbN: Reducción de Riesgos de Desastres Basada en Ecosistemas (Eco-RRD) Adaptación Basadas en Ecosistemas		
1.Objetivos: Proponer estrategias que favorezcan la protección hidrológico-forestal de la Microcuenca Yomasa		

2. Enfoque:

De acuerdo con los enfoques definidos por la UICN para la aplicación de SbN, la propuesta conceptual para el área directa de la matriz 1, que se aplica en esta ficha es; Protección en lo que respecta a la Gestión de Áreas Protegidas

Enfoques de protección de los ecosistemas

Las áreas protegidas se consideran una estrategia para la conservación de la biodiversidad basándose en la planificación del territorio, cumpliendo con la función de asegurar la función y los servicios ecosistémicos en áreas naturales o seminaturales a largo plazo; por tales motivos la intervención humana es restringida dependiendo de la zona protegida en favor del medio natural, mientras se proteja el hábitat, las especies y las funciones ecosistémicas se mantendrá una belleza natural y los recursos naturales como abastecimiento. La protección de los ecosistemas contribuye de manera significativa a la mitigación del cambio climático, ya que aporta depósitos de carbono en suelos y vegetación tal como afirma la UICN (2017) citada por Ayazo-Toscano & Hernández-Palma (2021):

> *"Los ecosistemas contribuyen a reducir el riesgo de desastres de múltiples formas, especialmente como infraestructura natural como humedales, bosques y sistemas costeros puede reducir la exposición física ante eventos climáticos extremos —como las inundaciones, la erosión costera, las marejadas, los ciclones, los incendios forestales y las sequías— al servir como barreras naturales o amortiguadores que mitigan los impactos de estas amenazas"*

Gestión de Áreas Protegidas

El Protected Areas Management (PMA) es un espacio definido, reconocido, dedicado y gestionado con medios legales para lograr la conservación a largo plazo de la naturaleza con los servicios ecosistémicos y los valores culturales asociados (UICN, 2016). Las Actividades de conservación permiten actividades de gestión como poda de árboles, aprovechamiento de recursos no maderables o eliminación de especies invasoras cuyo objetivo es mantener un área en un estado natural o seminatural específico (Ayazo-Toscano & Hernández-Palma, 2021).

El pago por servicios ambientales surge como un método para aportar soluciones a las fallas de mercado, cuyo objetivo es corregir las externalidades presentes en la mayoría de los bienes y servicios ambientales, permitiendo una gestión de protección, conservación y aprovechamiento de los recursos naturales más sustentable (González & Riascos, 2007).

3. Definición de actividades (Herramientas o Técnicas):

Para este enfoque se hará uso de la herramienta "Formalización de acuerdos para Pagos por Servicios Ambientales (PSA)"

El Pago por Servicios Ambientales (PSA)

Este se precisa como un incentivo económico (dinero o especie), que reconoce las prácticas de preservación y restauración de ecosistemas cuya finalidad es minimizar conflictos en el uso del suelo favoreciendo el mantenimiento y la generación de servicios ambientales. Los condicionantes para PSA se vinculan con los resultados, es decir los pagos son generados en la medida que el beneficiario del incentivo se compromete y desarrolla acciones para mantener y recuperar las coberturas naturales existentes; cabe resaltar que existe unas responsabilidades dispuestas en el Decreto 1449 de 1977 respecto a la conservación de los recursos naturales que no se sustituyen con los PSA.

Entre los modos de pago por especies se tiene:

a) Asistencia técnica
b) Insumos para la producción agropecuaria o los requeridos para la preservación o restauración de las coberturas naturales
c) Apoyo a procesos organizativos u otros que se identifiquen en cada uno de los casos.

Para no generar cambios en la tenencia de la tierra, por lo cual se busca que este sea un mecanismo que gestiones soluciones para el desarrollo productivo y alineación con los instrumentos de planeación y ordenamiento del territorio.

3.1Requiere estudio	**Si**	**No**
	X	

3.2 Descripción del estudio

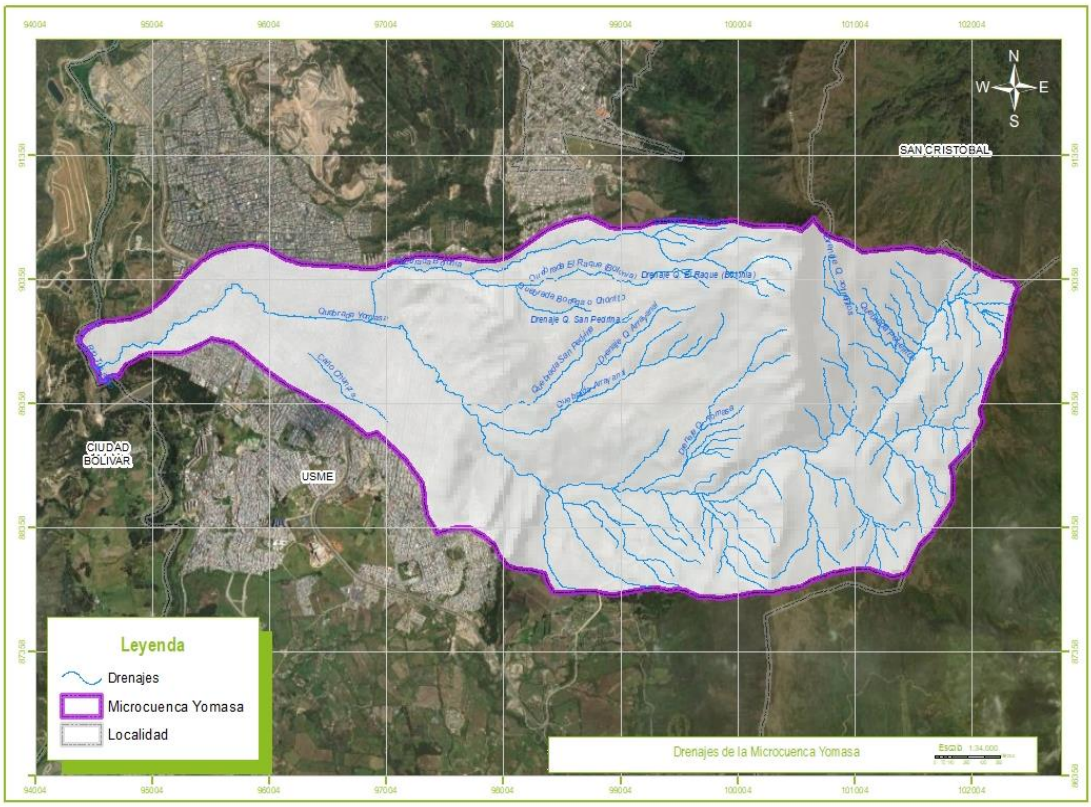
Directrices para el diseño de proyectos de Pago por Servicios Ambientales

1. Focalización de áreas y ecosistemas estratégicos: para efectos de la aplicación del incentivo se atenderán de manera predominante aquellas que cumplan una de las siguientes condiciones: I.) Áreas o ecosistemas estratégicos con riesgo de degradación de la cobertura natural especialmente por expansión de la frontera agropecuaria, con énfasis en aquellas que se localicen en municipios priorizados para el posconflicto; II.) Áreas o ecosistemas estratégicos degradados y en conflicto del uso del suelo, con énfasis en aquellas que se localicen en municipios priorizados para el posconflicto.

Si bien, en la focalización se indica la priorización se dará en municipios localizados en posconflicto, esto no se aplica para el área de estudio, el criterio que si aplicara en áreas o ecosistemas estratégicos degradados.

Para la Microcuenca Yomasa, se hace énfasis en la parte superior que se encuentra en la zona de paramos del complejo Sumapaz siendo este un ecosistema estratégico, esta es determinante en cuanto a disponibilidad y calidad del recurso hídrico; como soporte se tiene la densidad de drenajes presentes en la parte alta de la microcuenca, según la capa cartográfica de IDECA (drenajes), ver salida cartográfica Densidad de Drenajes.

Figura 1. Densidad de Drenajes de la Microcuenca Yosama



Posterior a esto se ubicaron los predios que se encuentran dentro de la microcuenca y en el SINAP (Sistema Nacional de Áreas Protegidas), dicha información se cruza con las coberturas naturales y las rondas hídricas.

2. Selección y priorización de los Beneficiarios del incentivo: La selección de predios dentro del área definida se realiza con la finalidad de convocar únicamente a los propietarios, poseedores y ocupantes de las áreas objeto del incentivo que tengan coberturas naturales, áreas para restauración y/o ecosistemas frágiles; esto evita generar falsas expectativas a los vecinos que no se encuentren en el área de interés. En este punto es necesario conocer qué otros procesos (tanto de origen público como privado) se encuentran en marcha o proyectados dentro del área de intervención; esto, con el propósito de identificar oportunidades de articulación, sinergias y optimización de recursos.

Por parte de la Alcaldía Mayor de Bogotá, Distrito Capital y su Banco Distrital de Programas y Proyectos, se proyecta una serie de actividades de intervenciones para la restauración y mantenimiento ecológico de áreas de la Estructura Ecológica Principal, la franja de adecuación de los cerros orientales y otras áreas de interés ambiental de Bogotá. Entre estas se tiene:

Actividad 1: Alcanzar al 75% del cumplimiento del Plan de manejo de la Sentencia del Consejo de Estado sobre los Cerros Orientales. La meta integra tres líneas de acción y ocho tareas dirigidas a la recuperación de las condiciones ambientales y sociales de los Cerros Orientales, contemplando las fases de habilitación, apropiación social y conservación de espacios naturales, a fin de generar en los Cerros Orientales las condiciones necesarias para que sean escenario de disfrute para la población de la región.

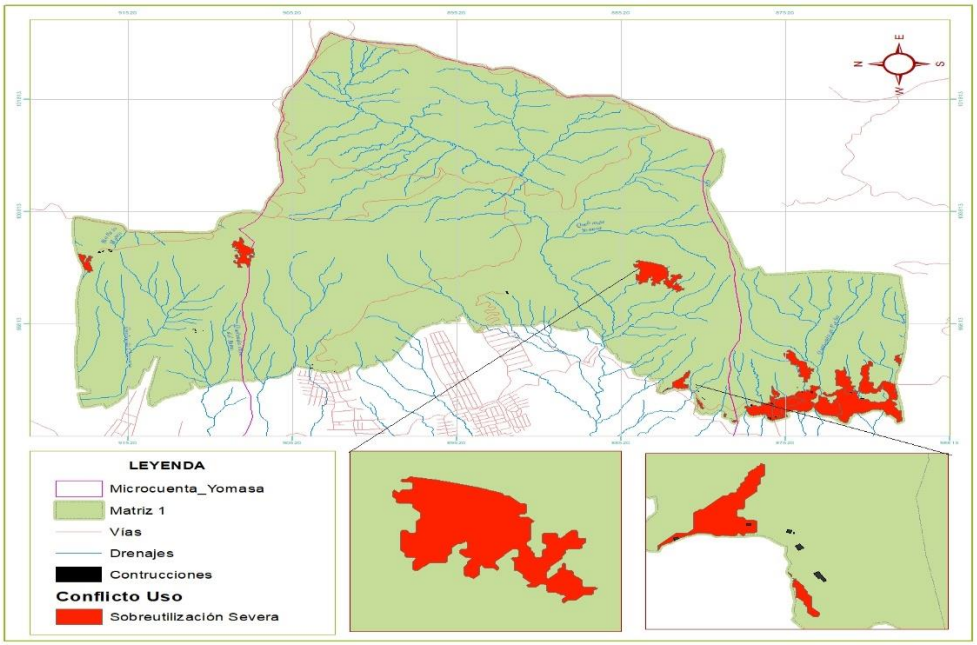
Actividad 2: Restaurar, rehabilitar o recuperar a 370 nuevas hectáreas degradadas en la estructura ecológica principal y áreas de interés ambiental, con 450.000 individuos vegetales. Para el cumplimiento de la actividad se priorizarán áreas de alto interés ecológico como áreas protegidas declaradas en el área urbana y rural, acueductos veredales, zonas de protección de la biodiversidad, áreas estratégicas para la conectividad ecológica, áreas de alto riesgo no mitigable y otras áreas de interés ambiental y se desarrollarán las acciones establecidas en el procedimiento de gestión de calidad de la SDA para el tema y bajo las directrices establecidas en el Plan Nacional de Restauración Ecológica, manuales, protocolos y guías técnicas de la SDA.

Actividad 3: Mantener 590 hectáreas priorizadas en proceso de recuperación, rehabilitación o restauración ecológica en la Estructura Ecológica Principal y áreas de interés ambiental. El mantenimiento está conformado por un conjunto de actividades en campo que garanticen para el éxito y la sostenibilidad de las coberturas vegetales plantadas y que están establecidas en el procedimiento de gestión de calidad de la SDA existente para este propósito y bajo las directrices establecidas en el Plan Nacional de Restauración Ecológica, manuales, protocolos y guías técnicas de la SDA.

Actividad 4: Implementar y efectuar el seguimiento a cuatro (4) proyectos de conectividad ecológica para la conservación de la biodiversidad. Para el cumplimiento de esta actividad se desarrollarán acciones con participación de todos los actores sociales e institucionales interesados a partir de la suscripción de acuerdos, convenios, actas de compromiso, desarrollo de acciones conjuntas, planes de acción para cada proyecto, desarrollo de eventos, de publicaciones.

A continuación, se presenta en la Figura 2, las zonas donde se encuentran las zonas de sobreutilización severa y su cruce con los predios privados de la zona:

Figura 2. Zonas posibles para el PSA



Para el presente caso dentro de los beneficiarios descritos en el literal c) del artículo 6 del Decreto Ley 870 de 2017, se encuentran quienes estén ubicados en áreas de protección y de manejo ambiental especial - incluidas las áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas - SINAP-, antes de la entrada en vigor del Decreto Ley 870 de 2017. Las autoridades ambientales y los que a cualquier título administren alguna de las

áreas protegidas y ecosistemas estratégicos, deberán incorporar dentro de su gestión, la caracterización de los beneficiarios del incentivo y la definición de planes o instrumentos de manejo aplicables en cada caso.

Los propietarios, poseedores y ocupantes de los predios que se beneficien del incentivo, deberán respetar el régimen de uso y manejo del área o ecosistema estratégico del cual se trate.

Los interesados en acceder al incentivo postulan su predio y deben adjuntar la documentación necesaria para verificar la relación jurídica que tienen con dicho predio: propietarios, poseedores u ocupantes. Definir de acuerdo con la legislación vigente qué tipo de documentación debe solicitar en cada caso para dar viabilidad jurídica y realizar la asignación del incentivo. Estos documentos aportarán información útil para verificar la propiedad y sana posesión de los predios.

3. Visita a los predios y verificación de coberturas.

4. Estimación del valor del incentivo de Pago por Servicios Ambientales

4. Requiere estudios de exploración de suelos y ecosistemas	SI	NO
		x

5. Escalabilidad y replicabilidad

Teniendo en cuenta las directrices para el diseño de proyectos de Pago por Servicios Ambientales donde se realiza la focalización de áreas y ecosistemas estratégicos, la replicabilidad depende de las condiciones donde se genera el proyecto y la disponibilidad de información para identificar zonas con las siguientes características:

- Áreas con potenciales para constituir el servicio ambiental en términos de abastecimiento y regulación hídrica.
- Proporción de área boscosa en el predio, presencia de nacimientos de agua, área ubicada en la ronda hidráulica de la Quebrada.
- Las áreas y ecosistemas estratégicos identificados en el Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales REAA o en el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas: RUNAP, sin perjuicio de poder implementar el incentivo en cualquier parte del Territorio Nacional.

En cuanto a escalabilidad, una vez focalizadas las área y ecosistemas estratégicos, se localizan los predios que hacen parte de estas microcuencas según la cartográfica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, además, se debe determinar las coberturas naturales, su ubicación estratégica frente a las rondas hídricas, las zonas de humedales o los ecosistemas estratégicos como el páramo (IAVH). Alcanzado los pasos anteriores, se caracteriza el tamaño de los predios y datos como la cédula catastral, además de la respectiva acreditación que demuestre que en los últimos tres años estos no estuvieron cubiertos de ecosistemas naturales (análisis multitemporal).

6. Seguimiento y Monitoreo

Directrices para la implementación, monitoreo y seguimiento de proyectos de pago por servicios ambientales

1. Formalización de acuerdos: El otorgamiento del incentivo de pago por servicios ambientales se formalizará a través de un acuerdo voluntario que constará por escrito y su contenido corresponderá a lo que las normas civiles y comerciales establecen.

2. Registro de los proyectos: Las personas públicas o privadas que diseñen o implementen proyectos de pago por servicios ambientales, deberán registrarlo ante la autoridad ambiental de la jurisdicción donde esté ubicada el área o ecosistema estratégico.

3. Monitoreo y Seguimiento: El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, como parte de las funciones asignadas por el Decreto Ley 870 de 2017, y con el apoyo de las autoridades ambientales competentes, efectuará el monitoreo y seguimiento al Programa Nacional de Pago por Servicios Ambiental – PNPSA-, para lo cual es fundamental los registros e información desarrollados con esta reglamentación y demás sistemas de información pertinentes.

Por su parte, las personas públicas y privadas que implementen los proyectos de pago por servicios ambientales efectuarán el monitoreo y seguimiento del comportamiento de los servicios ambientales asociados al uso del suelo acordado dentro del área-o ecosistema estratégico, con los elementos técnicos disponibles y el apoyo de las autoridades ambientales.

Las personas públicas y privadas que implementen los proyectos de pago por servicios ambientales darán a la comunidad relacionada e interesada en el proyecto, la información y capacitación requerida de acuerdo con las particularidades locales y regionales, propiciando su participación que contribuya al seguimiento y control y a la consolidación y sostenibilidad del incentivo.

Igualmente, estas personas, durante el desarrollo de los proyectos, facilitarán la participación de las autoridades ambientales, y otros actores regionales y locales, para que se apropien de los mismos, efectúen el acompañamiento a los proyectos y se conviertan en un instrumento de gestión participativa de la conservación de las áreas y ecosistemas estratégicos en su jurisdicción.

El monitoreo y reporte no solo debe llegar a unidades de superficie, sino que se debe tasar o mensurar en las unidades definidas para el servicio ambiental objeto del pago, en este sentido debe brindar claridad frente al balance (pedida o ganancia) del servicio ambiental en referencia.

4. Gastos asociados a los pagos por servicios ambientales ya la adquisición de predios Se podrán atender los gastos directamente asociados al pago por servicios ambientales y la adquisición de predios, relacionados con el monitoreo y seguimiento, estudios de títulos, levantamientos topográficos, avalúos comerciales y gastos notariales y de registro. Para el caso de los predios adquiridos también podrá incluirse la custodia y administración de estos.

7. Evaluación

La evaluación depende de lo pactado en la formalización de acuerdos para el otorgamiento del incentivo de pago por servicios ambientales y de manera voluntaria, estableciendo las normas civiles y comerciales de manera escrita.

8. Fuentes Bibliográficas

- González T., Á y Riascos A., E. (2007). *Panorama latinoamericano del pago por servicios ambientales.* Universidad Nacional de Colombia.
- Ayazo-Toscano, R., & Hernández-Palma, A. (2021). Portafolio de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) como mecanismo de mitigación y adaptación al cambio climático en las áreas rurales de Colombia. Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- UICN. (2016). Nature-based solutions to address global societal challenges. CohenShacham, E., Walters, G., Janzen, C. and Maginnis, S.
- UICN. (2017). Enhancing Resilience through Forest Landscape Restoration:. UICN.

Ficha 2 Protección de corredor ripario mediante arborización.

Relación con el PAC	**Acción: 1**	**Subacción: 1.4**
Elemento trasversal: Rehabilitación Hidrológica Forestal		
Matriz de aplicación: Matriz 1 - 2 - 3		
Servicio ecosistémico para mejorar: Regulación - Servicios culturales - Sostenimiento		
Desafío Social (UICN): a) Mitigación y adaptación al cambio climático b) Reducción de riesgos de desastres c) Pérdida de la biodiversidad		
Enfoque de SbN: Adaptación basada en Ecosistemas (Eco-RRD)		
1.Objetivos: Proponer estrategias que favorezcan la Rehabilitación hidrológico-forestal de la Microcuenca Yomasa		
2. Enfoque: De acuerdo con los enfoques definidos por la UICN para la aplicación de SbN, la propuesta conceptual, que se aplica en esta ficha es: Rehabilitación en lo que respecta a las coberturas de bosque riparios**.** **Enfoques de restauración de ecosistemas** La restauración ecológica es el proceso para ayudar a la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido (SER, 2004). Diversos niveles de intervención se aplican en el proceso de recuperación, adaptándose al grado y funcionalidad deseada para el ecosistema, este enfoque se refiere a la restauración de bosques, humedales, y paisajes mediante la agricultura/agroforestería climáticamente inteligente, la rehabilitación de servicios ecosistémicos importantes o de medios de vida basados en ecosistemas, la restauración de ecosistemas con participación de las comunidades, la recuperación de ecosistemas destruidos, entre otros (Ayazo-Toscano & Hernández-Palma, 2021). *Restauración Forestal del Paisaje* La Restauración Forestal del Paisaje (FLR, por sus siglas en inglés) busca restaurar la funcionalidad ecológica y potenciar los medios de vida de las comunidades que residen en zonas deforestadas o degradadas, este enfoque integral combina diversas estrategias que incluyen la restauración ecológica de áreas críticas, prácticas sostenibles en tierras productivas y el incremento de la cobertura vegetal en todo el panorama, con el objetivo de lograr una recuperación integral y sostenible (UICN, 2016). Este enfoque no persigue la restauración de un paisaje a su estado pre-disturbio; más bien, se caracteriza por objetivos diversos que abarcan desde mejorar la conectividad entre elementos del paisaje hasta la protección de recursos hídricos y suelos, así como el fortalecimiento de los valores culturales arraigados en el territorio. Esta medida suele complementarse con la declaración de áreas protegidas y la gestión sostenible de la tierra. La FLR desempeña un papel importante en la adaptación y mitigación al cambio climático al aumentar la resiliencia, reducir el riesgo de desastres y combatir la desertificación (UICN, 2017). Entre los niveles o tipos de esta aplicación están la reducción de impactos, la remediación, la recuperación o reclamación, la rehabilitación y la restauración ecológica (Ayazo-Toscano & Hernández-Palma, 2021). Esta medida se complementa comúnmente con la designación de áreas protegidas y la gestión sostenible de la tierra. La Restauración Forestal del Paisaje (FLR) desempeña un papel crucial en la adaptación y mitigación del cambio climático al elevar la resiliencia, disminuir el riesgo de desastres y contribuir a la lucha contra la desertificación.		

3. Definición de actividades (Herramientas o Técnicas):

Para este enfoque se hará uso de la herramienta "Rehabilitación en zonas de Bosque Ripario)"

Bosque Ripario
Se define como las coberturas formadas por vegetación arbórea que se encuentran en las orillas de cursos de agua, tanto permanentes como temporales. Este tipo de cobertura presenta limitaciones en su extensión, ya que se extiende a lo largo de los cursos de agua y los drenajes naturales. En regiones de sabanas, estas franjas boscosas se denominan bosques de galería o cañadas, mientras que en cursos de agua de zonas andinas se conocen como bosques riparios.

Entre las funciones que desempeña la vegetación riparia se encuentra:

- Permite que la rivera actúe como "zona buffer".
- Estabilización de la forma y trazado del cauce.
- Influencia el funcionamiento del ecosistema fluvial, debido a la formación de refugios y aporte de materia orgánica.
- Mejora el paisaje e interés cultural.
- Mejora el comportamiento hidrológico de la cuenca, favoreciendo la llanura de inundación.

Rehabilitación: La rehabilitación enfatiza en la reparación de los procesos, la productividad y los servicios de un ecosistema. Comparte con la restauración un enfoque fundamental en los ecosistemas históricos o preexistentes como modelos o referencias, pero las dos actividades difieren en sus metas y estrategias (SER, 2004).

3.1Requiere estudio	**Si**	**No**	
	x		

3.2 Descripción del estudio

3.2.1 Establecimiento de franja protectora de cuerpos de agua

A través de la visualización realizada por imágenes satelitales se identifican áreas fragmentadas en el actual ecosistema, lo cual dificulta el restablecimiento de conectividad entre la mayoría de los fragmentos; por tal motivo es importante generar un mecanismo para restablecer conectividad en el ecosistema a través de las franjas riparias de los ríos, para ello se proponen acciones que permitan el mejoramiento del hábitat en estos corredores riparios que son importantes para permitir niveles de conectividad y oferta de recursos apropiados (MINAMBIENTE, 2015b).

Se requiere de un marco conceptual que incluya los siguientes elementos de caracterización de la zona:

- Condiciones del clima incluyendo elementos como precipitación, temperaturas, longitud del periodo vegetativo, etc; esto con el fin de determinar las especies aptas para la zona.
- Vegetación por medio de un inventario de especies presentes en la zona por medio de reconocimiento en campo, determinando las especies que mejor se adaptan a la dinámica fluvial de cada tramo.
- Orientación y topografía dependiendo de la elevación y pendiente de los taludes, teniendo en cuenta que puede variar a lo largo del cauce, de acuerdo con la sinuosidad, orientación y anchura de la quebrada.
- Condiciones del suelo identificadas en zonas desprovistas de vegetación y si corresponden a zonas de suelos muy saturados o compactados (por afluencia de personas, ganado, etc.). Análisis del pH del suelo, humedad y salinidad, con el fin de determinar factores limitantes de las especies a plantar.

Una vez definido el contexto de la zona y los puntos para siembra se debe seleccionar las especies que se adapten a las condiciones de clima, suelo y dinámica fluvial, teniendo en cuenta que sean especies nativas con el fin de conservar el ecosistema natural de la zona.

Posterior a esto se seleccionan las especies y se define un arreglo florístico teniendo en cuenta aspectos como especies que resistan las condiciones de humedad y su adaptación en banda riparia.

Decidir la estructura final del bosque ripario, optando por el fomento de una determinada formación vegetal. Se deben diseñar módulos de plantación que puedan combinarse a lo largo del tramo de la corriente. Cada módulo incluye una o dos especies arbóreas y varias especies arbustivas. Se debe dejar un espacio de 2 a 3 metros entre modulo y modulo, con el fin de facilitar las plantaciones y acceso a la quebrada.

Una vez diseñados los módulos de plantación, se procede a la preparación del terreno mediante:

- Limpieza de las riberas: eliminando basuras, escombros y cualquier material ajeno al suelo ripario.
- Roza selectiva: de especies invasoras para eliminar competencia en suelo con las nuevas plantaciones.
- Estabilización de taludes: cuando estos presenten inestabilidad y erosión
- Control de escorrentías: las procedentes de laderas adyacentes que llegan a los taludes de la ribera.

Siembra a campo abierto: empleadas en lugares la vegetación circundante proporciona una cubierta de copas remanente y donde la regeneración natural de especies pioneras a lo largo de los bordes de la trocha ofrece materia orgánica y ayuda a mejorar el suelo. En estos casos se recomienda utilizar especies con tolerancia al encharcamiento y al calor, con resistencia a las plagas y enfermedades.

Siembra bajo cubierta: se utiliza especialmente para áreas abiertas y extensas. Primero se plantan especies pioneras de rápido crecimiento y luego plántulas en la cubierta inferior.

Propuesta especies para siembra (Acueducto de Bogotá, 2007).

HERBÁCEAS

<table>
<tr><td colspan="2">Familia: RUBIACEAE</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nombre científico: Galium hypocarpium (L.) Endl. ex Griseb.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nombre común: Coralito</td></tr>
<tr><td>Distribución
Se conoce en toda la región Andina, incluyendo la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía del Perijá, entre los 1.500 y 4.300 m de altitud.
Aspectos ecológicos
En las zonas altas es común encontrarla en los matorrales, en los bordes de las quebradas y los caminos, o en las cercas que rodean los cultivos.</td><td></td></tr>
</table>

Familia: POACEAE	
Nombre científico: Cortaderia nitida (Kunth) Pilg.	
Nombre común: Cortadera	
Distribución Se encuentra en las zonas altas de la región Andina, entre los 2.700 y 4.000 m de altitud **Aspectos ecológicos** Es frecuente hallarla en áreas húmedas de matorrales bajos y abiertos, y en los bordes de las quebradas.	

Familia: OXALIDACEAE	
Nombre científico: Oxalis medicaginea Kunth	
Nombre común: Acedera, chulco	
Distribución Se encuentra en las cordilleras Central y Oriental, en el Nudo de los Pastos y en el Macizo Colombiano, entre los 1.500 y 4.200 m de altitud. **Aspectos ecológicos** Crece en lugares protegidos y húmedos, principalmente dentro de la vegetación de matorral, aunque también se observa en lugares rocosos y en los bordes de las quebradas.	

Familia: CYPERACEAE	
Nombre científico: Carex jamesonii Boott	
Nombre común:	
Distribución Se encuentra en las cordilleras Central y Oriental, y en el sur de la región Andina hasta Nariño, entre los 2.100 y 3.600 m de altitud. **Aspectos ecológicos** Crece en lugares húmedos como pantanos, turberas y bordes de quebradas.	

Familia: AMARYLLIDACEAE	
Nombre científico: Bomarea caldasii (Kunth) Herb.	
Nombre común: Pecosa, petaquita de páramo, rompe platos	
Distribución Se encuentra distribuida en las tres cordilleras, entre los 2.400 y los 3.700 m de altitud. **Aspectos ecológicos** Crece por lo general en sitios protegidos dentro del bosque, aunque también se puede encontrar en matorrales o rastrojos de bordes de caminos o quebradas.	

ARBUSTOS

Familia: ERICACEAE	
Nombre científico: Bejaria resinosa Mutis ex L.fil.	
Nombre común: Azalea de monte, carbonero, pegamosco	
Distribución Se conoce en las cordilleras Oriental y Occidental, entre los 2.500 y 3.500 m de altitud, aunque esporádicamente se ha encontrado a los 2.000 m. **Aspectos ecológicos** Es común tanto en matorrales como en áreas abiertas de subpáramo y en bosques andinos y de robles. También es frecuente en zonas rocosas, en bordes de quebradas, en plantaciones de eucaliptos y en potreros.	

Familia: ELAEOCARPACEAE	
Nombre científico: Bejaria resinosa Mutis ex L.fil.	
Nombre común: Campano, chaque, gaque, raque, rozo	
Distribución Se encuentra en las tres cordilleras y en la Sierra Nevada de Santa Marta, entre los 2.600 y 3.600 m de altitud. **Aspectos ecológicos** Es una especie propia de bosques altoandinos, crece en bosques secundarios, en los bordes de carretera y quebradas. Es una especie que presenta alta producción de retoños o rebrotes.	

Familia: LAMIACEAE	
Nombre científico: Salvia sordida Benth.	
Nombre común: Salvia	
Distribución Es endémica de Colombia y se encuentra restringida a las localidades de Usaquén, La Caro y Chía, en los Cerros Orientales de Bogotá, recientemente se ha registrado en el Santuario de Iguaque, en Boyacá, entre los 2.600 y 3.000 m de altitud. **Aspectos ecológicos** Se encuentra en el bosque altoandino, crece de forma agregada en zonas alteradas, bordes de bosques y quebradas. Se ha detectado que presenta dispersión vegetativa mediante acodos. Las flores son visitadas por insectos y aves. Dado su grado de endemismo y el deterioro de las pocas poblaciones conocidas, se considera una de las plantas colombianas en peligro de extinción.	

Familia: POLYGALACEAE	
Nombre científico: Monnina aestuans (L.f.) DC.	
Nombre común: Tintillo	
Distribución Se conoce en el Macizo Colombiano, en las cordilleras Central y Oriental, en la Sierra Nevada de Santa Marta y en la Serranía del Perijá, entre los 2.600 y 4.200 m de altitud. **Aspectos ecológicos** Es frecuente hallarla en los bordes de bosque andino, en matorrales o en las orillas de las quebradas.	

Familia: HYPERICACEAE	
Nombre científico: Hypericum goyanesii Cuatrec.	
Nombre común: Chite, guardarocio, pino	
Distribución Es conocido únicamente en Cundinamarca, entre los 2.800 y 3.700 m de altitud. **Aspectos ecológicos** Forma pequeños bosquecitos alrededor de sitios húmedos, como turberas, charcos y quebradas. También se puede encontrar en matorrales o en potreros.	

ARBOLES

Familia: CAPRIFOLIACEAE	
Nombre científico: Sambucus nigra L.	
Nombre común: Sauco	
Distribución Es una especie originaria de Europa, En Colombia se encuentra ampliamente distribuida entre los 700 y 3.000 m de altitud**.** **Aspectos ecológicos** Es una especie plantada que se puede encontrar en los bordes de carreteras y quebradas, en cercas vivas o en parques y jardines.	

Familia: SOLANACEAE	
Nombre científico: Solanum oblongifolium Humb. & Bonpl. ex Dunal	
Nombre común: Tinto	
Distribución Se conoce en la cordillera Oriental, entre los 2.200 y 3.200 m de altitud. **Aspectos ecológicos** Crece en sitios sombreados y húmedos, generalmente en la vegetación que circunda los ríos, las quebradas y las zanjas.	
Familia: PIPERACEAE	
Nombre científico: Piper bogotense C.DC.	
Nombre común: Cordoncillo	
Distribución Se encuentra en toda la región Andina, incluyendo la Sierra Nevada de Santa Marta, entre los 1.200 y 3.100 m de altitud. **Aspectos ecológicos** Crece en relictos de bosque degradado, en matorrales y en los bordes de quebradas y caminos.	

Familia: CAPRIFOLIACEAE	
Nombre científico: Viburnum tinoides L.f.	
Nombre común: Chucua	
Distribución Se encuentra en las tres cordilleras y en la Serranía del Perijá, entre los 200 y 3.200 m de altitud. **Aspectos ecológicos** Es característico de la vegetación del bosque andino, aunque también crece en los bordes de los caminos y las quebradas.	

Familia: BETULACEAE	
Nombre científico: Alnus acuminata Kunth	
Nombre común: Aliso	
Distribución Se encuentra distribuida en las tres cordilleras, entre los 1.500 y los 3.000 m de altitud. **Aspectos ecológicos** Crece por lo general en zonas de ladera húmeda, conformando los ecosistemas andinos conocidos como “bosque de niebla”, que hace parte de zonas secas, húmedas y muy húmedas de los bosques premontanos, montano y montano bajo, según el sistema de la zona de vida de Holdridge, generalmente cerca de corrientes o cuerpos de agua en donde conforman bosques altos abiertos o cordones. Se desarrollan en áreas de alta nubosidad.	

Familia: VERBENACEAE	
Nombre científico: Duranta mutisii L.f.	
Nombre común: Espino	
Distribución Se encuentra en una elevación entre 2000 - 3200 msnm en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Caldas, Cundinamarca, Huila, Norte de Santander, Quindío, Santander y Valle. **Aspectos ecológicos** Especie tolerante a suelos con baja fertilidad, heliófita de crecimiento medio. Es una especie melífera, regula la erosión, provee recursos medicinales y atrae fauna como insectos y aves debido a sus frutos carnosos. Este arbusto crece bien en cercados y márgenes hídricas lo que regula el clima en el que se encuentra al igual que el agua	

Elaboración de arreglos florísticos

Se sugiere implementar un diseño florístico por medio de núcleos en este proceso, conforme a la definición de Vargas (2007). Estos sistemas se caracterizan por la agrupación de especies nativas con perfiles pioneros, tolerantes y secundarios, abarcando hábitos herbáceos, arbustivos o arbóreos; la finalidad de esta estrategia es fomentar la regeneración natural y facilitar el establecimiento de diversos microhábitats.

Adecuación del terreno

Realizar la adecuación del sustrato para la plantación y del sistema de drenaje con el fin de minimizar la erosión, la pérdida de suelo y la tasa de aportes de sedimentos. Pueden usarse:

- Zanjas de absorción son empleadas en regiones con escasa precipitación, especialmente en suelos de texturas gruesas y carentes de estructura, con el propósito de favorecer la retención de la humedad. Consisten en surcos de reducidas dimensiones, dispuestos a intervalos cortos de aproximadamente 1 metro, con una profundidad que varía entre 5 y 10 centímetros. Estas zanjas se trazan siguiendo las curvas de nivel utilizando un azadón u otra herramienta equivalente.
- Las zanjas de drenaje son comúnmente utilizadas en áreas con elevadas tasas de precipitación y en suelos con pendientes superiores al 40%. Aunque comparten similitudes con las zanjillas de absorción, al ser construidas, se busca que mantengan una inclinación que varíe entre el 0.5% y el 2%.
- Las acequias de ladera resultan idóneas en regiones con elevadas precipitaciones y suelos pesados de baja permeabilidad, caracterizados por un excedente de escorrentía y propensos a la erosión en pendientes que alcanzan hasta el 40%, con longitudes considerables. Estas consisten en estrechos canales con una plantilla de fondo de 30 centímetros de ancho y taludes de 1:1 en suelos estables, extendiéndose hasta 3:1 en terrenos más inestables o susceptibles a la erosión. El desnivel se sitúa entre el 0,5% y el 1%, siendo la profundidad el factor principal que determina la capacidad de descarga. Su trazado sigue meticulosamente las curvas de nivel.

Suministro adecuado de nutrientes de acuerdo con las especies a sembrar, deberá realizarse el suministro de enmiendas, que faciliten el proceso de Revegetalización. Estas enmiendas pueden ser:

- La fertilización orgánica se lleva a cabo a través de la aplicación de abono procedente de corrales (de ganado vacuno, porcino y aves), así como mediante la utilización de residuos y subproductos de la agricultura, compost (elaborado a partir de la descomposición de residuos vegetales y animales) y mulch (capas de paja o heno que se colocan sobre el suelo).
- La fertilización inorgánica implica el empleo de compuestos tales como nitrato amónico, urea, sulfato de amonio, cloruro amónico, nitrato de sodio, amoniaco, roca fosfórica, fosfato de amonio, ácido fosfórico, cloruro potásico, sulfato potásico, nitrato de potasio y sulfato de magnesio potásico. En el mercado, se encuentran disponibles fertilizantes compuestos que contienen los tres elementos esenciales (N:P:K), ya sea en proporciones equitativas, como en el caso del triple quince, o en concentraciones diversas, como 10-30-10, 13-26-6 y 10-20-20. Estos productos pueden ser aplicados de acuerdo con las características específicas de cada tipo de suelo.
- Reducción de acidez o alcalinidad según el tipo de suelo: se debe verificar el pH del suelo, con el fin de determinar las acciones a seguir. Si es un suelo ácido, se recomienda el uso de enmiendas a base de roca caliza, cal viva o carbonato.

3.2.2 Sistemas silvopastoriles

Se conoce como una opción de producción pecuaria donde las plantas leñosas perennes interactúan con pastos y animales en un sistema de manejo integral, para dicha incorporación se conocen estrategias como

arreglos en cercas vivas, arboles dispersos en potreros, barreras rompe vientos, bancos forrajeros, etc. (Navas, 2016).

Con relación a los bancos forrajeros, estos son una alternativa que tienen como objetivo producir altos volúmenes de biomasa y mejorar la calidad nutricional con bloques compactos o áreas estratégicas con especies arbóreas, arbustivas o forrajeras de alta densidad, según sus características nutricionales se dividen en bancos proteicos y energéticos (Bueno et al, 2015).

Bancos proteicos: Estos bancos se establecen con especies que contienen más del 14% de proteína, este genera beneficios positivos entre el árbol, el suelo, las pasturas y los animales; por un lado se aumenta lado los árboles aumentan la fertilidad del suelo por medo de ciclaje de nutrientes, contribuyen a la regulación hídrica, reducen la evapotranspiración, el estrés calórico en los animales por acción de la sombra, fijación de emisiones de CO2, así como la diversificación de producción (madera, leña, forrajes, entre otros) (Castañeda et al, 2023 citando a SENA, 2015).

Teniendo en cuenta que para la zona aledaña a la Microcuenca Yomasa la actividad pecuaria en general es de autoconsumo, se resalta que en algunos casos los productores de leche pueden verse afectados por los altos costos de los suplementos alimenticios para el ganado bovino, factor que puede estar asociado al desconocimiento de la importancia y potencialidad que tienen los bancos de proteína, teniendo mayores beneficios nutricionales para el suelo y los animales; interpretándose como una ganancia económica y ambiental (Cárdenas, 2016).

Establecimiento: Este se posiciona como una oportunidad de desarrollo local y una oportunidad de conformación con especies nativas como *Alnus acuminata* Kunth cuyo contenido proteínico es del 14, 33 % (Molina, Medina, & Mahecha, 2018) y el *Lupinus bogotensis* Benth poseen un valor proteico de 43 % (Barney, 2011), y especies del género Dalea reportan niveles de proteína mayores al 15 % (Vásquez et al, 2020).

Arreglo espacial: El banco proteico se sugiere estar conformado por varias especies y contar con la suficiente distancia, en este caso el diseño se proyecta de manera que rodee el cauce de cuerpos de agua, generando otros elementos como rompevientos, bordes o terrazas (Zuria & Gates, 2006). Para los individuos de *Alnus acuminata* Kunth se recomienda un distanciamiento de 6 metros y entre estos incluir individuos de *Dalea coerulea* (L.f.) Schinz & Thell sembrando hileras dobles con una distancia de 2 metro (Acero, 2000); según Mahecha (s.f.) la distancia recomendada para siembra de *Lupinus bogotensis* es de 60 cm, cada hilera debe integrar espacios libres para reducir la compactación del suelo.

3.2.3 Enriquecimiento y suplementación de coberturas

La restauración de la vegetación en las comunidades naturales del páramo se logra mediante la eliminación o reducción de perturbaciones como la agricultura y el pastoreo. Observaciones realizadas en el páramo de la cordillera Oriental determinan que se necesitan al menos 12 años de ausencia de dichas perturbaciones para lograr una recuperación sustancial de la vegetación típica del páramo, como también se destacó en el estudio de Vargas et al. (2012).

Por lo anterior se recomienda un enriquecimiento forestal que favorezca zonas con poca vegetación remanente, esta estrategia implica la plantación de individuos herbáceos, arbustivos y arbóreos autóctonos de la región, los cuales poseen características atractivas para polinizadores y dispersores. Es esencial seleccionar especies nativas y, en este contexto, se pretende establecer estas plantas en áreas desprovistas de regeneración natural o en los límites de fragmentos con sucesión deficiente; se recomienda una densidad de siembra elevada para lograr el impacto deseado, incorporando especies autóctonas con diversos hábitos de crecimiento, con especial énfasis en pioneras, intermedias y arbóreas.

La introducción de especies vegetales en áreas desprovistas provoca una alteración en el microclima al generar una intercepción de lluvias en el dosel de las plantas, lo que modifica el balance hídrico al incorporar un nuevo factor regulador en el proceso hidrológico. Este fenómeno impide que el agua se filtre directamente

al suelo, generando un cambio en el patrón de escorrentía. Como resultado, se evita la saturación del suelo, lo que a su vez retrasa el inicio de la escorrentía superficial (Belmonte y Romero, 1998).

Por medio de la siembra de especies arbustivas y arbóreas nativas dentro de los pastizales, se busca atraer animales dispersores y polinizadores, con el fin de ayudar a la regeneración natural e incrementar la llegada de propágulos a la zona.

4. Requiere estudios de exploración de suelos y ecosistemas	SI	NO
		x

5. Escalabilidad y replicabilidad

La replicabilidad depende de los elementos que constituyen el diagnóstico de la zona, para que esta pueda ser implementada en otra área se debe cumplir con condiciones similares a las de la zona descrita, para esto se tiene en cuenta elementos climáticos, reconocimiento de especies presentes en la zona con adaptación a la dinámica fluvial, una topografía con las distintas elevaciones y las condiciones de suelo en las zonas que se encuentran desprovistas de vegetación y si corresponden a zonas de suelos muy saturados o compactados (por afluencia de personas, ganado, etc.) (Gonzales & García, 1995).

Complementario a esto, la escalabilidad depende del área que requiera elementos de rehabilitación, esto teniendo en cuenta un proceso hidrológico forestal que se enfoca en zonas de bosques riparios que se han visto alterados y fragmentados en distintos tramos por actividades en su mayoría de carácter antrópico (Gonzales & García, 1995).

6. Seguimiento y Monitoreo

Monitoreo participativo

Todas las iniciativas participativas vinculadas a procesos de conservación y, en particular, a la restauración comparten lineamientos fundamentales, los cuales, según la situación específica, pueden ser ampliados o condensados (Fundación Humedales, 2006).

El monitoreo participativo, al igual que cualquier otro tipo de monitoreo, tiene como objetivo abordar preguntas y evaluar cambios, específicamente en el contexto de un proceso de restauración. Estos interrogantes deberían centrarse en aspectos como la conservación de la biodiversidad, el bienestar humano, los servicios ecosistémicos, la recuperación de dinámicas ecológicas y paisajísticas, entre otros. Es esencial que estas preguntas sean formuladas de manera colaborativa por agentes locales, científicos y gubernamentales, al igual que los objetivos de gestión a los cuales se busca dar estructura y respuesta.

El proceso de concertación y recopilación de información marca el inicio de un ciclo auto-correctivo y adaptativo de aprendizaje, facilitando la gestión y distribución de los servicios ecosistémicos, el mantenimiento de los atributos estructurales y funcionales del ecosistema, y el cumplimiento de las normativas de manejo (Evans, K., 2008).

Más allá de simplemente responder preguntas, el monitoreo participativo busca resolver problemas de manera adaptativa, lo que implica repercusiones a nivel institucional y político. Esto se debe a que su enfoque socioecosistémico considera todas las percepciones e intereses de los diversos actores involucrados, generando así una responsabilidad compartida en la toma de decisiones. Este enfoque contrasta con la aproximación convencional, donde la responsabilidad recae únicamente en la institución gubernamental pertinente (Fundación Humedales, 2006).

Según la Fundación Humedales, en su publicación "El sistema de monitoreo participativo en Fúquene. Serie de Divulgación Técnica Nº 2 - 2006", se sostiene que el monitoreo participativo es aplicable a diversos tipos de socioecosistemas, su relevancia se da especialmente en entornos donde el componente ecosistémico ha experimentado impactos significativos debido a intervenciones humanas prolongadas; precisamente en estos contextos, donde la incertidumbre sobre el funcionamiento del ecosistema es más pronunciada, pues son estos donde se presenta mayor incertidumbre sobre su funcionamiento.

A continuación, se presenta una serie de objetivos globales para el seguimiento del sistema:

- Caracterizar la condición de los ecosistemas y los sistemas sociales.
- Detectar si la condición está cambiando y definir en qué medida el cambio corresponde a procesos naturales, es producto de acciones humanas, o de una interacción entre ambas (en el caso del pantano de Martos, la detección de cambios está sujeta a la previa ejecución del plan de restauración).
- Evaluar los cambios en relación con los objetivos de gestión establecidos.
- Identificar umbrales de cambio indeseable con base en los objetivos trazados.
- Comprender el cambio en el contexto de la resiliencia del ecosistema y de la posibilidad de manejarlo.
- Definir los posibles escenarios de acuerdo con el estado y tendencia de los sistemas, y derivar de ellos la formulación de acciones, en especial las directas, que afectan los ecosistemas y aquellas que los afectan a través de relaciones sociales.
- Identificar, con el uso de indicadores de alerta temprana, las necesidades de intervención correctiva.
- Identificar vacíos de conocimiento o información no disponible y proponer formas de acceder a ellos.

Adicionalmente y de manera paralela se plantean objetivos asociados al componente participativo:

- Promover y facilitar la participación social en el desarrollo de planes de gestión y manejo de humedales.
- Identificar los canales de cooperación adecuados para los diferentes actores sociales.
- Avanzar conjuntamente en la búsqueda por la solución de conflictos.
- Asegurar una gestión racional, desarrollando y mejorando los canales de participación existentes.
- Crear nuevas vías de participación que faciliten la vinculación de las comunidades locales.

Componentes y estructura

La construcción de un sistema de monitoreo participativo requiere de manera imperativa una descripción detallada del contexto socioecosistémico. Para lograr esto, es esencial llevar a cabo un mapeo exhaustivo de los actores involucrados, un análisis pormenorizado de percepciones e intereses, la identificación de los servicios ecosistémicos, una caracterización biológica y la elaboración de un modelo ecológico conceptual que refleje la dinámica biofísica del área en estudio. Una vez recopilada y procesada esta información, se procede a construir conjuntamente, integrando los aportes de cada actor, los objetivos del sistema de monitoreo participativo, los cuales guardan una estrecha relación con los objetivos propios del plan de restauración (MINAMBIENTE, 2015a).

Posteriormente, se conciertan metodologías para el establecimiento participativo de los criterios e indicadores que serán monitoreados, así como los métodos de análisis de los datos generados. Finalmente, se determinan las frecuencias de monitoreo y las jornadas de análisis según los criterios e indicadores establecidos, siguiendo un criterio cuidadoso y específico para cada aspecto considerado (MINAMBIENTE, 2015a).

Las Parcelas Permanentes como ejemplo de Plataforma de Monitoreo

La comprensión de la dinámica y función de los ecosistemas, así como el papel desempeñado por las especies que los componen, demanda un tiempo sustancial para obtener respuestas significativas. Por esta razón, resulta imprescindible establecer programas que aseguren la continuidad de proyectos de investigación destinados a explorar y comprender los procesos a largo plazo. Estos estudios presentan ventajas notables al incorporar el componente temporal en la recopilación de datos. De igual manera, posibilitan una evaluación exhaustiva de los patrones de distribución de las especies, así como de sus procesos de establecimiento, crecimiento y mortalidad (MINAMBIENTE, 2015a).

FORMULACIÓN DE MEDIDAS ENCAMINADAS A LA RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO FORESTAL DE LA SUBCUENCA LAGUNA DE SUESCA (CUNDINAMARCA) (Castañeda et al, 2023)

En este estudio, se desarrollaron estrategias para contribuir a la restauración hidrológico forestal de la subcuenca de la Laguna de Suesca. Para ello, se llevó a cabo un análisis de las condiciones socioambientales mediante talleres de cartografía social en las veredas El Hatillo y Ovejeras. Además, se

evaluó el estado de las coberturas vegetales utilizando la metodología Corine Land Cover y se analizó el comportamiento hídrico de la subcuenca a través del balance hídrico y la observación multitemporal de los cambios en el espejo de agua de la laguna.

El diagnóstico participativo reveló que la ganadería, la agricultura y la minería son las principales causas del estado actual de la subcuenca, y la población considera la laguna como un elemento central en la vida local. En cuanto a las coberturas vegetales, se determinó que los pastos limpios abarcan la mayor parte del territorio, representando un 60% del total. Además, se identificó que la subcuenca experimenta un déficit hídrico, con una disminución del 57,06% en el espejo de agua de la laguna.

Para priorizar las áreas de intervención, se aplicó la metodología EDANA-C, categorizando las áreas según el grado de daño ambiental. Se encontró que el 26% presentaba daño bajo, el 56% daño medio y el 17% restante mostraba un alto nivel de daño ambiental. Con base en esta evaluación, se diseñaron medidas dirigidas a la restauración hidrológico forestal, enfocadas en la recuperación de coberturas, el establecimiento de un vivero comunitario, la implementación de obras de bioingeniería (trinchos) y la promoción de sistemas silvopastoriles, como cercas vivas y bancos proteicos.

7. Evaluación

La evaluación representa el desenlace del proceso de monitoreo, constituyendo la fase en la cual se examinan los resultados y efectos del proyecto. Su propósito es verificar si las acciones llevadas a cabo cumplen con los objetivos planteados, analizando el progreso, impacto o cambio en el ecosistema una vez implementadas las actividades especificadas en el proyecto (ITTO, 2009). La evaluación se lleva a cabo mediante la recopilación de información a través de indicadores, lo cual puede ocurrir en diversas etapas del proyecto y se orienta a abordar aspectos fundamentales.

- La eficiencia de un proyecto se refiere a la capacidad de ejecutar, administrar y organizar sus actividades con el menor costo posible y en un tiempo considerable.
- La eficacia, por otro lado, se centra en evaluar el logro de resultados en relación con las metas establecidas y el cumplimiento de los objetivos.
- El impacto, un aspecto crucial, aborda los cambios y efectos del proyecto en relación con las metas del ecosistema, los resultados para mejorar las condiciones ambientales, los servicios ecosistémicos y otros efectos, ya sean anticipados o no, dentro del proyecto.

Es esencial que la evaluación en el ámbito de la restauración se enfoque especialmente en el impacto del proyecto. Esto implica analizar los resultados a corto, mediano y largo plazo, para evaluar las técnicas y estrategias implementadas. Este enfoque proporciona información suficiente para la toma de decisiones y facilita una gestión adaptativa que permite corregir, mejorar o cambiar las acciones implementadas.

El monitoreo y la evaluación se vuelven efectivos cuando se diseñan para responder a preguntas específicas relacionadas con los objetivos acordados. Esta tarea debe llevarse a cabo en una colaboración sólida entre investigadores, gestores y la comunidad, utilizando variables denominadas indicadores (Jardel et al., 2011). La creación de un programa de monitoreo y evaluación aclara la relación entre el estado actual del ecosistema, las acciones de implementación y los resultados esperados. Estos resultados responden a preguntas fundamentales basadas en el proceso de restauración (Machmer y Steeger, 2002), como:

- ¿Se está alcanzando el objetivo deseado de restauración en el ecosistema y en sus Componentes?
- ¿Se pueden mejorar las técnicas o métodos de restauración para optimizar la recuperación del ecosistema y sus componentes?
- ¿Qué modificaciones son posibles para mejorar la costó-efectividad del proceso de restauración?

8. Fuentes bibliográficas

- Ayazo-Toscano, R., & Hernández-Palma, A. (2021). Portafolio de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) como mecanismo de mitigación y adaptación al cambio climático en las áreas rurales de Colombia. Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Barney, V. (2011). Biodiversidad y ecogeografía del género Lupinus L. (Leguminosae en Colombia. Palmira: Universidad Nacional de Colombia.
- Belmonte Serrato, F., y Romero Diaz, A. (1998). A simple technique for measuring rainfall interception by small shrub:" interception flow collection box". Hydrological Processes, 12, 471-481.
- Gonzales, M., & García, D. (1995). Restauración de ríos y riberas. Escuela. Fundación del Valle de Salazar.
- MINAMBIENTE. (2015a). Plan Nacional de Restauración. Restauración ecológica, rehabilitación y Restauración ecológica, rehabilitación y. Bogotá, D.C.: ISBN: 978-958-8901-02-2 Medio electrónico o digital.
- SER. (2004). Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. Tucson: Society for Ecological Restoration International. The SER International Primer on Ecological Restoration. www.ser.org &.
- UICN. (2016). Nature-based solutions to address global societal challenges. CohenShacham, E., Walters, G., Janzen, C. and Maginnis, S. .
- UICN. (2017). Enhancing Resilience through Forest Landscape Restoration:. UICN.
- González T., Á y Riascos A., E. (2007). Panorama latinoamericano del pago por servicios ambientales. Universidad Nacional de Colombia.
- Acueducto de Bogotá (2007). Los cerros de Bogotá y su Flora. El Acueducto de Bogotá, sus reservas y su gestión ambiental.
- Bueno, G., Pardo, O., Pérez, O., Cerinza, O., & Pabón, D. (2015). Bancos forrajeros en sistemas agrosilvopastoriles para la alimentación animal en el piedemonte del Meta. Villavicencio: Corpoica & Ecopetrol.
- Cárdenas, L. (2016). Importancia de los bancos proteicos en los sistemas de producción de leche. Ubaté: Universidad de Cundinamarca.
- Castañeda, D. Escamilla, D. Laiton, C. & Limas, L. (2023). Formulación de medidas encaminadas a la restauración hidrológico forestal de la subcuenca laguna de Suesca (Cundinamarca). Documento para optar por el título de especialistas en ambiente y desarrollo local. Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Proyecto Curricular Especialización en Ambiente y Desarrollo local. Bogotá D.C.
- SENA. (2015). Establecimiento de sistemas silvopastoriles intensivos y bancos mixtos de forraje.
- SER. Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. (2004). The SER International Primer on Ecological Restoration. www.ser.org & Tucson: Society for Ecological Restoration International.
- Fundación Humedales (2006). El Sistema de Monitoreo Participativo – SMP en Fúquene. Fundación Humedales. Serie Divulgación Técnica Nº 2-2006.
- Evans, K. y Guariguata M. (2008). Monitoreo Participativo para el manejo forestal en el trópico: una revisión de herramientas, conceptos y lecciones aprendidas. Bogor, Indonesia: Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR), 2008.
- ITTO. (2009). Manual for project monitoring, review, reporting and evaluation. Third Edition. GISeries 14. International Tropical Timber Organization ITTO.
- Jardel, E., Mass, M., y Rivera-Monroy, V.H. (2011). La Investigación ecológica a largo Plazo en México. Red Mexicana de Investigación Ecológica a Largo Plazo. Universidad de Guadalajara. México.

- Machmer, M., y Steeger, C. (2002). Effectiveness monitoring guidelines for ecosystem restoration. Final Report. Habitat branch, ministry of water, land and air protection. Victoria. B.C.
- Molina, M., Medina, M., & Mahecha, L. (2018). Microorganismos y micronutrientes en el crecimiento y desarrollo del Aliso (Alnus acuminata H.B.K.) en un sistema silvopastoril alto andino. Antioquia - Colombia: Universidad de Antioquia .
- MINAMBIENTE (2015b). Plan Nacional de Restauración: restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas. Catalogación en Publicación. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Grupo de Divulgación de Conocimiento y Cultura Ambiental. Bogotá, D.C.: Colombia
- Navas, A. (2016). Sistemas silvopastoriles. Bogotá: Tropenbos Internacional Colombia & Fondo Patrimonio Natural.
- Vargas, O; Díaz J, Reyes, S; Gómez, P. 2012. Guías técnicas para la Restauración Ecológica de los Ecosistemas de Colombia. Bogotá, Colombia. 131 p.
- Vargas, O. (2007). Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino.

Ficha 3. Recuperación de áreas afectada por retamo espinoso

Relación con el PAC	**Acción: 1**	**Subacción:1.4**
Elemento trasversal: Rehabilitación Hidrológica Forestal		
Matriz de aplicación: Matriz 1 - 2		
Servicio ecosistémico para mejorar: Sostenimiento		
Desafío Social (UICN): a) Mitigación y adaptación al cambio climático d) Pérdida de la biodiversidad		
Enfoque de SbN: Adaptación basada en Ecosistemas (Eco-RRD)		
1.Objetivos: Recuperar la estructura y funcionamiento de los ecosistemas afectados por la especie retamo		
2. Enfoque: De acuerdo con los enfoques definidos por la UICN para la aplicación de SbN, la propuesta conceptual, que se aplica en esta ficha es; Protección en lo que respecta a otras medidas de conservación. **Programa de silvicultura, restauración ecológica y manejo de áreas afectadas por retamo espinoso** La gestión basada en los ecosistemas reconoce todas las interacciones presentes en un ecosistema, abarcando tanto a los seres humanos como a otros elementos, en lugar de abordar cuestiones individuales, especies o servicios de manera aislada (Christensen et al., 1996). Este enfoque implica la integración de prácticas relacionadas con el recurso hídrico, las zonas costeras y la gestión integral de incendios. ***Gestión Sostenible de la Tierra y Manejo Integrado de Incendios*** La Gestión Sostenible de la Tierra (GST o SML en inglés) fue definida por la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro en 1992 como la utilización de los recursos terrestres, como suelos, agua, animales y plantas, para la producción de bienes que satisfagan las cambiantes necesidades humanas. Al mismo tiempo, busca garantizar el potencial productivo a largo plazo de estos recursos y mantener sus funciones ambientales. Esta aplicación abarca prácticas de gestión en agricultura y silvicultura, dirigidas a preservar los servicios de los ecosistemas y los medios de subsistencia. La GST ha sido adaptada y probada en diversas ubicaciones para reducir la expansión de las zonas áridas y la erosión en pendientes. Ejemplos de GST son diversos y están registrados en el Panorama Mundial de Enfoques y Tecnologías de la Conservación (WOCAT), una red global que recopila prácticas aplicadas en todo el mundo (Ayazo-Toscano & Hernández-Palma, 2021). En algunos casos, el Manejo Integrado de Incendios puede ser un componente crucial de la Gestión Sostenible de la Tierra. Su objetivo es equilibrar los efectos positivos y negativos del fuego en el entorno natural y socioeconómico de un paisaje o área específica, reduciendo el riesgo de incendios forestales que amenazan la vida humana y las funciones de los ecosistemas. El Centro Global de Monitoreo de Incendios (GFMC) ha desarrollado diversos recursos, como estudios de casos y ejemplos de diferentes ecosistemas y regiones de todo el mundo, para respaldar la gestión de incendios (Ayazo-Toscano & Hernández-Palma, 2021).		

3. Definición de actividades:

Para adelantar las acciones de reconversión se deberá realizarse un diagnóstico, zonificación y priorización de las áreas afectadas con retamo espinoso, teniendo en cuenta las investigaciones adelantadas por la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, por el Jardín Botánico. En el geoportal del IDECA y el Visor Geográfico Ambiental de la Secretaria Distrital de Ambiente se encuentra el registro de información con algunas áreas que tiene presencia de *Ulex* europaeus L.

Eliminación del complejo de retamo

Consiste en la intervención directa del complejo, ya sea de manera manual o mecánica, realizando la selección cuidadosa de los matorrales de retamo y respetando de manera organizada la flora nativa presente en la zona objetivo. En este tipo de control, se suelen utilizar herramientas manuales como el machete, o dispositivos mecánicos como la motosierra o guadaña; es esencial garantizar que las semillas no se dispersen en la región intervenida para prevenir la propagación del retamo hacia otras áreas (SDA, 2014).

Con base en lo mencionado, se propone llevar a cabo el control del complejo de retamo de la siguiente manera (SDA, 2014):

Eliminación de la parte aérea: Esta actividad implica administrar los matorrales de retamo a través del corte de la porción visible, con el objetivo de prevenir la dispersión de semillas y facilitar el control de futuras invasiones. Inicialmente, se llevará a cabo un manejo específico de las semillas y flores mediante el uso de tijeras de jardinería, asegurando un completo aislamiento de estas partes del arbusto del resto. Cuando los matorrales alcancen una altura superior a 1,50 metros, se procederá a derribar el ejemplar y, una vez en el suelo, se llevará a cabo la eliminación de flores y semillas. En este sentido, la intervención en la porción aérea debe realizarse con precaución, mediante cortes secos en la base, para evitar movimientos excesivos del retamo.

Una vez que se haya logrado el aislamiento total del material reproductivo, que en este caso son las semillas, es necesario embalarlas en lonas industriales. Este proceso tiene como objetivo prevenir la dispersión de las semillas y facilitar su manejo posterior, que puede incluir opciones como la incineración o la germinación controlada. En el caso de la germinación controlada, se lleva a cabo en un semillero ubicado en el área afectada, donde las semillas recolectadas durante el corte selectivo son inducidas a germinar. De esta manera, una vez que las plantas han brotado, se vuelven más manejables y pueden ser eliminadas cuando aún son pequeñas.

Para gestionar la porción vegetativa, que comprende desde la base del matorral hasta el punto donde se efectuó la poda de flores y semillas, se aconseja llevar a cabo cortes ordenados con machete o motosierra. Es esencial realizar esta tarea de forma organizada, empleando los elementos de protección personal adecuados para prevenir posibles accidentes laborales.

Los desechos vegetales, como troncos y ramas, deben ser dispuestos en montones separados entre sí para facilitar el tratamiento posterior. Se sugiere utilizar herramientas manuales, como el machete, para esta labor, especialmente cuando la altura de los matorrales de retamo supera los 0,60 metros. Este enfoque se justifica porque, a esta altura, los tallos han experimentado un proceso de engrosamiento, lo que hace técnicamente inviable el uso de herramientas mecánicas como la guadaña. El manejo de la vegetación nativa que se encuentre en cercanías al retamo deberá ser aislada, mediante la elaboración de un plato (plateo) de mínimo 1 metro de diámetro.

Eliminación de la parte subterránea: Esta tarea se llevará a cabo una vez que el área esté libre de cualquier

rastro visible de retamo, es decir, después de haber realizado el corte de todas las plantas. Con el objetivo de prevenir la continua dispersión del retamo durante períodos cortos, aproximadamente cada cuatro meses, se realizará una intervención directa en las raíces de los matorrales utilizando herramientas manuales. Es esencial realizar esta actividad con precisión, extrayendo completamente las raíces de las plantas para evitar que nuevas plántulas de retamo prosperen a través del rebrote de las raíces (SDA, 2014).

Para llevar a cabo esta tarea, se utilizarán herramientas como la pica y el azadón. Se iniciará con el volcamiento del suelo mediante la pica, creando huecos para aflojarlo. Una vez completada esta etapa, se procederá al arrastre de las raíces con el azadón para asegurarse de que no queden pequeños fragmentos de raíces en el lugar. Posteriormente, se realizará un barrido completo del área intervenida con un rastrillo, dejando el sitio completamente desprovisto de raíces o restos de retamo (SDA, 2014).

Manejo de residuos:

Después de completar la actividad de control del complejo mediante la eliminación de las partes aéreas y subterráneas de los matorrales de retamo, se llevará a cabo el manejo responsable de los residuos vegetales para evitar trasladar el problema a otras áreas. Existen diversas metodologías para gestionar estos residuos, y entre las opciones disponibles se encuentran las siguientes (puede elegir la que mejor se adapte a sus necesidades) (SDA, 2014):

- Compostaje: El Jardín Botánico José Celestino Mutis ha implementado este proceso en los últimos años. Consiste en la pulverización o bioextrusión del material chipeado en el campo. Una vez que el material se apila u organiza en el área, se corta en trozos muy pequeños (idealmente con una bioextrusora) para reducir el tamaño de las ramas y facilitar su embalaje en lonas industriales.

  Para crear el compost, es crucial inicialmente mezclar todos los residuos secos y húmedos para lograr una combinación adecuada. A continuación, se preparan las camas donde se depositarán estos residuos, mezclándolos de manera equitativa con residuos orgánicos, como restos de comida o materiales vegetales de otras especies como pinos, eucaliptos o acacias. La dimensión de estas camas dependerá de la cantidad de residuos generados.

  Una vez que todos los elementos estén bien mezclados, se realizarán "volteos" de manera constante, al menos una vez al día, para garantizar una buena aireación del compost. No se aconseja cubrir la mezcla, ya que esto podría provocar malos olores y la proliferación de mosquitos. En caso de que el compost esté demasiado seco, se debe agregar agua, mientras que, si está demasiado húmedo, es favorable añadir material seco. Para evaluar si el compost se encuentra en condiciones óptimas, se tomará una porción y se apretará; si no gotea ni se desmorona, el producto estará listo en aproximadamente 4 a 6 meses.

  Una vez obtenido el compost, se procederá a utilizarlo como abono orgánico en los futuros procesos de siembra de especies nativas. Estas plantas complementarán la eliminación de los matorrales y proporcionarán sombra para controlar la posible reaparición del retamo.

- Incineración controlada: De manera similar al proceso de compostaje, los residuos derivados de la eliminación del retamo deben ser organizados en montículos, los cuales serán posteriormente recogidos por una empresa especializada en la gestión de este tipo de residuos. Estos residuos se transportarán en vehículos sellados para su disposición final en cámaras de incineración controlada, donde se degradarán a altas temperaturas, transformándose en gases y componentes sólidos. Es

crucial destacar que esta actividad implica un costo, ya que se debe pagar por la incineración, calculado por metro cúbico de residuo generado.

- Material para aprovechamiento en el sitio: Esta metodología implica organizar de manera estructurada en el área de corte el material resultante de la poda. Esta opción es respetuosa con los suelos, ya que aporta nutrientes generados por la descomposición natural del complejo intervenido. Sin embargo, para llevar a cabo esta alternativa, es imperativo haber realizado previamente un manejo adecuado de las flores y semillas, como se detalló anteriormente en la sección "Eliminación de la parte aérea". Este enfoque es esencial para evitar la dispersión de semillas y el eventual crecimiento de nuevas plantas de retamo en un corto período.

Establecimiento de vegetación nativa

Seguido a esto se propone el establecimiento de árboles de porte alto, follaje denso (que ofrezcan coberturas bajo ellos con una disminución de la intensidad solar mayor al 50%) y rápido crecimiento. Una vez eliminado el retamo se siembran individuos de 50 cm mínimo de altura con un distanciamiento de siembra de 3 m entre individuos; para una correcta erradicación se debe iniciar en zonas donde el retamo tenga menos ventaja de competitividad teniendo en cuenta los siguientes elementos (DAMA, 2000):

- Iniciar por suelos arenosos y bien drenados hacia las partes más altas.
- Continuar con las zonas planas anegadas.
- Terminar el tratamiento en las zonas planas con nivel freático alto no anegadas.

Después de la erradicación del retamo, se requiere implementar corredores de tránsito que faciliten el desplazamiento seguro de las especies animales propias del ecosistema, esto reducirá significativamente el riesgo de ataques por parte de animales domésticos y minimizará la exposición a posibles amenazas por parte de la población humana. Se pueden utilizar fórmulas específicas para la configuración espacial, en el caso de pequeños mamíferos, se recomienda establecer corredores de tránsito constituidos por setos continuos con una extensión mínima de 15 metros y un ancho de 1,50 metros. Además, es fundamental que estos corredores estén interconectados con hábitats que dispongan de acceso a fuentes de agua (DAMA, 2000).

Es necesario replicar un túnel de tránsito dentro del corredor, con unas dimensiones aproximadas de 40 cm de ancho y 40 cm de altura. Para lograr esto, se propone la instalación de un tubo de PVC con estas medidas, permitiendo que los tallos y ramas del seto se adapten gradualmente a su forma, conformando así el túnel central. Se pueden efectuar ataduras en las ramas jóvenes para conseguir la configuración deseada; una vez que las ramas hayan lignificado, el tubo podrá retirarse sin inconvenientes (DAMA, 2000).

Para proporcionar corredores de tránsito adecuados para aves, se recomienda crear setos de tamaño reducido compuestos por 3 a 4 ejemplares plantados a intervalos de 50 cm entre cada uno. Estos setos deben tener preferiblemente una forma circular con un radio de 2 metros, manteniendo una distancia entre ellos que puede variar entre 5 y 8 metros, lo que configura un conjunto similar a estribos. En cuanto al mantenimiento temporal, dado que estos corredores están principalmente constituidos por setos, es crucial realizar podas trimestrales para asegurar su vitalidad, mantener la continuidad en el follaje y preservar la oferta de frutos (DAMA, 2000).

Dentro las especie arbóreas propuestas para esta acción técnica se proponen:

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común
1	Melastomataceae	*Miconia squamulosa* (Sm.) Triana	Tuno esmeraldo
2	Myrtaceae	Myrcianthes leucoxyla (Ortega) McVaugh	Guayabo de castilla
3	Adoxaceae	Viburnum triphyllum Benth.	Garrocho
4	Aquifoliaceae	*Ilex kunthiana* Triana	palo mulato
5	Araliaceae	*Oreopanax bogotensis* Cuatrec.	mano de oso
6	Cunoniaceae	Weinmannia fagaroides Kunth	encenillo
7	Elaeocarpaceae	Vallea stipularis L.f.	Raque
8	Myricaceae	Morella parvifolia (Benth.) Parra-Os.	Laurel de cera
9	Podocarpaceae	Retrophyllum rospigliosii (Pilg.) C.N.Page	Pino Colombiano
10	Juglandaceae	Juglans neotropica Diels	Cedro Negro
11	Salicaceae	Abatia parviflora Ruiz & Pav.	Duraznillo
12	Chloranthaceae	Hedyosmum bonplandianum Kunth	Granizo
13	Winteraceae	Drimys granadensis L.f.	Canelo

Para las especies arbustivas se proponen las siguientes especies:

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común
1	Asteraceae	Ageratina pomaderrifolia (Benth.) R.M. King & H. Rob.	Amargoso
2	Asteraceae	Baccharis latifolia (Ruiz & Pav.) Pers	Chilco
3	Asteraceae	*Barnadesia spinosa L.f.*	Chacuil
4	Verbenaceae	*Duranta mutisii L.f.*	Espino garbanzo

3.1Requiere estudio	**Si**	**No**
	x	

Para el programa se requiere hacer un trabajo de campo para recolección de información primaria y la actualización de las zonas donde se presenta la vegetación invasora de retamos, esto debido a que es una especie que se distribuye rápidamente en la zona y la variación en cuanto a su ubicación y área de ocupación se encuentra en constante cambio.

4. Requiere estudios de exploración de suelos y ecosistemas	SI	NO
		x

5. Escalabilidad y replicabilidad

La replicabilidad depende de los elementos que constituyen el diagnóstico de la zona, para que esta pueda ser implementada en otra área se debe cumplir con condiciones similares a las de la zona descrita, para esto se tiene en cuenta elementos climáticos, reconocimiento de especies presentes en la zona con adaptación a la dinámica fluvial, una topografía con las distintas elevaciones y las condiciones de suelo en las zonas que se encuentran desprovistas de vegetación y si corresponden a zonas de suelos muy saturados o compactados (por afluencia de personas, ganado, etc.) (Gonzales & García, 1995).

Complementario a esto, la escalabilidad depende del área que requiera elementos de rehabilitación, esto teniendo en cuenta un proceso recuperación que se enfoca en zonas con presencia de retamo que se han visto alterados y fragmentados en distintos tramos por actividades en su mayoría de carácter antrópico (Gonzales & García, 1995).

6. Seguimiento y monitoreo

Esta actividad se realizará después de que el área haya sido completamente despejada de cualquier indicio visible de retamo, es decir, una vez se hayan cortado todas las plantas. Con el propósito de evitar la persistente dispersión del retamo en periodos cortos, aproximadamente cada cuatro meses, se llevará a cabo una intervención directa en las raíces de los matorrales utilizando herramientas manuales. Es crucial ejecutar esta tarea con precisión, asegurándose de extraer por completo las raíces de las plantas para prevenir el crecimiento de nuevas plántulas de retamo mediante el rebrote de las raíces.

Para realizar esta labor, se emplearán instrumentos como la pica y el azadón. Se comenzará volcando el

suelo con la pica, creando huecos para aflojarlo. Una vez finalizada esta fase, se procederá a arrastrar las raíces con el azadón, garantizando la completa eliminación de pequeños fragmentos de raíces en el área. Posteriormente, se llevará a cabo una limpieza exhaustiva del área intervenida con un rastrillo, dejando el sitio totalmente libre de raíces o restos de retamo.

Es indispensable que los matorrales de retamo que son objeto de actividades de mantenimiento no superen los seis meses de desarrollo, debido a que podrían presentar semillas y flores y el control se torna más complejo (similar al de una zona no intervenida anteriormente).

7. Evaluación

La evaluación representa el desenlace del proceso de monitoreo, constituyendo la fase en la cual se examinan los resultados y efectos del proyecto. Su propósito es verificar si las acciones llevadas a cabo cumplen con los objetivos planteados, analizando el progreso, impacto o cambio en el ecosistema una vez implementadas las actividades especificadas en el proyecto (ITTO, 2009). La evaluación se lleva a cabo mediante la recopilación de información a través de indicadores, lo cual puede ocurrir en diversas etapas del proyecto y se orienta a abordar aspectos fundamentales.

- La eficiencia de un proyecto se refiere a la capacidad de ejecutar, administrar y organizar sus actividades con el menor costo posible y en un tiempo considerable.
- La eficacia, por otro lado, se centra en evaluar el logro de resultados en relación con las metas establecidas y el cumplimiento de los objetivos.
- El impacto, un aspecto crucial, aborda los cambios y efectos del proyecto en relación con las metas del ecosistema, los resultados para mejorar las condiciones ambientales, los servicios ecosistémicos y otros efectos, ya sean anticipados o no, dentro del proyecto.

8. Fuentes Bibliográficas

- ALCALDÍA LOCAL DE CHAPINERO-SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE CONSERVACIÓN INTERNACIONAL. Diseño de recuperación integral de la quebrada Las Delicias. Bogotá.
- DAMA (2000). Protocolo Distrital de Restauración Ecológica. FUNDACIÓN BACHAQUEROS
- SDA (2009). Manual de procesos y procedimientos para formular e implementar programas y proyectos de restauración ecológica, rehabilitación ecológica o recuperación ambiental, así como efectuar su evaluación y seguimiento en el Distrito Capital. Bogotá.
- SDA (2014). Lineamientos para el control de retamo espinoso (Ulex europaeus) y retamo liso (Genista monspessulana) en el distrito capital. Bogotá D.C.

Ficha 4. Definición de estrategia con especies vegetales para la mitigación de incendios forestales

Relación con el PAC	**Acción: 11**	**Subacción:11.3**
Elemento trasversal: Rehabilitación Hidrológica Forestal		
Matriz de aplicación: Matriz 1 - 2		
Servicio ecosistémico para mejorar: Sostenimiento		
Desafío Social (UICN): a) Mitigación y adaptación al cambio climático b) Pérdida de la biodiversidad		
Enfoque de SbN: Adaptación basada en Ecosistemas (Eco-RRD)		
1.Objetivos: Definir estrategias para la mitigación de incendios forestales por medio de elementos bióticos.		
2. Enfoque: De acuerdo con los enfoques definidos por la UICN para la aplicación de SbN, la propuesta conceptual, que se aplica en esta ficha es; Enfoque especifico en lo que respecta a la adaptación. La gestión basada en los ecosistemas reconoce todas las interacciones presentes en un ecosistema, abarcando tanto a los seres humanos como a otros elementos, en lugar de abordar cuestiones individuales, especies o servicios de manera aislada (Christensen et al., 1996). Este enfoque implica la integración de prácticas relacionadas con el recurso hídrico, las zonas costeras y la gestión integral de incendios. ***Gestión Sostenible de la Tierra y Manejo Integrado de Incendios*** La Gestión Sostenible de la Tierra (GST o SML en inglés) fue definida por la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro en 1992 como la utilización de los recursos terrestres, como suelos, agua, animales y plantas, para la producción de bienes que satisfagan las cambiantes necesidades humanas. Al mismo tiempo, busca garantizar el potencial productivo a largo plazo de estos recursos y mantener sus funciones ambientales. Esta aplicación abarca prácticas de gestión en agricultura y silvicultura, dirigidas a preservar los servicios de los ecosistemas y los medios de subsistencia. La GST ha sido adaptada y probada en diversas ubicaciones para reducir la expansión de las zonas áridas y la erosión en pendientes. Ejemplos de GST son diversos y están registrados en el Panorama Mundial de Enfoques y Tecnologías de la Conservación (WOCAT), una red global que recopila prácticas aplicadas en todo el mundo (Ayazo-Toscano & Hernández-Palma, 2021). En algunos casos, el Manejo Integrado de Incendios puede ser un componente crucial de la Gestión Sostenible de la Tierra. Su objetivo es equilibrar los efectos positivos y negativos del fuego en el entorno natural y socioeconómico de un paisaje o área específica, reduciendo el riesgo de incendios forestales que amenazan la vida humana y las funciones de los ecosistemas. El Centro Global de Monitoreo de Incendios (GFMC) ha desarrollado diversos recursos, como estudios de casos y ejemplos de diferentes ecosistemas y regiones de todo el mundo, para respaldar la gestión de incendios (Ayazo-Toscano & Hernández-Palma, 2021).		
3. Definición de actividades: Se implementarán la inclusión de especies con bajo valor pirogénico, así como un seguimiento más riguroso a plantaciones y bosques naturales existentes, especialmente en periodos de verano. Es esencial que todas las plantaciones forestales cuenten con aspectos de prevención y control de Incendios Forestales.		

Es importante el seguimiento de los lineamientos de las Autoridades Ambientales especialmente aquellas que emplean especies con altos valores pirogénicos, en estos se abordar aspectos como la construcción y manejo de franjas de cortafuegos, el establecimiento de barreras rompevientos y la gestión de residuos generados por las prácticas silviculturales.

- Construcción y manejo de franjas de cortafuegos: Cortafuego es un término general que se refiere a áreas del territorio sin vegetación o con elementos como conformaciones, construcciones u otros, diseñados para detener o reducir la propagación del fuego. Existen dos categorías principales de cortafuegos: barrera y mineral.

  Cortafuego barrero: Pueden ser elementos naturales como ríos, esteros, roqueríos, etc. También pueden ser artificiales, construidos por humanos para la protección contra incendios forestales. Estos cortafuegos pueden ser establecidos antes o durante un incendio, o pueden ser construidos con otros propósitos, como carreteras o líneas férreas, que también cumplen la función de cortafuegos.

  Cortafuego mineral: Consiste en una franja de terreno de ancho variable donde se ha eliminado manualmente o con maquinaria toda la vegetación y se ha excavado el suelo hasta exponer piedrecillas. Por esta razón, se le denomina cortafuego mineral. La construcción de este tipo de cortafuego implica el raspado completo del suelo de cualquier tipo de vegetación, y el ancho necesario dependerá de la vegetación o recurso que se desea proteger, considerando su espesor y altura. En general, se sugiere que el ancho sea al menos el doble de la altura de lo que se busca resguardar.

- Cobertura vegetal: Como reemplazo al cortafuego, es posible establecer una cubierta vegetal de especies ignífugas, herbáceas, densas, y con hojas suculentas. Estas no deben secarse durante los meses de mayor probabilidad de ocurrencia de incendios.

  Se consideran especies ignífugas aquellas que, debido a su composición, retardan la propagación del fuego. Es importante destacar que no existe ninguna planta completamente a prueba de fuego, ya que cualquier planta puede quemarse bajo circunstancias particulares.

  En términos generales, las plantas que presentan resistencia al fuego poseen las siguientes características:

  - Hojas flexibles.
  - Savia con mayor contenido de agua.
  - Corteza más gruesa.
  - Alto contenido de humedad.
  - Bajo contenido de resina.

  Además, algunas familias específicas de plantas exhiben cualidades de resistencia al fuego, como:

  - Las plantas caducifolias, que suelen ser resistentes al fuego debido a la mayor humedad en sus hojas.
  - La mayoría de los tipos de césped de temporada fría, siempre y cuando se mantengan bien regados.
  - Árboles con copas altas.
  - Arbustos de porte abierto en lugar de cónico.
  - Flores silvestres, siempre que se elimine el follaje muerto durante la temporada de letargo.
  - En general, las plantas resistentes al fuego también suelen ser resistentes a la sequía.

Como parte de la silvicultura preventiva, se requiere formar brigadas compuestas por la comunidad y comunidades capacitadas en temas de prevención, control y extinción de incendios forestales. Además, se deben seguir los procedimientos operativos para garantizar una respuesta rápida y eficiente ante la ocurrencia de estos eventos.

Tanto las Autoridades Ambientales como las empresas privadas elaborarán directrices específicas para las épocas de sequía, contemplando programas preventivos que incluyan la revisión e información de boletines y alertas tempranas emitidas por el IDEAM, la formación de brigadas, la activación de programas de detección temprana mediante el uso de sitios y torres de observación con vigías, la difusión de información a la comunidad para reducir la ocurrencia de incendios forestales y la preparación de equipos y herramientas, entre otras medidas.

3.1Requiere estudio	**Si**	**No**
	x	

Es importante realizar un trabajo de campo e investigación de las especies potenciales con resistencia al fuego que funciones como barreras cortafuegos.

4. Requiere estudios de exploración de suelos y ecosistemas	SI	NO
		x

5. Escalabilidad y replicabilidad

La replicabilidad depende de los elementos que constituyen el diagnóstico de la zona, para que esta pueda ser implementada en otra área se debe cumplir con condiciones similares a las de la zona descrita, para esto se tiene en cuenta elementos climáticos, reconocimiento de especies presentes en la zona con adaptación a la dinámica fluvial, una topografía con las distintas elevaciones y las condiciones de suelo en las zonas que se encuentran desprovistas de vegetación y si corresponden a zonas de suelos muy saturados o compactados (por afluencia de personas, ganado, etc.) (Gonzales & García, 1995).

Complementario a esto, la escalabilidad depende del área que requiera prácticas para la prevención y mitigación de incendios forestales en conjunto con el programa local establecido por el Consejo local de gestión del riesgo y cambio climático (Gonzales & García, 1995).

6. Seguimiento y monitoreo

Entendido el monitoreo como la recolección sistemática y continua de información que permite a los actores involucrados revisar si una intervención va por el camino deseado o está alcanzando los objetivos establecidos (Price-Kelly et al., 2014).

Es necesario tener en cuenta:
-Escala (Identificar los niveles de aplicación y agregación) de medida, acción, técnica o herramienta. El nivel de aplicación del sistema hace referencia al nivel al que se espera se reflejen los resultados.
- Identificar los sectores prioritarios o actores involucrados con la medida, entre los criterios de la identificación son la vulnerabilidad.
- Es necesario definir cada cuanto se va a realizar seguimiento
- Cual va a ser el sistema o medio para almacenar la información de los seguimientos.

7. Evaluación

Un enfoque en los resultados de adaptación se refiere a evaluar los cambios que resultan de la implementación de las acciones de adaptación. Es importante reconocer que estos resultados pueden también estar afectados por otros factores. Esto puede incluir evaluar los cambios en la vulnerabilidad, cambios en el bienestar general, y/o capacidad adaptativa aumentada.
Es importante definir una línea base, para evaluar los cambios

8. Bibliografía

- ALCALDÍA LOCAL DE CHAPINERO-SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE CONSERVACIÓN INTERNACIONAL. Diseño de recuperación integral de la Quebrada Las Delicias. Bogotá.

- Price-Kelly, H., Hammill, A., Dekens, J., Olivier, J., & Leiter, T. (2014). Desarrollo de Sistemas Nacionales de Monitoreo y Evaluación de la Adaptación: una Guía. Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo, 64.

- DAMA (2000). Protocolo Distrital de Restauración Ecológica. FUNDACIÓN BACHAQUEROS

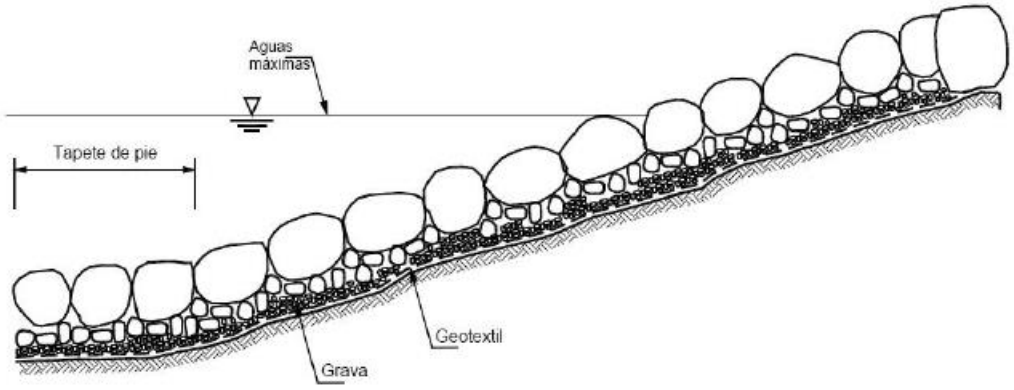
- SDA (2009). Manual de procesos y procedimientos para formular e implementar programas y proyectos de restauración ecológica, rehabilitación ecológica o recuperación ambiental, así como efectuar su evaluación y seguimiento en el Distrito Capital. Bogotá.

- SDA (2014). Lineamientos para el control de retamo espinoso (Ulex europaeus) y retamo liso (Genista monspessulana) en el distrito capital. Bogotá D.C.

Ficha 5. Protección de las márgenes

Plan de Acción Climático	**Acción:** 15	**Subacción:** 15.2 - 15.4
Elemento trasversal: Recuperación hidráulica del Cauce		
Matriz de aplicación: Matriz 2 -3		
Servicio ecosistémico para mejorar: Regulación		
Desafío Social (UICN): a) Reducción del Riesgo de desastres b) Seguridad hídrica		
Enfoque de SbN: Reducción de Riesgos de Desastres Basada en Ecosistemas (Eco-RRD) Enfoque de infraestructura híbrida		
1.Objetivos: - Estabilizar los procesos erosivos en los taludes de las márgenes de los drenajes de la microcuenca. - Recuperar la estructura y funcionamiento de los ecosistemas presentes en los drenajes y en los corredores ecológicos de la ronda hidráulica, mejorando el corredor ripario en su extensión a lo largo del cauce. - Evitar daños a infraestructuras cercanas, como infraestructura vial o edificaciones. - Mejorar la calidad del agua, disminuyendo el incremento de las cargas sedimentológicas y de contaminantes afluentes de los drenajes naturales. - Propiciar régimen hídrico y sedimentológico más apropiado para las necesidades de la Microcuenca.		
2. Descripción: De acuerdo con los enfoques definidos por la UICN para la aplicación de SbN, la propuesta conceptual para el área directa de la matriz 2,3, que se aplica en esta ficha es; Infraestructura en lo que respecta a la infraestructura hibrida. La erosión de los taludes y del corredor ripario, es generada principalmente por acción del viento, el agua y otros agentes erosivos, los cuales incrementan la tasa de remoción de materiales como sedimentos, troncos, piedras, entre otros. Esto se evidencia en pequeñas cárcavas, deslizamientos y descalces de los taludes. Para gestionar la erosión superficial en las márgenes del cauce debido a la acción del agua, se propone el empleo de técnicas de bioingeniería. Estas técnicas buscan mitigar la erosión causada por la dinámica fluvial y restaurar la vegetación, que en la mayoría de los casos ha disminuido debido a la actividad humana. La bioingeniería comprende un conjunto de métodos que involucran materiales vegetales vivos como elementos de construcción, solos o combinados con materiales inertes, para la restauración de cursos de agua. Estas prácticas de bioingeniería se han empleado ampliamente en la ingeniería civil para consolidar taludes, riberas y controlar la erosión (Sangalli, 2005).		
3. Definición de actividades: Inicialmente deberá definirse la técnica de bioingeniería a aplicar, de acuerdo con la siguiente descripción (NTJ 12S PARTE 5, 2010): -Técnicas vegetales: en las que las plantas vivas resuelven las fuerzas desestabilizadoras del suelo. Esta técnica puede ser de recubrimiento o de estabilización. -Técnicas mixtas: intervienen materiales inertes como piedra, madera, geoproductos o acero, junto con técnicas vegetales. -Técnicas complementarias: cumplen otras funciones, como pueden ser ecológicas o paisajísticas y que no son la protección superficial o la estabilización. A continuación, se describen algunas técnicas que pueden ser aplicadas para la protección de las márgenes del cauce		

a. Enrocado de protección: Los enrocados tienen como función proteger la superficie del lecho de la acción erosionadora del agua cuando trae una velocidad considerable. Este método, más económico en comparación con otras formas de revestimiento, se caracteriza por su facilidad de reparación y mayor flexibilidad. La colocación del enrocado se realiza volteando el material sobre el talud preparado y el filtro, asegurándose de evitar la segregación. La roca bien graduada se coloca en una sola operación, sin capas. El espesor de la capa no debe ser menor que la dimensión correspondiente al D_{100} y a dos veces D_{50}, la mayor de las dos dimensiones y se debe aumentar un 50% si el enrocado se coloca bajo agua. Bajo la capa de enrocado, se instala una capa de grava, piedra o geotextil para evitar la migración de finos, y se toman precauciones en la instalación del geotextil, incluyendo la costura adecuada y el entierro de sus extremos.



Fuente: Suarez, J., 2001

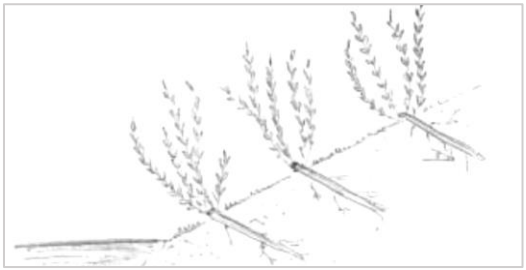
b. Geoesteras: Las geomallas o geoesteras son mallas con orificios de gran tamaño, para el control de la erosión. Las geomallas se fabrican en polietileno de alta densidad, poliéster, polipropileno, o en fibras naturales. Como sistemas de protección de taludes, lechos y orillas, estas estructuras componen un sistema de protección, llenado con cantos de rocas, o bloques de suelo cemento, con el objetivo de mantener un sistema articulado siguiendo las formas del suelo e integrándose a la vegetación del sitio.



Fuente: Geomatrix.

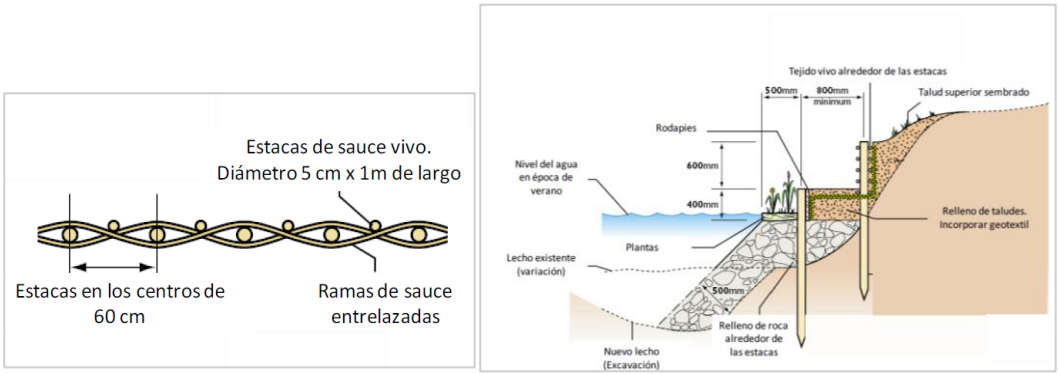
c. Estaquillado directo sobre taludes: Esta técnica implica la inserción de estaquillas no ramificadas en los taludes con el objetivo de estabilizarlos y protegerlos contra la erosión. Las estaquillas son brotes no ramificados con una longitud de 40-80 cm y un diámetro de 3 a 10 cm, con un desarrollo radical que

contribuye a la estabilización. Se aplica cuando las erosiones afectan profundamente el perfil del suelo del talud debido a un exceso de humedad. Las estacas vivas pueden utilizarse como tratamiento primario, combinadas con otras medidas de estabilización como la siembra de pasto o mallas orgánicas. Esta técnica es efectiva para reparar pequeños deslizamientos o facilitar el relleno de cárcavas. Las estacas se colocan a distancias de 50 centímetros a 1.0 metro, con una densidad de 3 a 6 estacas por metro cuadrado. Se entierra aproximadamente el 4/5 de la longitud de la estaca en el suelo, asegurándose de que el área circundante esté firme.



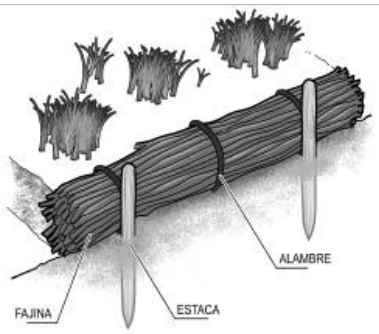
Fuente: Sangalli, 2010

d. Empalizadas: Esta técnica tiene como objetivo prevenir la formación de surcos y sedimentar los materiales arrastrados por la escorrentía. Consiste en una estructura compuesta por troncos clavados verticalmente en el suelo y unidos entre sí para formar una estructura resistente. Se instalan piquetes en el terreno a una distancia de 50 a 100 cm entre ellos. Entre los piquetes principales, se entrelazan ramas de sauce dispuestas longitudinalmente y sujetas con alambre. La porción del trenzado que sobresale del suelo debe ser de 15 a 30 cm para garantizar una mínima estabilidad en la pendiente y facilitar el enraizamiento. La distancia entre las hileras de trenzados puede variar entre 1.2 y 2 metros (Sangalli, 2010).



Fuente: Adaptado de The River Restoration Centre, 2002

e. Fajinas vivas: Esta técnica implica la creación de manojos cilíndricos, conocidos como fajinas, compuestos por ramas vivas cortadas de plantas leñosas con diámetros de 0.20 a 0.40 m y longitudes de 2 a 9 m. Estos se disponen en terrazas superficiales, siguiendo las curvas de nivel en pendientes secas y formando ángulos en pendientes húmedas para facilitar el drenaje y reducir la erosión. Puede combinarse con las técnicas de empalizadas (Sangalli, 2010).

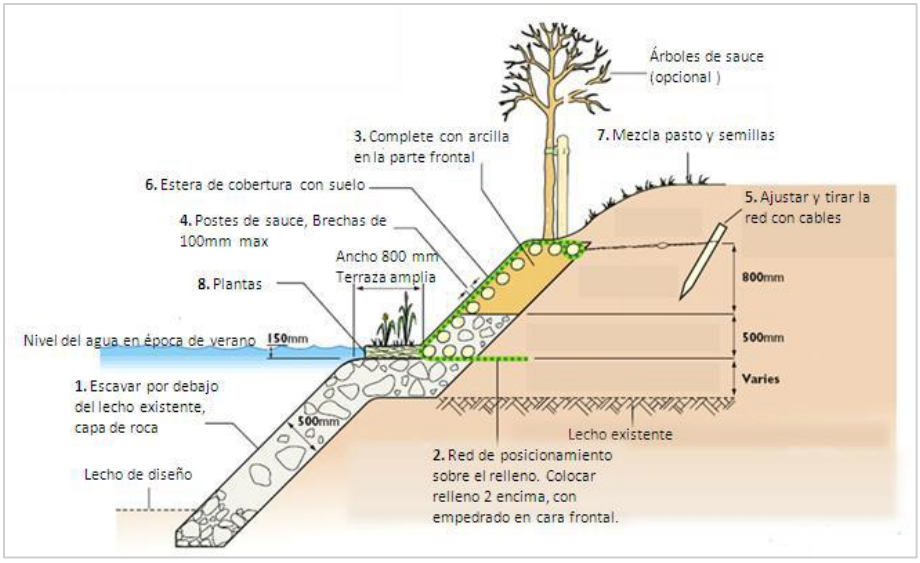


Fuente: MAVDT, 2005

Antes de colocar la fajina, se construye una zanja con aproximadamente 20 centímetros de profundidad. Las fajinas se elaboran con especies vegetales locales resistentes, como la mimbrera enraizable, garantizando que las ramas germinen. Las hileras de fajinas actúan como barreras en el talud, disminuyendo la velocidad de la escorrentía y capturando sedimentos. Se recomienda sembrar vegetación, como pastos, entre las hileras utilizando semillas o mediante mateado (Suarez, J., 2001).

f. Estera de ramaje: Esta técnica implica el revestimiento de la superficie de la margen de la quebrada con estacas y varas de especies vegetales con capacidad de reproducción vegetativa. Se utiliza como una eficaz protección contra la erosión en las superficies de las márgenes de la quebrada. Esta técnica ofrece una protección continua y elástica para la orilla, promoviendo un mejor equilibrio hídrico y térmico. Se recomienda especialmente en taludes de alta pendiente donde otros sistemas podrían tener dificultades para sostenerse.

Las varas se disponen perpendicularmente a la dirección de la corriente de agua y se aseguran al terreno mediante alambres entre pilotes metálicos. El ramaje se recubre con un estrato delgado de suelo (Sangalli, 2010)

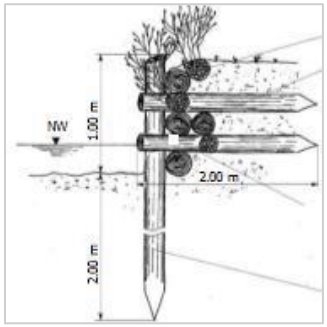


Fuente: Adaptado de The River Restoration Centre, 2002

g. Entramado de madera: Esta técnica consiste en la construcción de un muro de gravedad mediante una estructura de troncos de madera y estacas vivas. Se emplea para estabilizar y reconstruir riberas fluviales

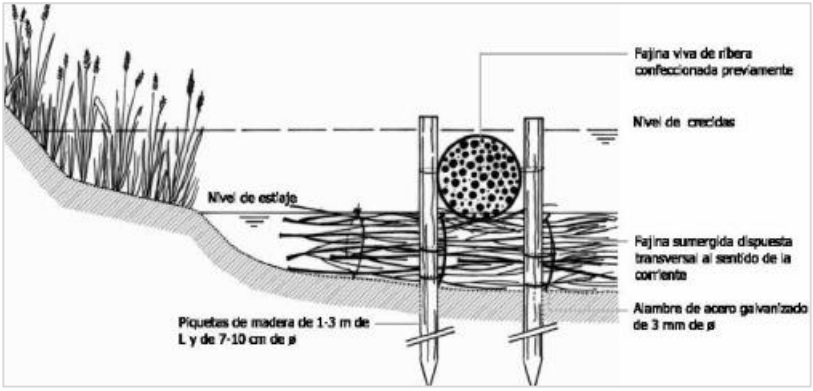
sujetas a la erosión en cursos de agua con caudales y velocidades elevadas, así como transporte de sólidos. Esta técnica puede ser de pared simple o doble.

En el proceso, se establece la base de apoyo de la empalizada en leña con un contrapendiente del 10 al 15%. Los troncos descortezados se disponen y se ensamblan en los piquetes para lograr una mayor estabilidad de la estructura, fijándolos con clavos o grapas metálicas. Posteriormente, se instalan los ramales con una densidad aproximada de 5 a 10 ramales por metro (Sangalli, 2010).



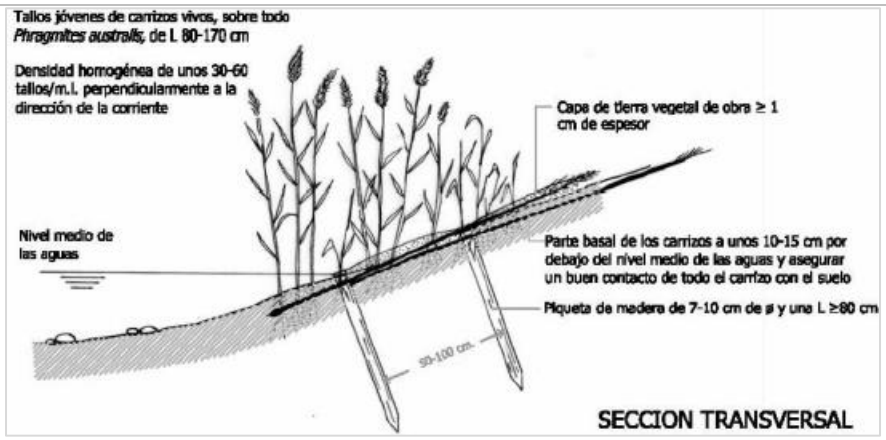
Fuente: Sangalli, 2010

h. Empalizada viva filtrante: Esta técnica comprende una estructura conformada por dos estacadas de madera que se sumergen hasta la mitad de su longitud en el lecho de un río. Entre estas estacadas se disponen, de manera alterna, fajinas longitudinales y transversales. Este enfoque se utiliza en la estabilización de márgenes fluviales con el propósito de disipar la energía hidráulica en lagos o en tramos de corrientes de agua de flujo lento (NTJ 12S parte 5, 2010).



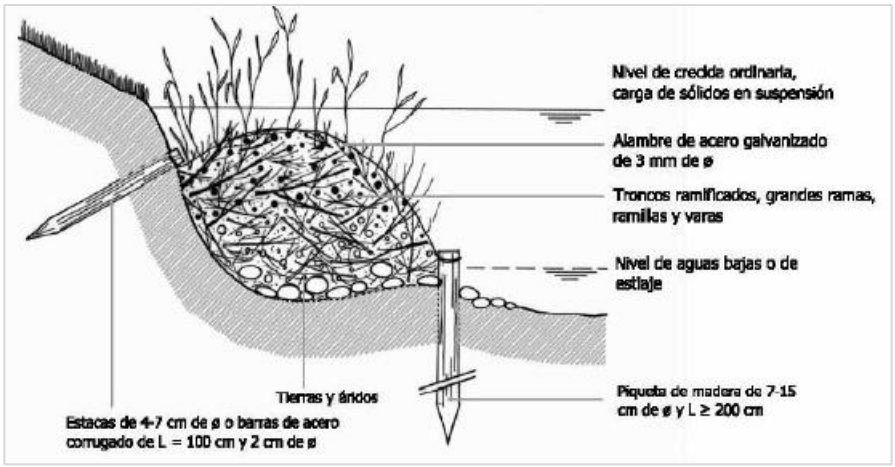
Fuente: NTJ 12S parte 5, 2010

i. Estera de carrizos: Esta técnica consiste en utilizar tallos vivos de carrizos u otras plantas similares con capacidad de enraizamiento. Estos tallos se disponen cubriendo los márgenes fluviales con el propósito de estabilizarlos y protegerlos contra la erosión. Las especies vegetales más comúnmente empleadas en la construcción de esta estera son el carrizo (*Phragmites australis*) y la hierba cinta (*Phalaris arundinacea*) (NTJ 12S parte 5, 2010).



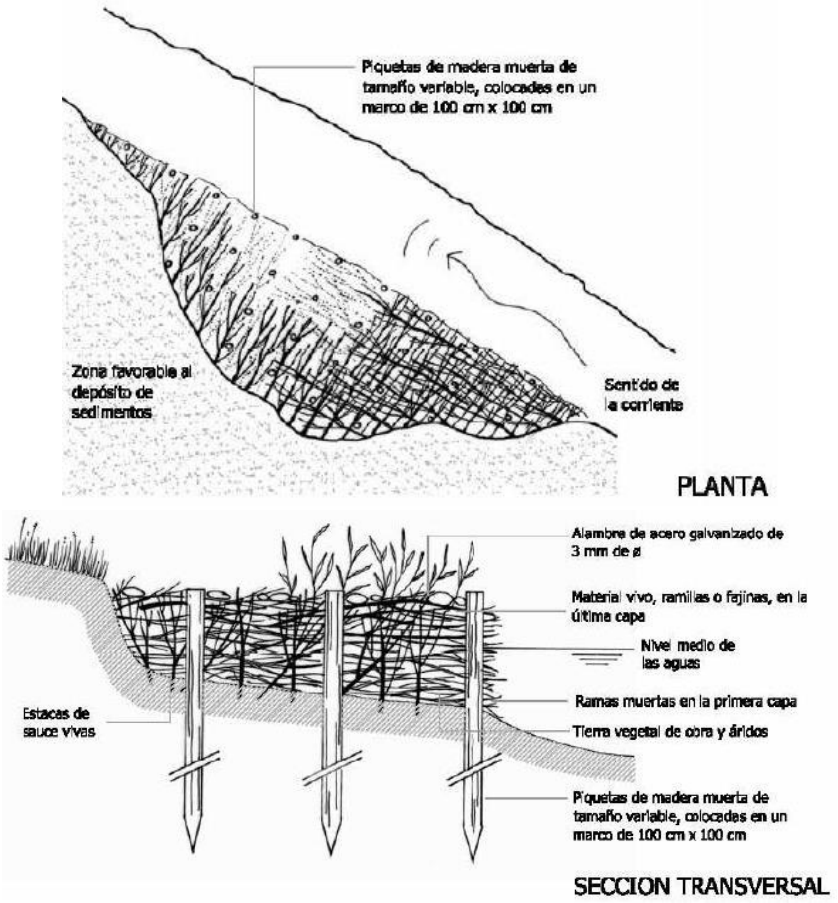
Fuente: NTJ 12S parte 5, 2010

j. Cepillo vivo: Es una estructura vegetal compuesta por ramas vivas y muertas, entrelazadas con tierra y grava, dispuesta longitudinalmente a la corriente. Su propósito es filtrar los elementos en suspensión, capturar los sólidos depositados y reducir la velocidad del flujo de agua. Esto favorece la recuperación de la orilla y ayuda a estabilizarla. (NTJ 12S parte 5, 2010).



Fuente: NTJ 12S parte 5, 2010

k. Trenzado vivo de ramas: Implica el uso de ramas vivas flexibles de especies leñosas con capacidad de reproducción vegetativa, dispuestas en forma de trenza alrededor de piquetas de acero o madera ancladas al terreno. Esta técnica se emplea en la estabilización de taludes o márgenes fluviales para promover la consolidación del suelo y prevenir la erosión (NTJ 12S parte 5, 2010).



Fuente: NTJ 12S parte 5, 2010

3.1Requiere estudio	Si	No
	X	

3.2 Descripción del estudio

Para la planeación, diseño y construcción de obras de bio-ingeniería de estabilización de riberas, se sugiere tener en cuenta los siguientes lineamientos (Suarez, J., 2001):

1. Hidrología: Iniciar con un análisis del régimen hidrológico, caracterizando las crecientes máximas esperadas, condiciones medias y mínimas. Este proceso implica estimar la magnitud de los flujos máximos para frecuencias de 50 y 100 años mediante métodos estadísticos. La creciente de los 100 años, con una probabilidad relativamente baja de ocurrencia, se emplea comúnmente para el diseño. La definición de un caudal máximo de diseño es crucial. Las curvas de caudal, frecuencia y duración de las inundaciones son herramientas esenciales para definir zonas de revegetación en los bancos y determinar periodos de bajo riesgo para la construcción.

2. Hidráulica: Calcular la fuerza tractiva de la corriente en las riberas y el fondo del canal, basándose en la pendiente y profundidad del agua del canal. Estos valores son esenciales para especificar revestimientos adecuados que protejan la vegetación.

3. Geomorfología: Identificar la dinámica histórica de la corriente y prever la inestabilidad futura del cauce. Cambios geomorfológicos, como alteraciones en el régimen de sedimentos, degradación de la vegetación de la orilla y modificaciones en los canales, pueden causar la inestabilidad de los ríos.

4. Geotécnica: Realizar un análisis de posibles mecanismos de falla de las orillas para asegurar la estabilidad de las obras propuestas. Esto implica evaluar fallas profundas y superficiales mediante modelos de estabilidad de taludes.

5. Vegetación: Realizar un inventario de especies presentes en la zona a través de reconocimiento de campo. Este inventario facilita la identificación de especies mejor adaptadas a la dinámica fluvial de cada tramo.

4. Requiere estudios de exploración de suelos y ecosistemas	**Si**	**No**
		X

5. Escalabilidad y replicabilidad

Este tipo de acciones puede ser escalable y replicable si se el área de estudio presenta:
-Erosión lateral de los taludes de las quebradas.
-Incremento de las cargas sedimentológicas y de contaminantes afluentes a los cauces naturales.
-Reducción del corredor ripario (en su extensión a lo largo de la corriente).

6. Seguimiento y monitoreo

Entendido el monitoreo como la recolección sistemática y continua de información que permite a los actores involucrados revisar si una intervención va por el camino deseado o está alcanzando los objetivos establecidos (Price-Kelly et al., 2014).

Es necesario tener en cuenta:

- Escala (Identificar los niveles de aplicación y agregación) de medida, acción, técnica o herramienta.
- El nivel de aplicación del sistema hace referencia al nivel al que se espera se reflejen los resultados.
- Identificar los sectores prioritarios o actores involucrados con la medida, entre los criterios de la identificación son la vulnerabilidad.
- Es necesario definir cada cuanto se va a realizar seguimiento
- Cuál va a ser el sistema o medio para almacenar la información de los seguimientos.

A continuación, se presenta una serie de objetivos globales para el seguimiento del sistema (Fundación Humedales, 2006):

- Caracterizar la condición de los ecosistemas y los sistemas sociales.
- Detectar si la condición está cambiando y definir en qué medida el cambio corresponde a procesos naturales, es producto de acciones humanas, o de una interacción entre ambas (en

el caso del pantano de Martos, la detección de cambios está sujeta a la previa ejecución del plan de restauración).

- Evaluar los cambios en relación con los objetivos de gestión establecidos.
- Identificar umbrales de cambio indeseable con base en los objetivos trazados.
- Comprender el cambio en el contexto de la resiliencia del ecosistema y de la posibilidad de manejarlo.
- Definir los posibles escenarios de acuerdo con el estado y tendencia de los sistemas, y derivar de ellos la formulación de acciones, en especial las directas, que afectan los ecosistemas y aquellas que los afectan a través de relaciones sociales.
- Identificar, con el uso de indicadores de alerta temprana, las necesidades de intervención correctiva.
- Identificar vacíos de conocimiento o información no disponible y proponer formas de acceder a ellos.

Adicionalmente y de manera paralela se plantean objetivos asociados al componente participativo (Fundación Humedales, 2006):

- Promover y facilitar la participación social en el desarrollo de planes
- Identificar los canales de cooperación adecuados para los diferentes actores sociales.
- Avanzar conjuntamente en la búsqueda por la solución de conflictos.
- Asegurar una gestión racional, desarrollando y mejorando los canales de participación existentes.
- Crear nuevas vías de participación que faciliten la vinculación de las comunidades locales.

7. Evaluación

Un enfoque en los resultados de adaptación se refiere a evaluar los cambios que resultan de la implementación de las acciones de adaptación. Es importante reconocer que estos resultados pueden también estar afectados por otros factores. Esto puede incluir evaluar los cambios en la vulnerabilidad, cambios en el bienestar general, y/o capacidad adaptativa aumentada.

Es importante definir una línea base, para evaluar los cambios.

8. Bibliografía

- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, 2005. Guía Ambiental para evitar, corregir y compensar los impactos de las acciones de reducción y prevención de riesgos en el nivel municipal.
- SANGALLI, P., 2010. Curso de restauración ambiental de áreas degradadas. Asociación española de ingeniería del paisaje.
- RIVERA, J., 2001. Protección y recuperación de bordes de ríos y cañadas en zonas de ladera tropicales con tratamientos bioingenieriles y biotecnológicos. Cenicafé.
- FEAC, 2010. NTJ (Norma Tecnológica de Jardinería y Paisajismo) 12S parte 5. Obras de bioingeniería: técnicas de recubrimiento y de estabilización aplicables en ámbitos fluviales. Fundaciódel'Enginyeria Agrícola Catalana (FEAC).
- BESTMANN, 2005. Adaptación de las técnicas de bioingeniería en ambientes mediterráneos. Bestmann Green SystemsIberica.
- DAMA, 2004. Guía técnica para la restauración de áreas de ronda y nacederos del Distrito Capital.

Bestmann Green Systems Iberica.

- U.S. EPA. 1990. Draft Manual of Practice Identification of Illicit Connections. U.S. EPA Permits Division (EN-336).
- SUAREZ, J., 2001. Control de la Erosión en zonas tropicales. Universidad Industrial de Santander. Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos.
- THE RIVER RESTORATION CENTRE – RRC, 2002. Manual of River Restoration Techniques, RRC – Web Edition. Inglaterra.
- Price-Kelly, H., Hammill, A., Dekens, J., Olivier, J., & Leiter, T. (2014). Desarrollo de Sistemas Nacionales de Monitoreo y Evaluación de la Adaptación: una Guía. Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo, 64.
- Fundación Humedales (2006). El Sistema de Monitoreo Participativo – SMP en Fúquene. Fundación Humedales. Serie Divulgación Técnica Nº 2-2006.

Ficha 6. Control de la dinámica del cauce

Plan de Acción Climático	**Acción:** 15	**Subacción:**15.4
Elemento trasversal: Recuperación hidráulica del Cauce		
Matriz de aplicación: Matriz 2 -3		
Servicio ecosistémico para mejorar: Regulación		
Desafío Social (UICN): a) Reducción del Riesgo de desastres b) Seguridad hídrica c) Mitigación y adaptación al cambio climático		
Enfoque de SbN: Reducción de Riesgos de Desastres Basada en Ecosistemas (Eco-RRD) Enfoque de infraestructura hibrida		
1.Objetivos: Mantener régimen hídrico y sedimentológico que equilibre las necesidades de los drenajes de la Microcuenca Yomasa		
2. Descripción: De acuerdo con los enfoques definidos por la UICN para la aplicación de SbN, la propuesta conceptual para el área directa de la matriz 2,3, que se aplica en esta ficha es; Infraestructura en lo que respecta a la infraestructura hibrida. El conocimiento de las zonas impermeables es importante por varias razones, en primer lugar, las zonas impermeables son un indicador claro del estado de conservación o grado de deterioro de una zona hidrográfica. La impermeabilización de superficies y la modificación de las condiciones naturales (materiales y formas de lecho, trazado y secciones transversales) de los drenajes son los aspectos que generan los cambios en el régimen hidrológico y sedimentológico. De acuerdo con la interpretación de la dinámica del drenaje principal de la Microcuenca entre el periodo de (2004 y 2021) se puedo identificar modificación de las condiciones naturales en secciones de los drenajes. En estas secciones se propone se aplica esa ficha para la recuperación de las zonas.		
3. Definición de actividades: La actividad uno, está relacionada con la recuperación de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas presentes en los drenajes y en los corredores ecológicos de ronda, para esta se propone: El establecimiento de árboles en las zonas urbanas propicia fenómenos de interceptación de agua y principalmente retención, transpiración e infiltración de esta hasta el punto de que los árboles y sus raíces son considerados prácticas biológicas para controlar la escorrentía. La práctica consiste en la habilitación de áreas permeables y la siembra de árboles en entornos urbanos como separadores de vías, andenes y en general áreas verdes en donde estos puedan ser incluidos, para el desarrollo de esta práctica es necesario: -A partir de técnicas numéricas como lógica difusa y maximización de entropía caracterizar áreas urbanas con árboles y potencialmente cubiertas por árboles. -Definir sitios a escala 1:1 caracterizándolos en términos de infiltración y espacios aéreo. -Definición de especies, a partir de espacios aéreos con base en los tamaños finales que estas pueden tener y del manejo de que serían objeto para facilitar su inclusión en estos lugares. -Adecuación del sitio para la siembra de árboles.		

-Siembra de árboles, en este caso las plantas sembradas deben ser de gran tamaño garantizando su supervivencia.

3.1Requiere estudio	Si	No
		X

3.2 Descripción del estudio.

Estudio para identificar lugares con cambios de dinámica.

Por medio del uso de tecnologías SIG, empleando coberturas actualizadas del uso del suelo actual y proyectado, se puede identificar las zonas degradadas y las zonas que tienen un alto potencial de restauración de las áreas de drenaje localizadas en las zonas hidrográficas. Después de identificar estas zonas degradadas deben establecerse las medidas preventivas o de recuperación que se orienten a mantener el régimen de caudales observado.

Estudios para el establecimiento de árboles en las zonas urbanas.

-Identificación de sitios para la siembra de árboles a partir de la búsqueda de lugares potenciales para su siembra
-Caracterización de los sitios de siembra y del entorno inmediato (espacio aéreo)
-Determinación de especies más adecuadas para los sitios seleccionados

4. Requiere estudios de exploración de suelos y ecosistemas	Si	No
		X

5. Escalabilidad y replicabilidad

-Este pido de acciones puede ser escalable y replicable si se el área de estudio presenta cambio de dinámicas, además, si la acción tiene un enfoque ecosistémico.
-Otro aspecto para tener en cuenta es el uso de materiales nativos y que no modifiquen de manera sustancial la respuesta hidrológica natural de los drenajes
-Conocer el patrón del cauce.
-Determinar el proceso de evolución que ha presentado la corriente

6. Seguimiento y monitoreo

Entendido el monitoreo como la recolección sistemática y continua de información que permite a los actores involucrados revisar si una intervención va por el camino deseado o está alcanzando los objetivos establecidos (Price-Kelly et al., 2014).

Es necesario tener en cuenta:

- -Escala (Identificar los niveles de aplicación y agregación) de medida, acción, técnica o herramienta.
- El nivel de aplicación del sistema hace referencia al nivel al que se espera se reflejen los resultados.
- Identificar los sectores prioritarios o actores involucrados con la medida, entre los criterios de la identificación son la vulnerabilidad.
- Es necesario definir cada cuanto se va a realizar seguimiento
- Cuál va a ser el sistema o medio para almacenar la información de los seguimientos.

A continuación, se presenta una serie de objetivos globales para el seguimiento del sistema (Fundación Humedales, 2006):

- Caracterizar la condición de los ecosistemas y los sistemas sociales.
- Detectar si la condición está cambiando y definir en qué medida el cambio corresponde a procesos naturales, es producto de acciones humanas, o de una interacción entre ambas (en el caso del pantano de Martos, la detección de cambios está sujeta a la previa ejecución del plan de restauración).
- Evaluar los cambios en relación con los objetivos de gestión establecidos.
- Identificar umbrales de cambio indeseable con base en los objetivos trazados.

- Comprender el cambio en el contexto de la resiliencia del ecosistema y de la posibilidad de manejarlo.
- Definir los posibles escenarios de acuerdo con el estado y tendencia de los sistemas, y derivar de ellos la formulación de acciones, en especial las directas, que afectan los ecosistemas y aquellas que los afectan a través de relaciones sociales.
- Identificar, con el uso de indicadores de alerta temprana, las necesidades de intervención correctiva.
- Identificar vacíos de conocimiento o información no disponible y proponer formas de acceder a ellos.

Adicionalmente y de manera paralela se plantean objetivos asociados al componente participativo (Fundación Humedales, 2006):

- Promover y facilitar la participación social en el desarrollo de planes
- Identificar los canales de cooperación adecuados para los diferentes actores sociales.
- Avanzar conjuntamente en la búsqueda por la solución de conflictos.
- Asegurar una gestión racional, desarrollando y mejorando los canales de participación existentes.
- Crear nuevas vías de participación que faciliten la vinculación de las comunidades locales.

7. Evaluación

Un enfoque en los resultados de adaptación se refiere a evaluar los cambios que resultan de la implementación de las acciones de adaptación. Es importante reconocer que estos resultados pueden también estar afectados por otros factores. Esto puede incluir evaluar los cambios en la vulnerabilidad, cambios en el bienestar general, y/o capacidad adaptativa aumentada.

Es importante definir una línea base, para evaluar los cambios.

8. Bibliografia

- USDA, 2005. Urban Watershed Forestry Manual. Part 1: Methods for Increasing Forest Cover in a Watershed. United States Department of Agriculture Forest Service Northeastern Area State and Private Forestry NA-TP-04-05. 140 P.
- BURDEN DAM 2006. Urban Street Trees 22 Benefits. 21 p.
- TREETRUST, 2007. City Trees. Habilite guidelines & best practices. 41 p.
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY OFFICE OF WATER, 2005. Handbook for Developing Watershed Plans to Restore and Protect Our Waters. 414 p.
- Price-Kelly, H., Hammill, A., Dekens, J., Olivier, J., & Leiter, T. (2014). Desarrollo de Sistemas Nacionales de Monitoreo y Evaluación de la Adaptación: una Guía. Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo, 64.
- Fundación Humedales (2006). El Sistema de Monitoreo Participativo – SMP en Fúquene. Fundación Humedales. Serie Divulgación Técnica Nº 2-2006.

Ficha 7. Mejorar la sección hidráulica a lo largo de la Microcuenca Yomasa

Plan de Acción Climático	**Acción:** 15	**Subacción:**15.4
Elemento trasversal: Recuperación hidráulica del Cauce		
Matriz de aplicación: Matriz 1- 2 -3		
Servicio ecosistémico para mejorar: Regulación		
Desafío Social (UICN): a) Reducción del Riesgo de desastres b) Mitigación y adaptación al cambio climático		
Enfoque de SbN: Reducción de Riesgos de Desastres Basada en Ecosistemas (Eco-RRD) Enfoque de infraestructura hibrida		
1.Objetivos: - Reducir la erosión del fondo del cauce, asegurando la estabilidad del lecho y previniendo la pérdida excesiva de sedimentos. - Estabilizar la pendiente longitudinal del cauce - Controlar la energía del cauce disminuyendo su velocidad en las zonas en las que sea necesario, contribuyendo así a la protección de las márgenes y evitando procesos erosivos agresivos. - Mejorar la resiliencia de la microcuenca al considerar la variabilidad climática y futuros cambios en el régimen hidrológico, asegurando que sean capaces de adaptarse a condiciones climáticas cambiantes. - Mejorar la seguridad garantizando que las intervenciones contribuyan a la seguridad de las áreas ribereñas y comunidades circundantes al reducir riesgos de inundaciones y erosión. - Propiciar régimen hídrico y sedimentológico más apropiado para las necesidades de la microcuenca		
2. Descripción: De acuerdo con los enfoques definidos por la UICN para la aplicación de SbN, la propuesta conceptual para el área directa de la matriz 1,2,3, que se aplica en esta ficha es; Infraestructura en lo que respecta a la infraestructura hibrida. Los tratamientos de regulación de flujo hídrico en cauces se presentan como soluciones estratégicas para abordar diversas problemáticas asociadas a la dinámica fluvial. Estos tratamientos buscan contrarrestar la alteración de los cauces provocada por prácticas como canalización, alineamiento o encauzamiento, que resultan en un aumento de las velocidades del agua y afectan el esfuerzo cortante sobre el lecho, generando cambios en el régimen sedimentológico. Además, se enfrentan al desafío de gestionar el incremento de los caudales pico durante las crecientes, reduciendo la intensidad de los procesos de socavación y evitando el ensanchamiento no controlado del canal por procesos de incisión. Estos tratamientos se configuran como medidas integrales que no solo buscan corregir problemáticas hidráulicas, sino también restaurar y conservar las coberturas vegetales en los corredores ecológicos, contribuyendo así a la sostenibilidad ambiental y a la reducción de riesgos asociados a eventos extremos. La mejora del hábitat físico hace referencia a las modificaciones del cauce, mediante la construcción de estructuras con el fin de aumentar la capacidad biogénica del río, desde un punto de vista integral, incorporando necesidades y limitaciones hidráulicas y geomorfológicas.		

3. Definición de actividades:

A continuación, se describen las acciones que pueden llevarse a cabo para la mejora la sección hidráulica:

a. Ampliación de cauces: Este tipo de acción permite mejorar las condiciones hidráulicas del cauce, bien sea por el retiro de los sedimentos mediante dragado o por la rectificación de sus márgenes.
Se utiliza en áreas de desembocadura, de alta sedimentación o donde la acción del hombre ha alterado la sección del cauce con rellenos u obras de infraestructura.

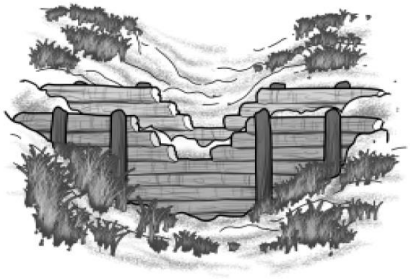
b. Diques: Estas obras ayudan a controlar y contener las crecientes incrementando la capacidad hidráulica del cauce mediante la ampliación de la sección del margen con una barrera de tierra, cumplen la función de contención de la creciente a la vez que disminuyen el efecto erosivo de las corrientes de agua.

***Longitudinales*.** Llamados también jarillones, son estructuras lineales construidas con rellenos de materiales del sitio; el realce de las vías constituye una forma particular de diques. Este tipo de obra debe acompañarse de obras de control de drenaje e infiltración.

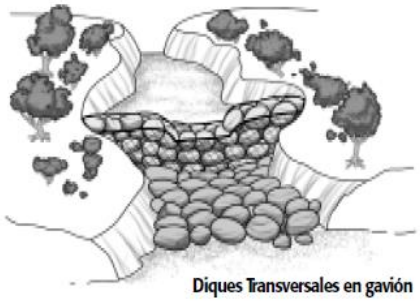
Transversales. Son estructuras construidas de manera perpendicular al cauce. Pueden ser de madera, concreto o gaviones y protegen las márgenes de un cauce de la erosión y las inundaciones. Estos también cumplen la función de retener sedimentos, disminuir los procesos de erosión. Generan efectos como el control del descenso del fondo del cauce, presentan un efecto de presa reduciendo la velocidad de llegada de los sedimentos y disminuyendo su carga, aguas arriba se forman terrazas que elevan el fondo del cauce hasta una pendiente de equilibrio y las terrazas proveen soporte lateral a las márgenes, estabilizándolas.



Sistema de espigones como diques transversales



Dique transversal con postes de madera



Diques Transversales en gavión

Fuente: MAVDT, 2005

c. Muros de retención: Los muros de retención se construyen en sitios donde el espacio disponible es pequeño haciendo inviable la construcción de un dique. Cumplen la función de contener localmente la creciente y proteger la infraestructura urbana o vial. Pueden ser construidos en gaviones o concreto.

d. Canalización: Las canalizaciones se utilizan especialmente en las zonas urbanas como control de la dinámica de las corrientes o como sistemas de desviación del curso principal, para la evacuación eficiente en caso de caudales extremos. Cumplen la función de proveer condiciones hidráulicas
fijas para el tránsito de las corrientes.
En los canales se utilizan materiales de revestimiento de paredes y fondo como concreto, gaviones o materiales geosintéticos.



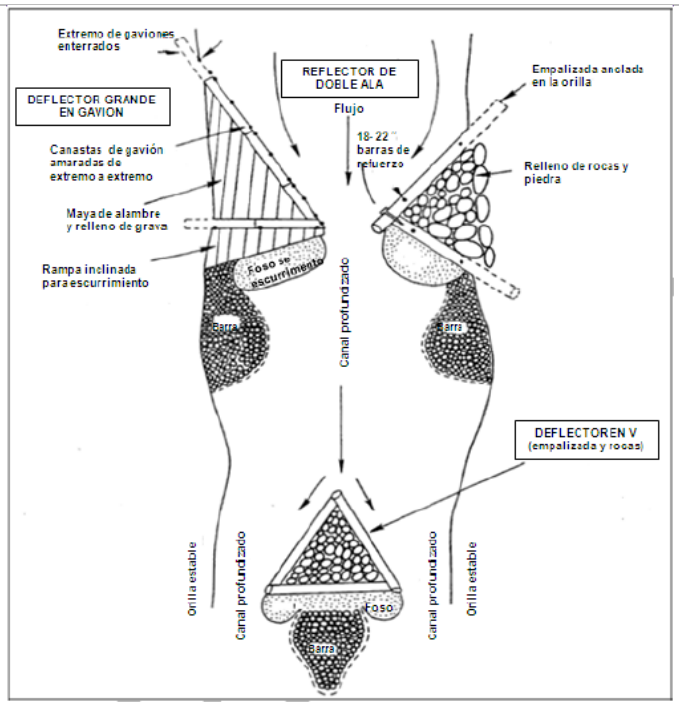
Canalización cauce con estructura de control de fondo

Fuente: MAVDT, 2005

e. Deflectores de corriente: Estos se instalan estratégicamente para modificar la dirección del flujo, proteger las orillas, excavar pozas, concentrar aguas en períodos de estiaje o crear rápidos. Estos elementos pueden construirse utilizando troncos, piedras, gaviones, entre otros materiales. Al diseñarlos, es esencial tener en cuenta diversos factores según Wesche (1985):

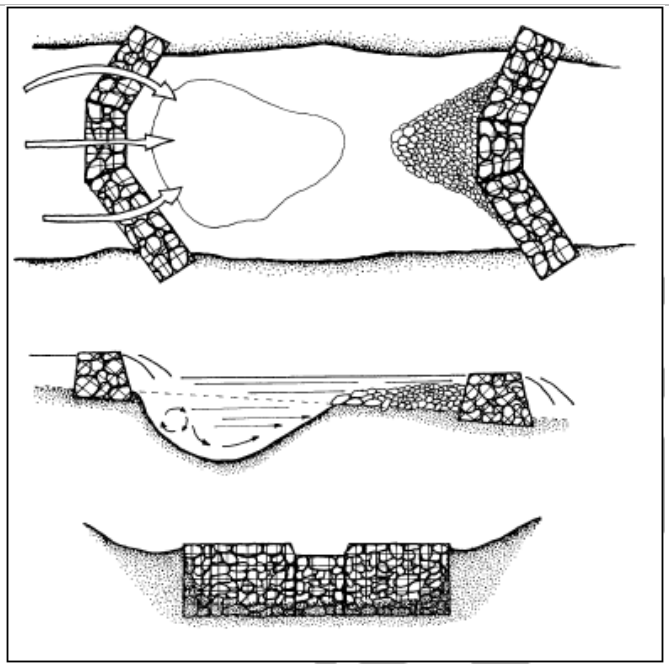
- Identificación de lugares clave, como la cobertura de bancos.
- Ajuste de la profundidad y estrechamiento de los canales.
- Definición del recorrido de las pozas.
- Incremento de la velocidad del agua para fines específicos.
- Remoción de sedimentos de grava para favorecer el desove y áreas críticas para la producción de invertebrados bentónicos.
- Salvaguarda de las riberas fluviales contra la erosión.

La ubicación precisa de los deflectores se determinará mediante el conocimiento, juicio y experiencia de los participantes en el proyecto. A continuación, se presentan algunos ejemplos ilustrativos.



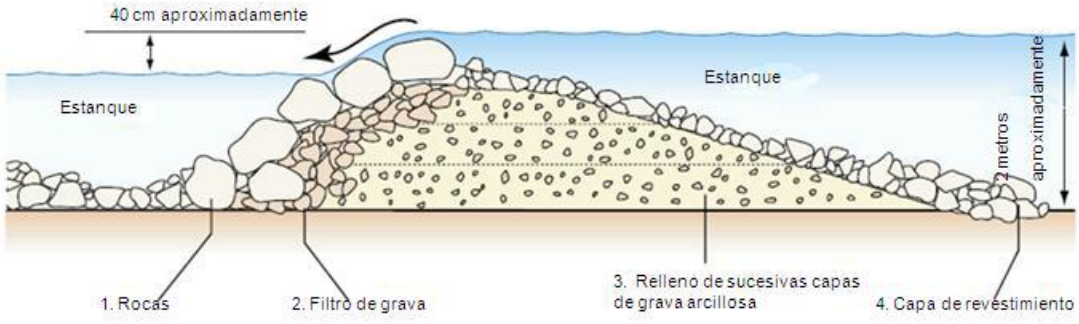
Fuente: Wesche, 1985

f. Azudes: Se trata de pequeñas presas de perfil bajo, comúnmente utilizadas para generar o profundizar pozas y para la captura y retención de gravas, mejorando así los frezaderos naturales en ríos con pronunciadas pendientes. La construcción de azudes se lleva a cabo empleando piedras, troncos o gaviones, con la inclusión de un vertedero diseñado para facilitar el paso de peces migratorios durante periodos de aguas bajas. La forma del azud puede ser recta o angular, siendo esta última opción más ventajosa, ya que ofrece una mejor protección de los anclajes laterales. Para la creación efectiva de frezaderos, se recomienda la disposición de dos azudes cercanos, de modo que el lecho del azud más alto esté al nivel del desagüe más bajo.



Fuente: Gonzales, M. y García, D., 2001

g. Disposición de bolos y berruecos: La colocación estratégica de grandes piedras actúa como protección durante las intensas crecidas, ya que estas no son arrastradas, además de servir como cobertura y refugio para los peces, así como zonas de cría para los alevines. Esta disposición contribuye a estabilizar los taludes de las orillas y a crear refugios y áreas de cobertura fundamentales para la vida acuática.



Fuente: Adaptado de The River Restoration Centre, 2002

3.1Requiere estudio	Si	No
	X	

3.2 Descripción del estudio.

Los estudios requeridos se detallan a continuación:

1. Hidrología: Se inicia con un análisis del régimen hidrológico, caracterizando las crecientes máximas esperadas, condiciones medias y mínimas. Este proceso implica estimar la magnitud de los flujos máximos para frecuencias de 50 y 100 años mediante métodos estadísticos. Comúnmente, se utiliza la creciente de

los 100 años para el diseño debido a su probabilidad relativamente baja de ocurrencia. Definir un caudal máximo de diseño es crucial, y las curvas de caudal, frecuencia y duración de las inundaciones son herramientas esenciales para definir zonas de revegetación en los bancos y determinar periodos de bajo riesgo para la construcción.

2. Hidráulica: Se calcula la fuerza tractiva de la corriente en las riberas y el fondo del canal, basándose en la pendiente y profundidad del agua del canal. Estos valores son esenciales para especificar revestimientos adecuados que protejan la vegetación. Además, se evalúa la potencia hidráulica, considerando que cada corriente dispone de energía para modificar la morfología de su cauce. Esta energía potencial se evalúa mediante la potencia hidráulica por unidad de superficie del lecho, definida como el trabajo realizado por la tensión de arrastre sobre el fondo, o como la energía potencial que se puede utilizar para el transporte de la carga de fondo (Gonzales, M. y García, D., 2001).

3. Geomorfología: Se identifica la dinámica histórica de la corriente y se prevé la inestabilidad futura del cauce. Cambios geomorfológicos, como alteraciones en el régimen de sedimentos y degradación de la vegetación de la orilla, pueden causar la inestabilidad de los ríos. También es crucial identificar las secuencias de rápidos y remansos, considerando que las pozas sirven como refugios y los rápidos como zonas productoras de alimento para los peces. Se ha estimado un espaciamiento natural de rápidos y remansos alrededor de seis veces la anchura del cauce (Leopold et al, 1964 en Gonzales, M. y García, D., 2001).

4. Requiere estudios de exploración de suelos y ecosistemas	**Si**	**No**
		X

5. Escalabilidad y replicabilidad

Este tipo de acciones puede ser escalable y replicable si se el área de estudio presenta:

- Pérdida de las coberturas vegetales propias de los corredores ecológicos de ronda de las quebradas
- Alteración de los cauces por canalización, alineamiento o encauzamiento, que genera aumento de velocidades.
- Alteración en el esfuerzo cortante causado por la corriente sobre el lecho, y por lo tanto del régimen sedimentológico
- Incremento de los caudales pico de las crecientes y mayor intensidad de los procesos de socavación
- Ensanchamiento del canal por incisión

6. Seguimiento y monitoreo

Entendido el monitoreo como la recolección sistemática y continua de información que permite a los actores involucrados revisar si una intervención va por el camino deseado o está alcanzando los objetivos establecidos (Price-Kelly et al., 2014).

Es necesario tener en cuenta:

- -Escala (Identificar los niveles de aplicación y agregación) de medida, acción, técnica o herramienta.
- El nivel de aplicación del sistema hace referencia al nivel al que se espera se reflejen los resultados.
- Identificar los sectores prioritarios o actores involucrados con la medida, entre los criterios de la identificación son la vulnerabilidad.
- Es necesario definir cada cuanto se va a realizar seguimiento
- Cuál va a ser el sistema o medio para almacenar la información de los seguimientos.

A continuación, se presenta una serie de objetivos globales para el seguimiento del sistema (Fundación Humedales, 2006):

- Caracterizar la condición de los ecosistemas y los sistemas sociales.
- Detectar si la condición está cambiando y definir en qué medida el cambio corresponde a procesos naturales, es producto de acciones humanas, o de una interacción entre ambas (en

el caso del pantano de Martos, la detección de cambios está sujeta a la previa ejecución del plan de restauración).

- Evaluar los cambios en relación con los objetivos de gestión establecidos.
- Identificar umbrales de cambio indeseable con base en los objetivos trazados.
- Comprender el cambio en el contexto de la resiliencia del ecosistema y de la posibilidad de manejarlo.
- Definir los posibles escenarios de acuerdo con el estado y tendencia de los sistemas, y derivar de ellos la formulación de acciones, en especial las directas, que afectan los ecosistemas y aquellas que los afectan a través de relaciones sociales.
- Identificar, con el uso de indicadores de alerta temprana, las necesidades de intervención correctiva.
- Identificar vacíos de conocimiento o información no disponible y proponer formas de acceder a ellos.

Adicionalmente y de manera paralela se plantean objetivos asociados al componente participativo (Fundación Humedales, 2006):

- Promover y facilitar la participación social en el desarrollo de planes
- Identificar los canales de cooperación adecuados para los diferentes actores sociales.
- Avanzar conjuntamente en la búsqueda por la solución de conflictos.
- Asegurar una gestión racional, desarrollando y mejorando los canales de participación existentes.
- Crear nuevas vías de participación que faciliten la vinculación de las comunidades locales.

7. Evaluación

Un enfoque en los resultados de adaptación se refiere a evaluar los cambios que resultan de la implementación de las acciones de adaptación. Es importante reconocer que estos resultados pueden también estar afectados por otros factores. Esto puede incluir evaluar los cambios en la vulnerabilidad, cambios en el bienestar general, y/o capacidad adaptativa aumentada.

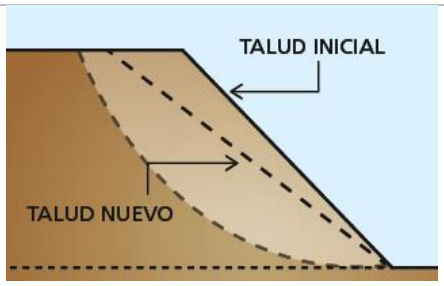
Es importante definir una línea base, para evaluar los cambios.

8. Bibliografía

- CASTAÑEDA, S. y GUARDADO, R., 2006. Análisis de la vulnerabilidad en áreas de inundación del territorio de Sagua de Tánamo, provincia de Holguín, Cuba. Centro de Investigación y Consultoría de GEOCUBA e Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa
- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, 2005. Guía Ambiental para evitar, corregir y compensar los impactos de las acciones de reducción y prevención de riesgos en el nivel municipal.
- WESCHE, T.A., 1985. Stream channel modifications and reclamation structures to enhance fish habitat. Wyoming Water Research Center. University of Wyoming. Laramie, WY.
- THE RIVER RESTORATION CENTRE – RRC, 2002. Manual of River Restoration Techniques, RRC – Web Edition. Inglaterra.
- Price-Kelly, H., Hammill, A., Dekens, J., Olivier, J., & Leiter, T. (2014). Desarrollo de Sistemas Nacionales de Monitoreo y Evaluación de la Adaptación: una Guía. Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo, 64.
- Fundación Humedales (2006). El Sistema de Monitoreo Participativo – SMP en Fúquene. Fundación Humedales. Serie Divulgación Técnica Nº 2-2006.

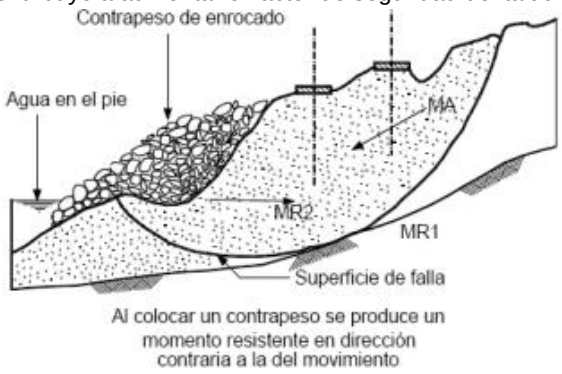
Ficha 8. Restauración en áreas degradadas por remoción en masa y erosión (obras verdes, azules, hibridas)

Plan de Acción Climático	**Acción:** 8	**Subacción:**8.2
	Acción: 8	**Subacción:**8.4
Elemento trasversal: Integración paisajística al territorio		
Matriz de aplicación: Matriz 1- 2 -3		
Servicio ecosistémico para mejorar: Regulación - Servicios culturales		
Desafío Social (UICN): e) Mitigación y adaptación al cambio climático f) Reducción de riesgos de desastres		
Enfoque de SbN: Reducción de Riesgos de Desastres Basada en Ecosistemas (Eco-RRD) Enfoque de infraestructura hibrida		
1.Objetivos: -Recuperar la estructura y funcionamiento de áreas afectadas por remoción en masa o erosión.		
2. Descripción: De acuerdo con los enfoques definidos por la UICN para la aplicación de SbN, la propuesta conceptual para el área directa de la matriz 1,2,3, que se aplica en esta ficha es; Infraestructura en lo que respecta a la infraestructura hibrida. Los fenómenos de remoción en masa se refieren al desprendimiento de rocas, tierra o detritos en una pendiente a causa de la gravedad y comúnmente se conocen o nombran deslizamientos. Pueden ser detonados por lluvias, inundaciones, terremotos u otras causas naturales y acelerados por actividades humanas como corte o rellenos de terrenos y excesivos o inapropiados desarrollos urbanos, debido a ello, es posible que se presenten en áreas desarrolladas o no desarrolladas y en cualquier lugar en que el terreno se ha modificado por carreteras, casas o incluso los espacios con césped o patios de una casa La mitigación de la amenaza por remoción en masa se logra a través de medidas estructurales que buscan controlar o dirigir el curso físico de estos eventos, así como reducir su magnitud y frecuencia.		
3. Definición de actividades: Algunas recomendaciones para el manejo del suelo son las siguientes: **a. Remoción y/o conformación del perfil del terreno o talud:** Se refiere a la reconformación del talud con el fin de incrementar su estabilidad, bien disminuyendo la masa inestable en la corona o aumentando la masa en la base del movimiento. Si se interviene un talud mediante su tendido, esta medida es preventiva, mientras que si se utiliza cuando el talud ha fallado o cuando existe una superficie de falla definida la medida es correctiva. Las técnicas más utilizadas para este fin son: a. <u>Tendido del talud:</u> Se utiliza para abordar deslizamientos de pequeña escala, comúnmente involucrando materiales altamente meteorizados, así como en excavaciones de nuevos cortes como medida preventiva. Al modificar la configuración de la superficie del talud, se busca alcanzar un equilibrio de masas que mitigue las fuerzas impulsoras del desplazamiento, al mismo tiempo que incrementa la longitud del círculo crítico de falla.		



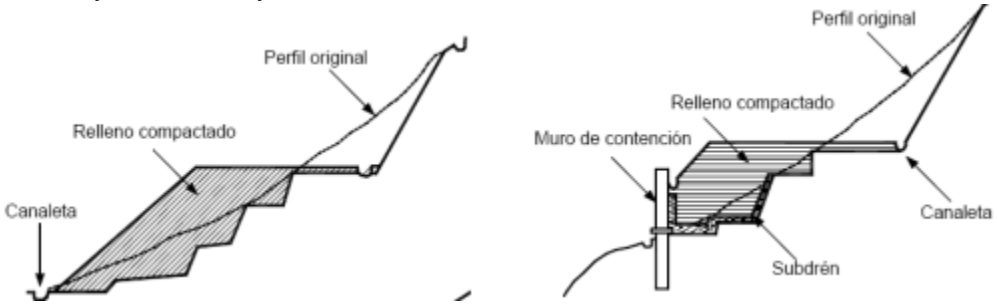
Fuente: Navarro Freixas

b. Construcción de bermas o rellenos de contrapeso: Esta técnica implica la colocación de un peso significativo en la base del talud o en la zona de deslizamiento. Al agregar carga adicional a la base de un deslizamiento rotacional, se generan fuerzas de fricción y un momento resistente opuesto al movimiento, lo que contribuye a aumentar el factor de seguridad del talud.



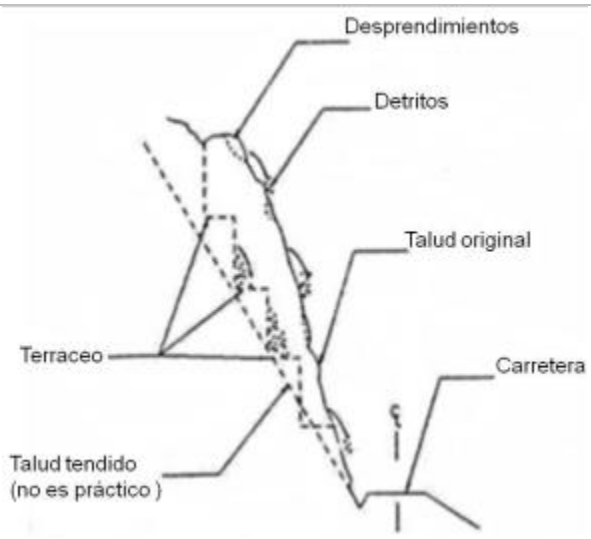
Fuente: Suarez, J., 2005

En la construcción de contrapesos, se pueden emplear diversos materiales como el enrocado, las estructuras de suelo reforzado (muros MSE) o rellenos de materiales comunes. Otra alternativa es la construcción de una berma, que consiste en un terraplén de menor altura situado junto al terraplén principal. Esta berma actúa como contrapeso al aumentar la longitud de la superficie de falla, contribuyendo así a mejorar la estabilidad del talud.



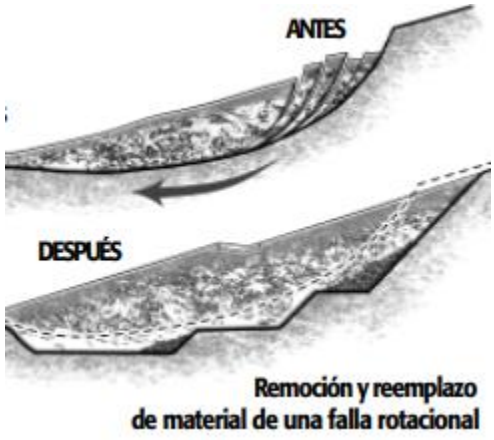
Fuente: Suarez, J., 2001

c. Terraceo: Se utiliza en taludes empinados con el propósito de controlar la erosión y retener detritos generados por pequeños deslizamientos. Su finalidad es prevenir problemas de estabilidad, corregir deslizamientos existentes, reducir la carga sobre la ladera y disminuir la pendiente del terreno. Este método contribuye a mejorar la estabilidad general del talud y a mitigar los riesgos asociados con la erosión y los deslizamientos.



Fuente: Suarez, J., 2001

d. Remoción y reemplazo del material: Corresponde a la remoción del material movilizado superando la superficie de falla y remplazándolo por un material más competente con una mejor distribución como terraceo.



Fuente: MAVDT, 2005

b. Control de drenaje e infiltración: Son obras que permiten controlar o disminuir la presión que ejerce el agua dentro del suelo o la roca, facilitando su circulación y evacuación rápida a través del talud, evitando excesos de presiones y erosión interna. Es un método utilizado en la prevención y corrección en áreas inestables y hace parte de la solución integral en la estabilización del talud.

Estas obras pueden ser implementadas tanto para el manejo de aguas superficiales como en el de aguas subsuperficiales.

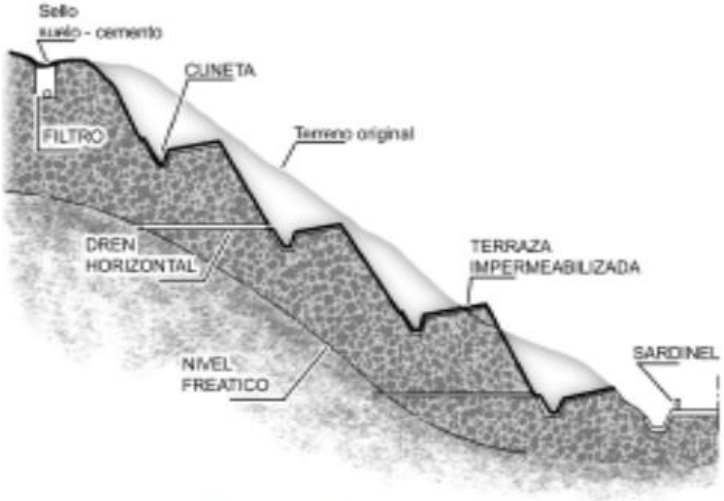
Algunas obras de drenaje para aguas superficiales son:

e. Cunetas
f. Divisorios de agua
g. Explanación del talud para eliminar apozamientos

h. Revestimientos
i. Revegetalización

Algunas obras de drenaje para aguas subsuperficiales son:

j. Filtros en trincheras
k. Drenes horizontales
l. Lechos drenantes
m. Pozos verticales
n. Galerías drenantes



Reconformación del terreno con manejo de aguas de escorrentía superficiales y subsuperficial

Fuente: MAVDT, 2005

c. Estructura de contención para suelos: Las estructuras de contención se diseñan para soportar empujes de tierra y prevenir fallas de taludes en aquellos casos en donde la estabilidad no puede ser garantizada por las condiciones topográficas. Estas obras deben acompañarse de medidas para el control del drenaje. Pueden ser utilizadas como método preventivo o correctivo, sin embargo, su eficiencia es mayor cuando se usa como prevención de deslizamientos.

Las estructuras de contención en suelo son apropiadas para:

o. Corregir movimientos de pequeña magnitud.
p. Controlar movimientos en taludes empinados en la base.
q. Disminuir la extensión de la falla de grandes masas
r. Soportar lateralmente los rellenos para bermas
s. Controlar deslizamientos superficiales
t. Limitar zonas de relleno o préstamo

Dependiendo de la forma y características mecánicas del suelo, existen diferentes tipos de estructuras:

u. Muros de contención: Los muros de contención son estructuras diseñadas para resistir la presión lateral del suelo o el agua y brindar estabilidad a terrenos inclinados. Estos muros se utilizan para

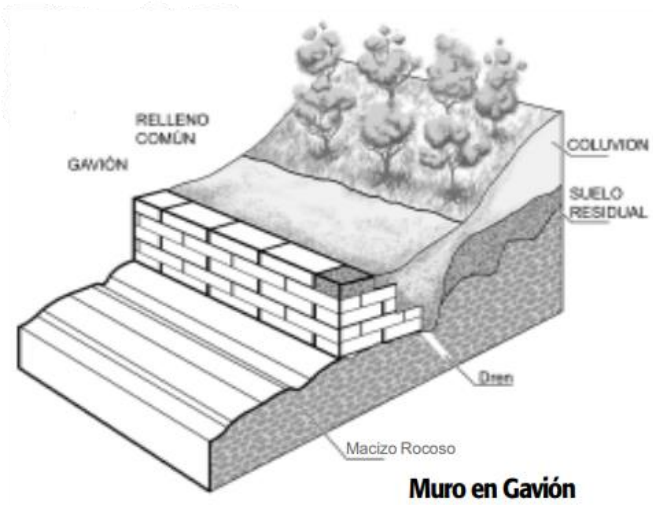
contener y soportar masas de suelo, evitando deslizamientos y redistribuyendo las cargas. Pueden construirse con diversos materiales, como concreto, mampostería, madera, gaviones, o incluso combinaciones de estos, dependiendo de la aplicación específica, las condiciones del sitio y los requisitos de diseño. La elección del material se realiza teniendo en cuenta factores como resistencia, durabilidad, estética y costos.

Muro de contención en madera



Fuente: Timbercret

Los muros en gaviones son una solución muy utilizada en nuestro medio por su relativa flexibilidad ante movimientos del suelo de fundación, por permitir un drenaje fácil y ser construidas con materiales del área haciéndolos especialmente útiles en los taludes adyacentes a ríos y corrientes.

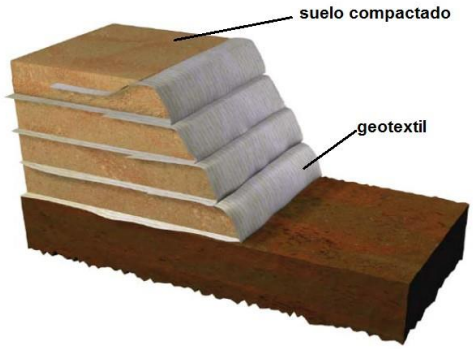


Fuente: MAVDT, 2005

v. Muro en Suelo Reforzado: Es una estructura de contención que utiliza materiales geosintéticos para mejorar la estabilidad del suelo. En este tipo de construcción, se colocan capas de geotextiles, que son tejidos sintéticos resistentes y permeables, entre capas de suelo.

La clave radica en el uso estratégico de estos geotextiles para reforzar el suelo y prevenir la erosión. Los geotextiles actúan como refuerzo al distribuir las cargas y tensiones a lo largo del muro, proporcionando resistencia adicional. Además, ayudan a controlar la erosión al evitar el lavado del suelo y permitir el drenaje adecuado.

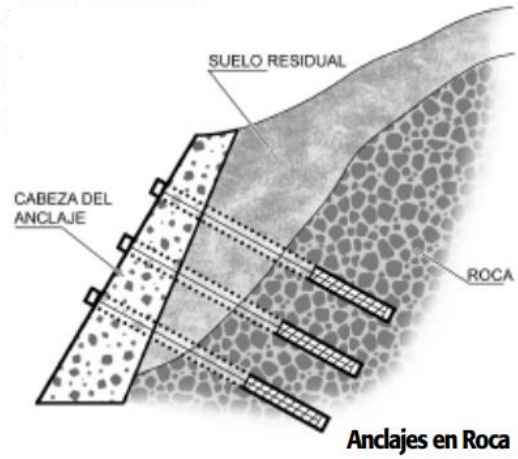
Este enfoque es particularmente útil en áreas donde se necesita una solución de bajo impacto ambiental y se prefiere evitar el uso de concreto o elementos prefabricados. La flexibilidad y adaptabilidad de los geotextiles permiten la construcción de muros eficientes y estables sin depender de estructuras más rígidas.



Fuente: Geotexan

d. Estructura de contención para rocas: Como su nombre lo indica, se utiliza para estabilizar masas rocosas fracturadas y evitar el colapso del talud, la caída de bloques o cuñas Su uso es de carácter preventivo. Los anclajes se pueden emplear solos o con estructuras de contención aumentando las fuerzas resistentes. Dentro de este tipo de obras se encuentran:

w. Anclajes en roca: Los anclajes generalmente consisten en elementos metálicos, como barras o cables, que se insertan en perforaciones realizadas en la roca. Estos anclajes se fijan con resinas o mortero expansivo para proporcionar una conexión segura. Algunas estructuras también pueden incluir mallas o redes de cables que actúan como sistemas de contención adicional al evitar la propagación de fragmentos de roca.



Fuente: MAVDT, 2005

x. Revestimiento flexible con malla: Consiste en la instalación de una malla flexible sobre la superficie del macizo rocoso para prevenir la erosión, desprendimientos o caídas de fragmentos. Esta malla

generalmente está fabricada con materiales resistentes, como cables de acero de alta resistencia o materiales sintéticos.

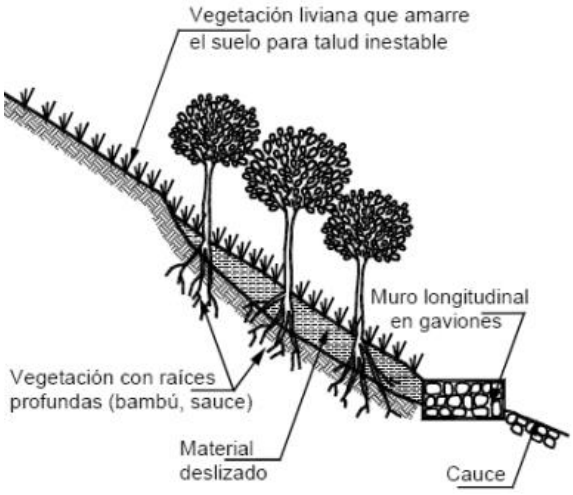
El proceso de instalación implica la fijación de la malla sobre la superficie rocosa mediante anclajes, pernos o sistemas de sujeción. La malla actúa como una barrera física que ayuda a retener los fragmentos de roca, evitando su desprendimiento y reduciendo la posibilidad de daños a infraestructuras o áreas circundantes.



Fuente: Arrigo Gabbioni

e. Protección de la superficie del talud con vegetación: La erosión producida por la lluvia se puede controlar algunas veces, con el mantenimiento de buenas coberturas vegetales. Para ello es posible emplear la siembra de arvenses o coberturas nobles, especies arbustivas y/o arbóreas de poca altura, que cubran y protejan el suelo del impacto directo de las gotas de lluvia.

La vegetación como cobertura de la superficie del talud cumple las funciones de: disminuir la velocidad de agua, disipar su energía, y actuar como filtro superficial Las técnicas de revegetalización combinadas con las estructuras inertes de ingeniería como gaviones y muros, se integran y complementan mejorando la respuesta de las obras a la estabilización de un área. En general, la revegetalización representa un impacto positivo para el medio ambiente de la zona a intervenir.



Fuente: Suarez, J., 2001

3.1Requiere estudio	Si	No
	X	

3.2 Descripción del estudio.

Para implementar esta práctica deben realizarse los siguientes estudios

Un estudio topográfico detallado, que incluya un levantamiento topográfico completo, ayudará a comprender la configuración del terreno, identificar laderas y cauces de agua, y destacar otras características topográficas relevantes.

Es esencial llevar a cabo un estudio geológico completo, que incluya la identificación y caracterización detallada de la geología regional y local, así como un análisis de la litología y estructuras geológicas presentes en la zona de interés. Este estudio también deberá evaluar la historia geológica y eventos sísmicos en la región. Se debe generar el perfil estratigráfico del talud objeto de estudio

Un estudio geotécnico detallado es fundamental para comprender las propiedades físicas y mecánicas cada uno de los materiales identificados, esto proporcionará información crucial sobre la estabilidad del terreno. Adicionalmente se debe identificar desde este componente el mecanismo de falla del talud y con base en esto y el tipo de material proponer las obras de contención necesarias.

En el ámbito hidrológico, se debe realizar un análisis del régimen de lluvias, intensidad, duración y frecuencia de eventos pluviales, junto con un modelado hidrológico para comprender la dinámica del agua en la zona. La infiltración del agua en el suelo y su impacto en la estabilidad deben ser cuidadosamente evaluados.

También es necesario llevar a cabo un estudio de inclinación y erosión para evaluar la inclinación de las laderas y las áreas propensas a la erosión, identificando condiciones que podrían desencadenar deslizamientos.

El análisis de la cobertura vegetal y su impacto en la estabilidad del suelo, así como la capacidad de las raíces para anclar el suelo y prevenir la erosión, es otro aspecto crítico que debe abordarse en un estudio integral.

4. Requiere estudios de exploración de suelos y ecosistemas	Si	No
	X	

5. Escalabilidad y replicabilidad

Este tipo de acciones puede ser escalable y replicable si se el área de estudio presenta:

- Pérdida de las coberturas vegetales propias de los corredores ecológicos de ronda de las quebradas
- Alteración de los cauces por canalización, alineamiento o encauzamiento, que genera aumento de velocidades.
- Alteración en el esfuerzo cortante causado por la corriente sobre el lecho, y por lo tanto del régimen sedimentológico
- Incremento de los caudales pico de las crecientes y mayor intensidad de los procesos de socavación
- Ensanchamiento del canal por incisión

6. Seguimiento y monitoreo

Entendido el monitoreo como la recolección sistemática y continua de información que permite a los actores involucrados revisar si una intervención va por el camino deseado o está alcanzando los objetivos establecidos (Price-Kelly et al., 2014).

Es necesario tener en cuenta:

- Escala (Identificar los niveles de aplicación y agregación) de medida, acción, técnica o herramienta.
- El nivel de aplicación del sistema hace referencia al nivel al que se espera se reflejen los resultados.

- Identificar los sectores prioritarios o actores involucrados con la medida, entre los criterios de la identificación son la vulnerabilidad.
- Es necesario definir cada cuanto se va a realizar seguimiento
- Cuál va a ser el sistema o medio para almacenar la información de los seguimientos.

A continuación, se presenta una serie de objetivos globales para el seguimiento del sistema (Fundación Humedales, 2006):

- Caracterizar la condición de los ecosistemas y los sistemas sociales.
- Detectar si la condición está cambiando y definir en qué medida el cambio corresponde a procesos naturales, es producto de acciones humanas, o de una interacción entre ambas (en el caso del pantano de Martos, la detección de cambios está sujeta a la previa ejecución del plan de restauración).
- Evaluar los cambios en relación con los objetivos de gestión establecidos.
- Identificar umbrales de cambio indeseable con base en los objetivos trazados.
- Comprender el cambio en el contexto de la resiliencia del ecosistema y de la posibilidad de manejarlo.
- Definir los posibles escenarios de acuerdo con el estado y tendencia de los sistemas, y derivar de ellos la formulación de acciones, en especial las directas, que afectan los ecosistemas y aquellas que los afectan a través de relaciones sociales.
- Identificar, con el uso de indicadores de alerta temprana, las necesidades de intervención correctiva.
- Identificar vacíos de conocimiento o información no disponible y proponer formas de acceder a ellos.

Adicionalmente y de manera paralela se plantean objetivos asociados al componente participativo (Fundación Humedales, 2006):

- Promover y facilitar la participación social en el desarrollo de planes
- Identificar los canales de cooperación adecuados para los diferentes actores sociales.
- Avanzar conjuntamente en la búsqueda por la solución de conflictos.
- Asegurar una gestión racional, desarrollando y mejorando los canales de participación existentes.
- Crear nuevas vías de participación que faciliten la vinculación de las comunidades locales.

7. Evaluación

Un enfoque en los resultados de adaptación se refiere a evaluar los cambios que resultan de la implementación de las acciones de adaptación. Es importante reconocer que estos resultados pueden también estar afectados por otros factores. Esto puede incluir evaluar los cambios en la vulnerabilidad, cambios en el bienestar general, y/o capacidad adaptativa aumentada.
Es importante definir una línea base, para evaluar los cambios.

8. Bibliografía

- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, 2005. Guía Ambiental para evitar, corregir y compensar los impactos de las acciones de reducción y prevención de riesgos en el nivel municipal.
- AL-TOP, NAVARRO, C. Auscultación de laderas inestables en minería y obra civil.
- THE RIVER RESTORATION CENTRE – RRC, 2002. Manual of River Restoration Techniques, RRC – Web Edition. Inglaterra.
- SUÁREZ D., J., 2001. Control de erosión en zonas tropicales. Universidad Industrial De Santander Bucaramanga. Instituto De Investigaciones Sobre Erosión Y Deslizamientos. Colombia
- CASTAÑEDA, S. y GUARDADO, R., 2006. Análisis de la vulnerabilidad en áreas de inundación del territorio de Sagua de Tánamo, provincia de Holguín, Cuba. Centro de Investigación y Consultoría de GEOCUBA e Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa
- Price-Kelly, H., Hammill, A., Dekens, J., Olivier, J., & Leiter, T. (2014). Desarrollo de Sistemas Nacionales de Monitoreo y Evaluación de la Adaptación: una Guía. Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo, 64.
- •Fundación Humedales (2006). El Sistema de Monitoreo Participativo – SMP en Fúquene.

Fundación Humedales. Serie Divulgación Técnica Nº 2-2006.

Ficha 9. Recuperación de corredores de actividad agropecuaria

Plan de Acción Climático	**Acción:** 7	**Subacción:**7.3
Elemento trasversal: Agricultura Urbana Sostenible		
Matriz de aplicación: Matriz 2		
Servicio ecosistémico para mejorar: Regulación - Servicios culturales		
Plan de Acción Climático	**Acción:** 7	**Subacción:**7.3

Desafío Social (UICN):

a) Seguridad alimentaria
b) Desarrollo económico y social

Enfoque de SbN:
Adaptación Basada en Ecosistemas

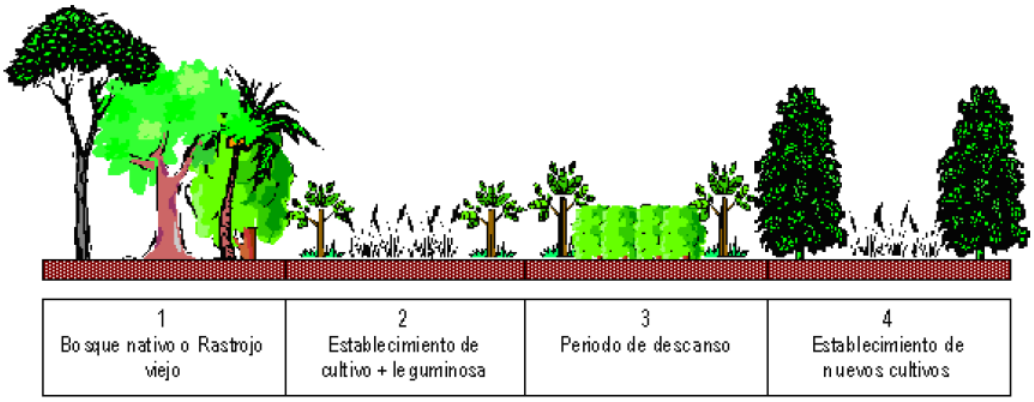
1.Objetivos:
-Recuperar la estructura y funcionamiento de los ecosistemas presentes de los corredores con actividad agropecuaria.

2. Descripción:
De acuerdo con los enfoques definidos por la UICN para la aplicación de SbN, la propuesta conceptual para el área directa de la matriz 2, que se aplica en esta ficha es; Protección en lo que respecta a medidas de conservación.

Hace referencia a la recuperación de los corredores de las quebradas que han sido modificados por actividad agropecuaria, a través de sistemas agroforestales, los cuales constituyen una alternativa de producción pecuaria donde interactúan leñosas perennes (árboles y/o arbustos) con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales) bajo un sistema de manejo integral (Ibrahim et al., 1996)

3. Definición de actividades:

Sistemas agrosilvícolas
a. Cultivos en Callejones*:* cambia un sistema tradicional de tumba (en algunas ocasiones con quema como en el área de la microcuenca), siembra y barbecho a un sistema de barbecho mejorado con un mejoramiento de biomasa incorporando leguminosas arbustivas y arbóreas en cultivos de callejones que suministren materia orgánica y nitrógeno, esto aumenta los tiempos de productividad del suelo ejerciendo menos presión sobre las áreas boscosas.



Fuente: Corpoamazonia, 2006

b. Huertos caseros mixtos: frutales, cultivos medicinales, hortalizas, animales. buscan ofrecer opciones sostenibles para el uso del suelo, haciendo énfasis en coberturas permanentes que brinden alternativas

económicas, junto con los sistemas productivos amigables, tanto con la dinámica hídrica como con la fauna de la región.

Adicionalmente diversifican el paisaje, realizan toma de nutrientes decapas profundas del suelo, brindan sombra parcial, conservan la humedad del suelo, conservan biodiversidad frutal cultivada, producen leña y madera, potencian la agroindustria y empleo rural.

Las especies que se pueden utilizar incluyen arbóreas y bejucosas. Bajo los árboles es posible desarrollar prácticas agrícolas de bajo impacto, como la producción de especies aromáticas.

Es posible realizar combinaciones de árboles con frutales y cultivos de pancoger y tener un uso más rentable del terreno. Además de mejorar la calidad de los otros cultivos, los árboles sirven de protección y generan una mayor producción de biomasa vegetal, favorecen procesos de reciclaje de nutrientes y reducen costos por fertilización. La biomasa que aportan los árboles puede servir como fuente de proteína para el ganado (hojas, ramas o frutos), así como madera para leña o carpintería.

Sistemas Silvopastoriles:

Sistema agroforestal, en donde se da un manejo controlado de ganadería, con pasturas y plantación de árboles. Los arreglos silvopastoriles se plantean como una alternativa para el mejoramiento de la actividad ganadera en las zonas de sabana, de vegas y en laderas con pendientes moderadas. En este tipo de arreglos se realiza la siembra directa y simultánea de semillas de pasturas (gramíneas y leguminosas) y semillas o plántulas de árboles, preferiblemente fijadores de nitrógeno o la introducción de árboles en pasturas ya establecidas.

En el caso de pasturas ya establecidas donde se desee introducir árboles y seguir aprovechando los pastos, se pueden plantar árboles procedentes de vivero de más de 50 cm de altura y protegerlos con estacas de más de 1.50 m, para evitar daños por parte del ganado. Una opción puede ser utilizar cercas eléctricas para aislar las siembras nuevas, pero esto aumenta los costos (CIPAV, 2004).

Se consideran dos (2) arreglos de Sistemas silvopastoriles:

a. *Cercas vivas y barreras cortavientos:* Este sistema permite lograr conectividad entre coberturas naturales, a través de líneas de árboles y arbustos establecidos en tierras productivas. Es muy utilizado para disminuir los costos de construcción de los cercos y al mismo tiempo sirve como una fuente de forraje para los animales. Se recomienda la combinación de una especie arbórea y una arbustiva, para que el sistema logre reducir eficientemente el efecto de corrientes de aire y las heladas sobre los cultivos, permiten atraer avifauna y producen servicios importantes como la sombra para los animales. Las especies que se utilizan son generalmente multipropósito y se busca que provean tanto madera como frutos, que se pueden aprovechar comercialmente.

El patrón de plantación debe ser a los tres bolillos y con dos estratos: medio y alto, los que deben conformar dos surcos; la distancia de plantación depende de las especies a utilizar, pero es recomendable que los árboles estén distanciados 5 metros y los arbustos o arbolitos 2 metros. Con esto no se requeriría hacer entresacas, pues los árboles contarían con suficiente área para no competir.

Las especies que pueden ser utilizadas en esta práctica son:

Nombre	Nombre Científico	Hábito
Aliso	Alnus acuminata	Árbol
Cedro	Cedrela montana	Árbol
Acacia	Acacia decurrens	Árbol
Pino	Pinus patula	Árbol
Garrocho	Viburnum triphyllum	Arbolito
Arrayán	Myrcianthes leucoxyla	Arbolito
Lulo	Solanum quitoense	Arbusto
Chilco	Baccharis latifolia	Arbusto

Fuente: Tomado de CI-EAAB, 2010

b. Sombrío con árboles dispersos en potreros: Algunas especies arbóreas son usadas con este propósito por campesinos y agricultores. Generalmente se caracterizan por poseer copas amplias y en la mayoría de los casos presentan otras cualidades benéficas como son alejar plagas o aportar nitrógeno al suelo. En esta modalidad, el objetivo principal es la producción ganadera y el objetivo secundario, la producción de madera, leña, frutas, etc.

Los árboles se deben distribuir en el lote a una distancia de 6 x 6 m. en cuadrado o triángulo. Si estos se siembran en triángulo se aumenta la densidad en 15%.

Se debe pensar en cercar cada arbolito en las primeras etapas de su crecimiento o utilizar cualquier tipo de ayuda que evite que las vacas los consuman (repelentes naturales).

Al distribuir los árboles en un lote de 3.200 m2, sembrando en cuadrado se tendrían 88 árboles dispersos en el lote. Si la siembra se hace en triángulo se tendían 102 individuos.

Los arbolitos se deben proteger del ganado, cercándolos temporalmente con alambre de púas formando un triángulo con 2 hiladas de alambre de púas y estacas de 1,50 cm, o cubriéndolos con lonas, también se puede utilizar, para reducir el costo de cercar, repelentes como estiércol (2 o 3 litros) disueltos en 20 litros de agua y rociar los arbolitos con esta mezcla.

Nombre	Nombre Científico	Hábito
Aliso	Alnus acuminata	Árbol
Cedro de Altura	Cedrela montana	Árbol
Tibar	Escallonia paniculata	Arbolito
Cedro	Cedrela odorata	Árbol
Acacia	Acacia decurrens	Árbol
Pino	Pinus patula	Árbol
Varablanca	Aegiphila grandis	Árbol
Moho	Cordia alliodora	Árbol
Chachafruto	Erythrina edulis	Árbol
Cámbulo	Erythrina poeppigiana	Árbol
Nacedero	Trichanthera gigantea	Arbolito
Guamo	Inga codonantha	Árbol
Guamo macheto	Inga densiflora	Arbolito

Fuente: Tomado de CI-EAAB, 2010

3.1Requiere estudio	**Si**	**No**
	X	

3.2 Descripción del estudio.

Se recomienda que antes de implementar los sistemas agroforestales, los predios inicien un proceso de ordenamiento, donde se evalúe el uso existente y se definan las zonas que deberán permanecer en conservación, las que serán objeto de acciones de restauración de la cobertura forestal, las ocupadas para infraestructura y vivienda, y las que pueden ser objeto de actividades de producción sostenible.

Para tal fin se deberán tener en cuenta las características especiales de cada predio, en cuanto a pendientes, suelos, amenazas, procesos erosivos, deslizamientos, etc. Luego se dará aplicación de alguno de los arreglos silvopastoriles propuestos.

4. Requiere estudios de exploración de suelos y ecosistemas	**Si**	**No**
		X

5. Escalabilidad y replicabilidad

Este tipo de acciones puede ser escalable y replicable si se el área de estudio presenta:

- Pérdida de las coberturas vegetales propias de los corredores ecológicos de ronda de las quebradas
- Alteración de los cauces por canalización, alineamiento o encauzamiento, que genera aumento de velocidades.
- Alteración en el esfuerzo cortante causado por la corriente sobre el lecho, y por lo tanto del régimen sedimentológico
- Incremento de los caudales pico de las crecientes y mayor intensidad de los procesos de socavación
- Ensanchamiento del canal por incisión

6. Seguimiento y monitoreo

Entendido el monitoreo como la recolección sistemática y continua de información que permite a los actores involucrados revisar si una intervención va por el camino deseado o está alcanzando los objetivos establecidos (Price-Kelly et al., 2014).

Es necesario tener en cuenta:

- Escala (Identificar los niveles de aplicación y agregación) de medida, acción, técnica o herramienta. El nivel de aplicación del sistema hace referencia al nivel al que se espera se reflejen los resultados.
- Identificar los sectores prioritarios o actores involucrados con la medida, entre los criterios de la identificación son la vulnerabilidad.
- Es necesario definir cada cuanto se va a realizar seguimiento
- Cuál va a ser el sistema o medio para almacenar la información de los seguimientos.

A continuación, se presenta una serie de objetivos globales para el seguimiento del sistema (Fundación Humedales, 2006):

- Caracterizar la condición de los ecosistemas y los sistemas sociales.
- Detectar si la condición está cambiando y definir en qué medida el cambio corresponde a procesos naturales, es producto de acciones humanas, o de una interacción entre ambas (en el caso del pantano de Martos, la detección de cambios está sujeta a la previa ejecución del plan de restauración).
- Evaluar los cambios en relación con los objetivos de gestión establecidos.
- Identificar umbrales de cambio indeseable con base en los objetivos trazados.
- Comprender el cambio en el contexto de la resiliencia del ecosistema y de la posibilidad de manejarlo.
- Definir los posibles escenarios de acuerdo con el estado y tendencia de los sistemas, y derivar de ellos la formulación de acciones, en especial las directas, que afectan los ecosistemas y aquellas que los afectan a través de relaciones sociales.
- Identificar, con el uso de indicadores de alerta temprana, las necesidades de intervención correctiva.
- Identificar vacíos de conocimiento o información no disponible y proponer formas de acceder a ellos.

Adicionalmente y de manera paralela se plantean objetivos asociados al componente participativo (Fundación Humedales, 2006):

- Promover y facilitar la participación social en el desarrollo de planes
- Identificar los canales de cooperación adecuados para los diferentes actores sociales.
- Avanzar conjuntamente en la búsqueda por la solución de conflictos.
- Asegurar una gestión racional, desarrollando y mejorando los canales de participación existentes.
- Crear nuevas vías de participación que faciliten la vinculación de las comunidades locales.

7. Evaluación

Un enfoque en los resultados de adaptación se refiere a evaluar los cambios que resultan de la implementación de las acciones de adaptación. Es importante reconocer que estos resultados pueden también estar afectados por otros factores. Esto puede incluir evaluar los cambios en la vulnerabilidad, cambios en el bienestar general, y/o capacidad adaptativa aumentada.

Es importante definir una línea base, para evaluar los cambios.

8. Bibliografía

- CONSERVACIÓN INTERNACIONAL-ACUEDUCTO DE BOGOTÁ. 2010. Diseño del corredor de conservación Chingaza-Sumapaz- Cerros Orientales – Páramo de Guerrero. Programa de restauración. Informe final. Bogotá.
- SDA, 2009. Manual de procesos y procedimientos para formular e implementar programas y proyectos de restauración ecológica, rehabilitación ecológica o recuperación ambiental, así como efectuar su evaluación y seguimiento en el Distrito Capital. Bogotá.
- DÍAZ, A. 2003. Competencia entre pastos exóticos y plantas nativas: una estrategia para la restauración del bosque alto andino. Trabajo de grado.
- Price-Kelly, H., Hammill, A., Dekens, J., Olivier, J., & Leiter, T. (2014). Desarrollo de Sistemas Nacionales de Monitoreo y Evaluación de la Adaptación: una Guía. Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo, 64.
- Fundación Humedales (2006). El Sistema de Monitoreo Participativo – SMP en Fúquene. Fundación Humedales. Serie Divulgación Técnica Nº 2-2006.

Ficha 10. Estrategia de separación de residuos sólidos.

Plan de Acción Climático	**Acción Mitigación:** 9	**Subacción: 9.9**
Elemento trasversal: Agricultura Urbana Sostenible		
Matriz de aplicación: Matriz 1- 2-3		
Servicio ecosistémico para mejorar: Abastecimiento		
Desafío Social (UICN): a) Seguridad alimentaria b) Desarrollo económico y social		
Enfoque de SbN: Adaptación Basada en Ecosistemas		
1.Objetivos: - Generar una estrategia de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos que contribuya seguridad alimentaria.		
2. Descripción: De acuerdo con los definidos por la UICN para la aplicación de SbN, la propuesta conceptual para el área directa de la matriz 1,2,3, que se aplica en esta ficha es; al desafío de seguridad alimentaria. Para el 2019 en el país se dispusieron 11.5 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos de los cuales el 61% (7 millones de toneladas) fueron de carácter orgánico (SSPD, 2020). Bogotá, genera en promedio 8300 t/día de residuos según datos al 2023 (UAESP), ocupando el primer lugar en el país en generación, en lo concerniente al porcentaje de reciclaje es de 18% (1454 toneladas), y de acuerdo con los porcentajes de composición de los residuos, los más representativos son; orgánicos con el 51,3%, plásticos con 16,8% y cartón con 13,6% (Consorcio NCU – UAESP, 2017). En el área de estudio una de las problemáticas evidenciadas en la visita de campo y en los diferentes documentos consultados es la disposición inadecuada de residuos sólidos. Buscando brindar una alternativa, se propone el aprovechamiento de los residuos orgánicos para esta problemática. A nivel de instrumentos de política el actual Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2020 se incluyen los programas de residuos orgánicos, aprovechamiento e inclusión a recicladores, en los que se definen subacciones concretas para el desarrollo de la acción. Además, el aprovechamiento de material reciclable y residuos orgánicos está contemplado dentro de las metas en la Política de Ecourbanismo y Construcción Sostenible y los del Programa Cuidado y Mantenimiento del Ambiente Construido del Plan Distrital de Desarrollo.		
3. Definición de actividades: **Herramientas.** **Pacas Digestoras** Las pacas son una técnica de compostaje para obtener abono mediante un proceso de fermentación que no genera malos olores y no atrae roedores ni moscas si se hace de manera adecuada, constituyendo una biotecnología ecológicamente limpia y eficiente. El abono resultante es útil para procesos de agricultura urbana y ayuda a promover autonomía en las comunidades que lo implementan. Mediante esta técnica se contribuye al reciclaje orgánico saludable que permite procesar alrededor de media tonelada de residuos orgánicos, que en caso contraria sería llevados a un relleno sanitario. La paca digestora es un sistema de compostaje anaeróbico (sin presencia de oxígeno) que fermenta la materia orgánica a través del prensado manual de los residuos. En una paca de un metro cúbico entran hasta		

500 kg de materia orgánica, la cual no genera malos olores y permite compostar hasta las heces de perros y gatos, a diferencia de los otros sistemas que no permiten realizarlo con heces de animales ni residuos orgánicos de todo tipo (como cárnicos y restos de comida).

El proceso inicia con la definición del espacio en el que se realizará la paca, se verifica que haya una correcta separación (desechos de jardinería y cocina).

Pasos:

- Fabricación del molde: Cuatro láminas de madera de un metro de largo por un metro de ancho, sin tapa ni base. También se puede hacer un molde de menor altura (alrededor de 40 cm), el cual a medida que se va llenando, la paca va subiendo.

-Armado de la base de la paca: Una vez armado el molde, este debe ser colocado en un lugar abierto con buen espacio, preferiblemente en una zona verde, un parque o un jardín urbano, que permita la entrada y salida de agua.

-En la base se agrega ramas de jardín cruzadas como una rejilla aislándola de la humedad del suelo, actuando como sistema de drenaje.

-Antes de incorporar los residuos al interior del molde, se deben sacar las proporciones tanto de los residuos orgánicos como los de jardín para que sean equivalentes (50% de cada uno).

-Incorporación de los residuos de jardín: La segunda capa de la paca digestora está compuesta por los residuos de jardín recolectados. Se coloca una buena cantidad distribuida de manera uniforme en la paca. (Hojas secas y verdes, hierba, ramas).

- EL material debe ser muy bien prensado, de forma que quede atrapado la menor cantidad de oxígeno entre los materiales que se han dispuesto. Se puede utilizar un palo e incluso los pies bien sea saltando o marchando dentro de la paca para prensar los residuos.

- Incorporación de los residuos orgánicos: Una vez prensados los residuos de jardín se agrega un poco más de estos mismos residuos (hojas secas y verdes, hierba, ramas) solo en los bordes de la paca, como si fuera una especie nido, dejando el centro libre para colocar los residuos orgánicos.

-Se incorpora pasto y hojas a medida que los vayas generando. Los restos orgánicos de la cocina tendrán su lugar en el centro de la paca, en un espacio (tipo nido) que vas a ir tapando con el pasto y hojas de los costados.

-Una vez llena, se prensa bien todo el contenido y se saca todo el aire.

-Cuando la paca este llena a un metro de altura es importante finalizarla con una capa compacta de residuos de jardín o flores. Si se desea una apariencia de jardín, en esa capa final también se pueden sembrar plantas, de modo que crezcan absorbiendo nutrientes de la paca.

-Se desmolda la paca sacándolo por arriba o desarmándolo por el lado y se puede comenzar el proceso en otro sitio del jardín. El cubo que quedó tardará entre 5 y 6 meses en convertirse en tierra.

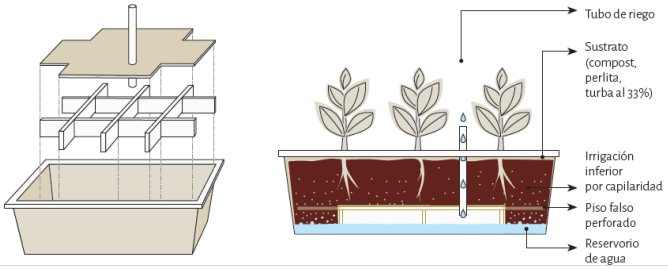
	
Disposición de residuos orgánicos en la paca digestora (SILVA, G. 2022)	Tipo de residuos orgánicos ingresados a la paca digestora (SILVA, G. 2022)
	
Propuesta de Paca Digestora (SILVA, G. 2022)	Resultado de la Paca Digestora (SILVA, G. 2022)
	
Resultado de la Paca Digestora (SILVA, G. 2022)	Resultado de la Paca Digestora (SILVA, G. 2022)

Contenedores.

En el caso de la ciudad, tanto el deterioro de los suelos como la falta de espacio son factores que alentaron la búsqueda de alternativas de producción diferentes del cultivo tradicional sobre suelo. En esa línea, las huertas en contenedores también permiten reutilizar muchos materiales inorgánicos y orgánicos que suelen desecharse en los hogares. Las huertas urbanas también podrían ayudar a aprovechar mejor el agua, evitar inundaciones, amortiguar el impacto de las altas temperaturas y construir un refugio natural para la flora y fauna autóctonas. Y hasta, incluso, se presentan como un medio para recuperar los saberes de nuestros antecesores y compartirlos con las nuevas generaciones. (Schonwald & Pescio, 2015).

De acuerdo con el programa Agricultura Urbana del Jardín Botánico José Celestino indica un nuevo grupo de contenedores para el cultivo de especies que permite optimizar no solamente recursos, sino que además mejorar el aprovechamiento de los espacios.

	
Canecas de 20 litros de capacidad: recomendada para el cultivo de las especies del género Brassica (brócoli y coliflor) y cebolla. CEPERO., L. D. A. G. M. F. S. (2011).	Botellas de 2 litros de capacidad: recomendada para el cultivo de arveja. CEPERO., L. D. A. G. M. F. S. (2011).
	
Tubulares verticales y horizontales hechos en polietileno: el modelo vertical es recomendado para el cultivo de la fresa y el modelo horizontal para cultivos de las especies del género Brassica (brócoli y coliflor) y fresa. CEPERO., L. D. A. G. M. F. S. (2011).	Cualquier contenedor puede ser utilizado para producir alimentos, siempre y cuando no haya almacenado sustancias tóxicas o nocivas. Es fundamental realizar perforaciones en la base del envase para favorecer el drenaje del agua de riego (Schonwald & Pescio, 2015).
	
Cultivo con envases de helados (Schonwald & Pescio, 2015).	El cultivo vertical evita las enfermedades causadas por los hongos del suelo y le permite al productor independizarse de las condiciones de la superficie (Schonwald & Pescio, 2015).



El contenedor autoirrigable permite el almacenaje de agua y facilita las tareas de riego, sobre todo durante el verano (Schonwald & Pescio, 2015).

Ruta selectiva

La definición de una ruta selectiva es importante para que los residuos no se mezclen, esto dependerá del esquema y la empresa que opere en la zona, los residuos orgánicos deberán ser entregados en los días definidos. En algunos municipios próximos a la sabana de Bogotá se cuenta con experiencias en la implementación para este tipo de rutas, un caso se presenta en el Municipio de Chía, la estrategia definida para la implementación fue iniciar en unos sectores, luego se fue replicando a otros, esta estrategia, se acompañó de la entrega de un recipiente y de una estrategia de divulgación orientada a brindar aportes pedagógicos, enfocados hacia la educación ambiental, concientizando a cada ciudadano acerca de las repercusiones y efectos positivos que trae la correcta separación de los residuos (Alcaldía Municipal Chía, 2021). En el municipio de Cajicá, mediante el PGIRS se tiene el programa basado en el buen manejo y aprovechamiento de residuos sólidos llamado “Caneca Verde”, con ese programa se ha logrado disminuir en un 27% los residuos que son llevados al relleno sanitario, el aprovechamiento del material reciclable en un 30% y también un aprovechamiento del 19% en procesos de compostaje. Los logros alcanzados en este municipio dependieron de:

1. Definición de ruta selectiva para residuos orgánicos y no aprovechables
2. Vinculación de recuperadores ambientales formales e informales
3. Capacitación a los usuarios (sector residencial, comercial, de servicios, industrial)
4. Entrega de canecas verdes a todos los usuarios, estas se renuevan cada 4 años
5. Cada mes se entrega una bolsa que contiene 2 kilos de bokashi para evitar olores, vectores, y acelerar el proceso de descomposición.
6. Definición de un punto para el aprovechamiento (Planta de compostaje)

Definición de áreas de aprovechamiento

La definición del área de aprovechamiento dependerá de la estrategia a implementar y esta a su vez de la escala (barrio, áreas liberadas, andenes, jardines, solares, azoteas y cualquier otro lugar).

3.1Requiere estudio	**Si**	**No**
		X

3.2 Descripción del estudio.

4. Requiere estudios de exploración de suelos y ecosistemas	**Si**	**No**
		X

5. Escalabilidad y replicabilidad

Este tipo de acciones puede ser escalable y replicable si se el área de estudio presenta:

- Problemas de separación de residuos solidos
- Disposición inadecuada de residuos solidos
- Si tiene zonas libres (liberadas) o suelos degradados con posibilidad de implementar recuperación con materia orgánica resultado del compost

- Se tiene zonas habilitadas para la creación de huertas urbanas
- Viviendas interesadas y capacitadas en la separación de

6. Seguimiento y monitoreo

Entendido el monitoreo como la recolección sistemática y continua de información que permite a los actores involucrados revisar si una intervención va por el camino deseado o está alcanzando los objetivos establecidos (Price-Kelly et al., 2014).

Es necesario tener en cuenta:

- Escala (Identificar los niveles de aplicación y agregación) de medida, acción, técnica o herramienta.
- El nivel de aplicación del sistema hace referencia al nivel al que se espera se reflejen los resultados.
- Identificar los sectores prioritarios o actores involucrados con la medida, entre los criterios de la identificación son la vulnerabilidad.
- Es necesario definir cada cuanto se va a realizar seguimiento
- Cuál va a ser el sistema o medio para almacenar la información de los seguimientos.

A continuación, se presenta una serie de objetivos globales para el seguimiento del sistema (Fundación Humedales, 2006):

- Evaluar los cambios en relación con los objetivos de gestión establecidos.
- Identificar umbrales de cambio indeseable con base en los objetivos trazados.
- Identificar, con el uso de indicadores de alerta temprana, las necesidades de intervención correctiva.
- Identificar vacíos de conocimiento o información no disponible y proponer formas de acceder a ellos.

Adicionalmente y de manera paralela se plantean objetivos asociados al componente participativo (Fundación Humedales, 2006):

- Promover y facilitar la participación social en el desarrollo
- Identificar los canales de cooperación adecuados para los diferentes actores sociales.
- Avanzar conjuntamente en la búsqueda por la solución de conflictos.
- Asegurar una gestión racional, desarrollando y mejorando los canales de participación existentes.
- Crear nuevas vías de participación que faciliten la vinculación de las comunidades locales.

7. Evaluación

Un enfoque en los resultados de adaptación se refiere a evaluar los cambios que resultan de la implementación de las acciones de adaptación. Es importante reconocer que estos resultados pueden también estar afectados por otros factores. Esto puede incluir evaluar los cambios en la vulnerabilidad, cambios en el bienestar general, y/o capacidad adaptativa aumentada.

Es importante definir una línea base, para evaluar los cambios.

Además, de estos aspectos, la implementación de una estrategia de separación requiere identificar las acciones o procesos que están presentando dificultad, como; separación inadecuada, población reacia a participar, dificultades de acceso en relación con la recolección, proliferación de vectores, entre otros. Una vez se identifiquen las acciones o procesos que están presentando dificultad se deben implementar acciones correctivas.

Las evaluaciones se deben hacer al principio cada semana con el propósito de implementar acciones correctivas, posteriormente, es necesario hacer evaluaciones cada mes hasta lograr una consolidación del proceso.

8. Bibliografía

- SILVA, G. 2022. Pacas Digestoras Silva estrategia para aprovechar los residuos orgánicos. Cali. https://www.cali.gov.co/dagma/publicaciones/166568/pacas-digestoras-silva-estrategia-para-aprovechar-los-residuos-organicos/
- JIMÉNEZ, A. 2020. Manejo adecuado de los residuos sólidos en el municipio de Cajicá, programa implementado por medio del plan integral de gestión de residuos sólidos PGIRS. Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD
- CEPERO., L. D. A. G. M. F. S. (2011). Unidades Integrales de Agricultura Urbana en Bogotá D.C Cartilla para el Manejo de la Fertilización de las Plagas y Las Enfermedades, Jardín Botánico José Celestino Mutis. Cartilla Agricultura Urbana, p. 1–55.
- SCHONWALD, J., & PESCIO, F. (2015). Mi casa, mi huerta: técnicas de agricultura urbana. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ediciones INTA. p. 1 - 64.
- DÍAZ, A. 2003. Competencia entre pastos exóticos y plantas nativas: una estrategia para la restauración del bosque alto andino. Trabajo de grado.

4.6.3 Zonas priorizadas para la aplicación de SbN de acuerdo con los diseños conceptuales y las fichas

En esta sección se aterrizan la aplicación de las propuestas conceptuales de acuerdo con los cinco conceptos definidos en los numeral 4.5.1.1 a 4.5.1.5 y en la Figura 4-12. La definición de las zonas responde al trabajo realizado por el equipo profesional de JAM Ingeniería y Medio Ambiente en base a los insumos como; ortofotografía a 2021 de alta resolución espacial, DEM (EAAB), ortoimagen a 2004 (IDECA), salidas de campo (Anexo 5.1), revisión de los conceptos, diagnóstico, estudios realizados por el IDIGER (Anexo 5.2), usos del suelo o áreas definidas en el POT (Decreto 555 de 2021).

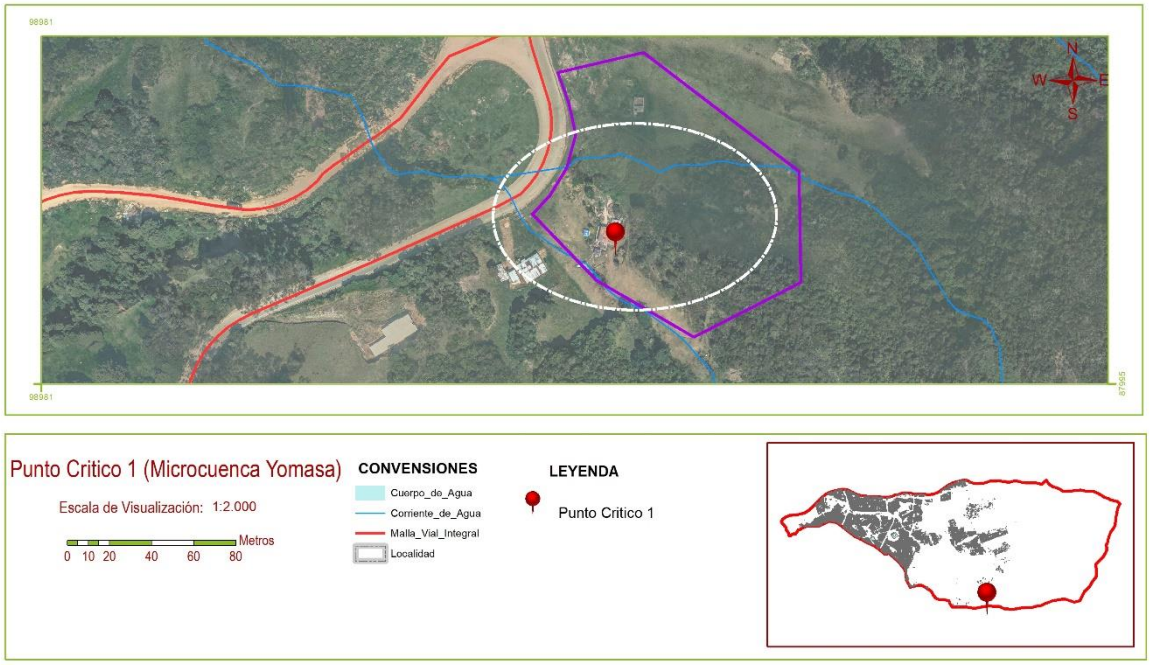
4.6.3.1 Sitio Critico 1 (74°5'3.136"W 4°29'20.831"N)

Identificación del sitio crítico 1

De acuerdo con la revisión de diagnósticos técnicos encontrado en la base de datos SIRE, se identifica el diagnóstico técnico DI-7607. A continuación, se presentan los datos generales y la descripción del evento según el diagnóstico referenciado.

- Fecha: 20 de junio de 2014
- Localización: Predio rural denominado Agua Linda La Tranquilidad Las Violeta Sur localizado en la vereda Los Soches de la localidad de Usme. En la Figura 4-14 se presenta la localización del sitio crítico.

Figura 4-14 Localización sitio crítico 1



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

Descripción del evento

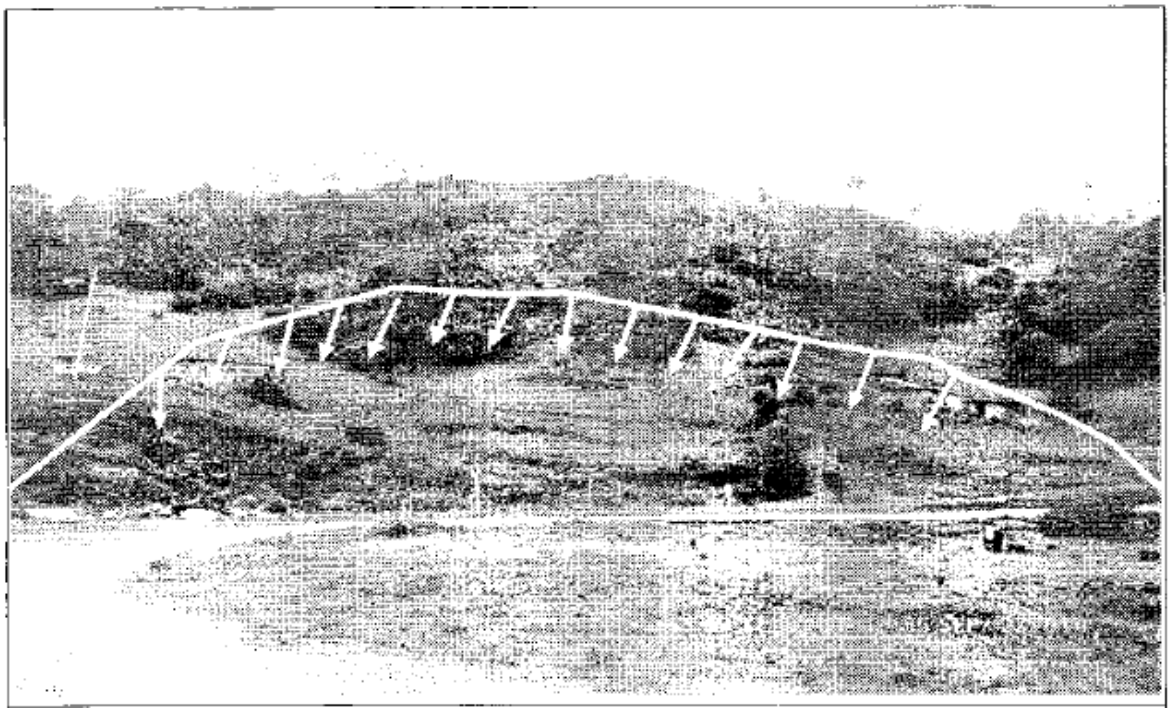
Se evidenciaron fenómenos de remoción en masa, activos y puntuales, reptamiento, procesos erosivos intensos, grietas abiertas y alta humedad, afectaciones que comprometen la estabilidad de algunas zonas. Dicha ladera se encuentra cubierta de pastos y arbustos con una pendiente cercana a los 35°.

El proceso de remoción en masa identificado involucra un volumen de masa inestable cercana a los 2000 m^3 compuesta de masa residual y cobertura vegetal, es de notar que hacia la corona del proceso de remoción en masa se identificó un escarpe entre 0.50 m y 1 m en una longitud de 20 m aproximadamente, así como algunas grietas de tracción con aberturas de 10 cm en longitudes de hasta 10 m, por lo que es posible que se presenten movimientos del terreno adicionales.

Entre las posibles causas que generó el proceso de remoción en masa se encuentra la carencia de medidas de estabilización y sistemas para manejo de escorrentía superficial y subsuperficial sobre la ladera, así como la pendiente natural del terreno y la susceptibilidad

de los materiales que lo conforman a ser movilizados ante la saturación de estos. En la Figura 4-15 se presenta el registro fotográfico del evento tomado del diagnóstico técnico de IDIGER.

Figura 4-15 Registro fotográfico del evento



Fuente: Repositorio IDIGER – DI-7607

Visita de reconocimiento de campo, diagnóstico y descripción del proceso

El equipo técnico de la consultoría realizó una visita de reconocimiento con el fin de identificar las causas del proceso de remoción en masa, generar un diagnóstico técnico y con base en ello proporcionar una propuesta para su tratamiento.

Este fenómeno se identificó como un proceso de remoción en masa lento de tipo reptación, respaldado por las características observadas en el talud. Las grietas presentes en el terreno son notables por su disposición paralela en toda la superficie del talud (ver Figura 4-16).

Las causas fundamentales de este proceso se atribuyen a la ausencia de vegetación en la zona y la saturación continua del suelo, consecuencia directa de la pérdida del cauce natural que solía atravesar la zona (obtenido de IDECA 2021 y presentado en la Figura 4-14).

Figura 4-16 Registro fotográfico - Agrietamiento identificado









Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

Obras propuestas

Para la estabilización de este sitio se propone:

1. La implementación de trincheras en madera con un relleno en material filtrante en el trasdós dispuestos en la zona superior del movimiento que permitan la captación del agua en la zona alta evitando que sature el material.

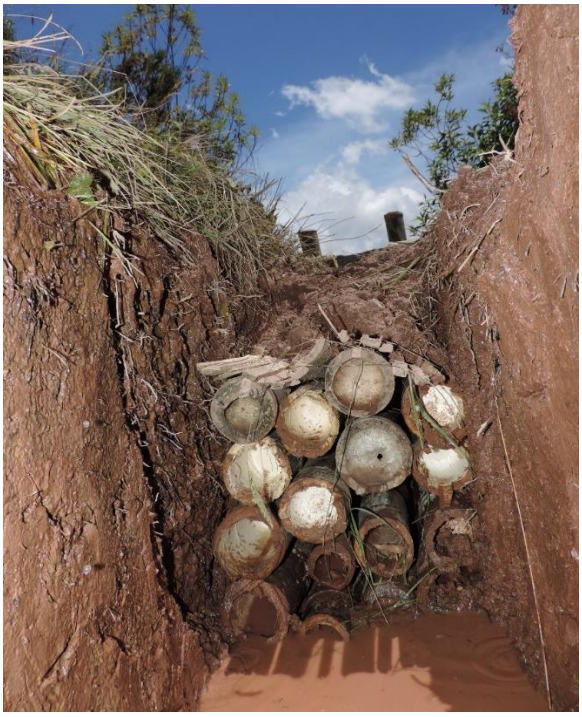
Figura 4-17 Trinchos en madera



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

El agua captada en los trinchos (punto 1) se entrega a unos filtros vivos que permiten que el agua fluya hacia la parte baja del talud.

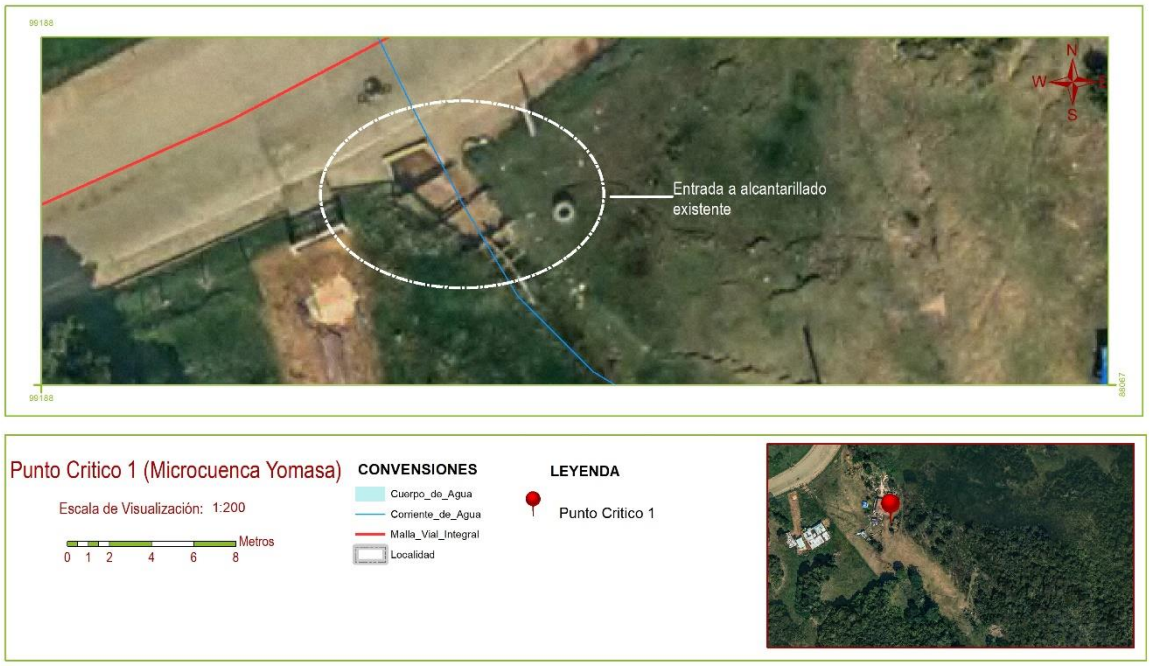
Figura 4-18 Filtros vivos



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

Para hacer entrega a la alcantarilla existente, los filtros vivos disponen el agua en un filtro francés ubicado en la zona baja del talud y realiza la entrega a la alcantarilla (ver Figura 4-19 y Figura 4-20)

Figura 4-19 Localización de la entrega al alcantarillado existen



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

Para garantizar la estabilidad del terreno, se realizará la reconformación morfológica del mismo mediante trinchos en guadua dispuestos estratégicamente en las zonas más afectadas del talud (Ver Figura 4-20).

Figura 4-20 Propuesta de reconformación morfológica



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

Factores tensionantes y limitantes

Considerando que la cobertura observada es en su mayoría de carácter natural, es necesario identificar los factores físico-bióticos que puedan restringir el proceso de regeneración, en este sentido, se han detectado tensiones tales como la pérdida de cobertura vegetal, los efectos de la fragmentación, así como la disminución en la circulación de propágulos y dispersores, y la erosión sobre los sustratos residuales. Además, se han identificado limitantes adicionales, como la baja presencia de materia orgánica, la inestabilidad del sustrato, el aumento en la transpiración debido a la exposición directa al viento y la radiación. Estos elementos pueden acentuar las deficiencias nutricionales y simplificar la composición química (DAMA, 2000).

Por lo anterior, se determina como una zona de prioridad por su deterioro, dado por la actividad antrópica generada allí en su mayoría por pisado de ganado por lo que requiere reconformación de suelos con montículos para estabilizar el talud. En las áreas a establecer se pretende generar núcleos de regeneración asistida, focalizándose especialmente en puntos estratégicos para reforzar los taludes y en la zona destinada a la estabilización de estos.

Teniendo en cuenta el programa de Rehabilitación Hidrológico – Forestal, se busca implementar la herramienta técnica denominada "*Enriquecimiento y suplementación de coberturas"* con numeral 3.2.3. Para ello se propone la siembra de especies arbustivas y arbóreas nativas dentro de los pastizales, con el fin de ayudar a la regeneración natural e incrementar la llegada de propágulos en la zona.

Se propone un diseño de plantación lineal, que consiste en establecer individuos vegetales a través de un trazado lineal con variación en distancias entre cada uno. Para esto se deben contemplar todos los elementos propios de un proceso de siembra que incluyen desde el proceso de trazado hasta la reposición de individuos y su mantenimiento (SENA, 1991)[2].

[2] Ver Ficha 2. Protección de Corredor Ripario Mediante Arborización.

Figura 4-21 Diseño de plantación lineal



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

Trazado y marcación de los sitios de plantación lineal

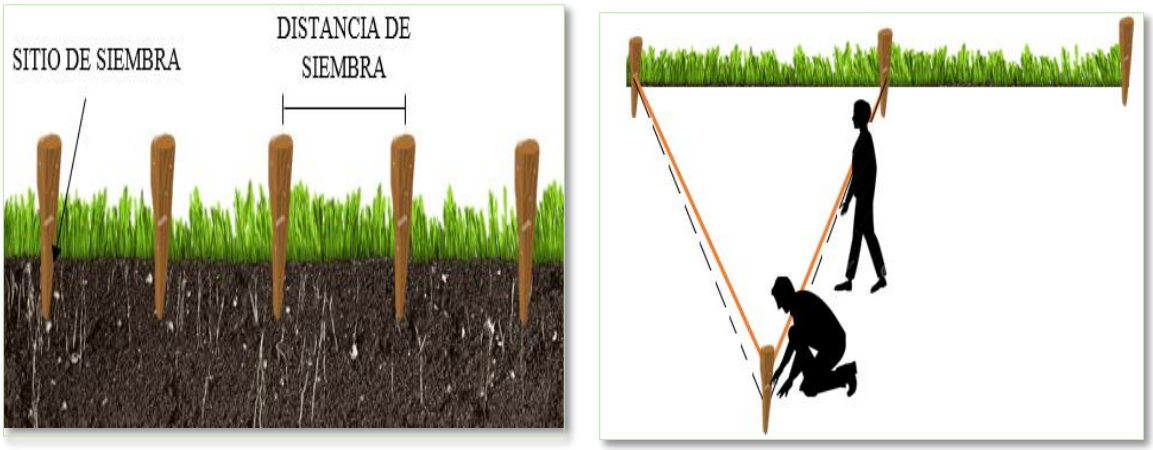
Es necesario trazar una línea guía con la longitud máxima posible y, a lo largo de esta, medir la distancia de siembra entre cada individuo, marcando cada punto en el terreno. A continuación, se superpone la cuerda hacia uno de los lados con una distancia equivalente a la separación de siembra, sobre la cual se vuelven a marcar las distancias indicadas, este procedimiento se repite para simular en el terreno la configuración de un cuadrado. Este proceso se lleva a cabo de manera iterativa hasta completar el establecimiento de los individuos. Dado que se trata de un talud, es esencial seguir de manera lineal las curvas de nivel, manteniendo un distanciamiento mínimo de tres (3) metros entre individuos en todas las direcciones y considerando ajustes según la pendiente.

Para la actividad de trazado se requiere mínimo dos (2) operarios y realizar las siguientes actividades (SENA, 1991)

- Trazar la línea guía con la mayor longitud posible a través del terreno siguiendo la curva de nivel.
- Medir la distancia de siembra sobre la línea guía trazada anteriormente en terreno
- Sujetar dos estacas iguales a la distancia de siembra
- Colocar la punta de las estacas sobre donde puntos trazados previamente sobre la línea guía

- Continuar con el trazado en la misma forma hasta marcar la segunda línea de siembra.
- Tomar los puntos de la segunda línea de siembra y continuar con el trazado hasta terminar el área a enriquecer.

Figura 4-22 Marcación de trazado lineal.



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente S.A.S

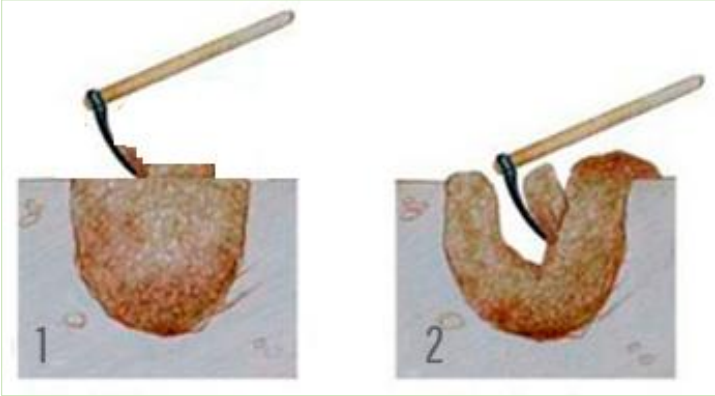
Plateo y ahoyado

Consiste en trazar un círculo alrededor del área designada para la plantación del individuo, pudiendo llevarse a cabo de manera mecánica mediante el uso de un azadón u otras herramientas manuales. En este proceso, se remueve el suelo o cualquier material vegetal que pueda obstaculizar la adaptación de la especie forestal. El propósito fundamental radica en favorecer el desarrollo del sistema radicular de la plántula, después de completar esta fase, se procede a abrir hoyos para la siembra de las plántulas utilizando dimensiones ligeramente superiores al tamaño del material vegetal tanto en anchura como en profundidad; esta operación puede llevarse a cabo con herramientas manuales como barra, pica, pala, azadón, o mediante ahoyadores para agilizar el proceso de excavación.

Es crucial realizar la siembra de plántulas antes del inicio de la temporada de lluvias, evitando hacerlo durante períodos con menor precipitación. Esto se debe a que, durante la temporada de lluvias, el recurso hídrico está disponible meteorológicamente, proporcionando condiciones propicias para la adaptación del material vegetal. En casos

donde sea necesario plantar durante épocas de menor lluvia, se recomienda agregar hidroretenedor en el fondo del hoyo para mejorar la capacidad de absorción y retención de agua de la plántula.

Figura 4-23 Plateo y ahoyado



Fuente: (Parque Forestal de Valdebebas, 2019)

Siembra de plántulas

Al trasladar cada plántula al lugar de siembra desde el acopio temporal, se aconseja realizar el transporte manualmente. Cada plántula debe ser extraída con cuidado de la bolsa de polietileno, realizando un corte longitudinal para preservar las raíces. Coloque la plántula en el hoyo preparado, centrada y en posición vertical. Desplace suavemente la plántula hacia arriba para que el sistema radicular quede en la posición correcta. Es fundamental mantener el mismo nivel de profundidad que tenían en la bolsa o ligeramente elevado con respecto a la superficie del terreno. Cierre el hoyo con sustrato adicional, compactando la tierra alrededor del árbol para eliminar posibles espacios de aire y facilitar el contacto del suelo con las raíces (Davel, 2009).

En condiciones meteorológicas donde la velocidad del viento aumenta, algunos individuos vegetales pueden necesitar tutores para desarrollarse con firmeza y permanecer estables, reduciendo así el riesgo de daños mecánicos.

Los primeros tres años son de vital importancia para el establecimiento de los individuos vegetales, por lo tanto, se aconseja llevar a cabo actividades de mantenimiento antes de las temporadas de lluvias, que generalmente ocurren en abril y octubre. Este proceso comienza con labores de plateo y resiembra, destinadas a compensar el porcentaje de mortalidad que pueda ocurrir durante el proceso de restauración. Para asegurar el buen

desarrollo de las plantas, se recomiendan diversas actividades de mantenimiento según lo propuesto por Davel en 2009:

Mantenimiento

Se debe realizar un mantenimiento y cuidado constante, llevando un registro de la mortandad y realizando resiembras según sea necesario. Después de la plantación, se deben realizar tres mantenimientos en total, con dos en el primer año y uno en el segundo y tercer año, respectivamente. Estos mantenimientos incluyen actividades como plateos, fertilización, control fitosanitario y reposición del material vegetal muerto.

La resiembra tiene como objetivo reemplazar el material que no haya sobrevivido a la siembra inicial, buscando garantizar la homogeneidad del establecimiento. Dado que la mortandad suele ser alrededor del 10%, causada principalmente por manipulación incorrecta durante el transporte y la adaptación de algunas especies, la resiembra es esencial.

La fertilización debe adaptarse a las condiciones del suelo y ser pertinente al proceso de restauración. Se deben realizar limpias y replanteos para controlar el crecimiento de hierbas que puedan competir con las plantas sembradas. Esta labor debe llevarse a cabo de manera manual o con machete para focalizarla y no afectar a las especies vegetales.

El proceso de resiembra es crucial para garantizar la supervivencia durante los primeros tres años, y se busca lograr una tasa de supervivencia del 90% de los individuos.

Figura 4-24 Proceso de siembra



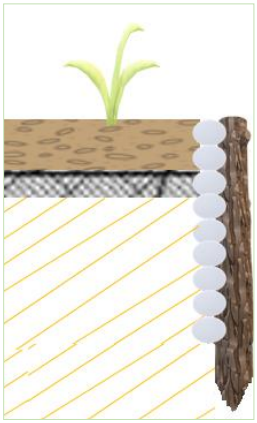
Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente S.A.S

Herramientas bióticas

Se proyecta entre las obras propuestas una serie de trinchos en guadua para estabilización de taludes y drenajes artificiales, con esto se pretende disminuir la velocidad y aumentar la infiltración permitiendo que el suelo permanezca húmedo más no erosionado. En estos se sugiere la plantación de vegetación con condiciones específicas para la zona.

Dentro de esta herramienta biótica se sugiere establecer barreras vivas con un patrón espacial de plantas formadoras de suelo que generan una barrera contra vientos y reducción de la velocidad del agua; el establecimiento de vegetación permite la aparición de nueva cobertura, reduciendo la afectación directa sobre el suelo por insolación y acciones del viento. Para esto se requiere especies de bajo porte entre hábitos arbustivo y arbóreo (ver Figura 4-25) (Noriega, 2016).

Figura 4-25 Diseño



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente S.A.S

Especies recomendadas

Se divide en dos grupos las especies a proponer, inicialmente se describen las especies que serán implementadas para el enriquecimiento forestal y su emplazamiento se da directamente en el suelo; la segunda son las especies que se destinan para siembra en trinchos teniendo en cuenta que estos tendrás tamaños variables como se muestra a continuación:

Plantación lineal

Para la siembra lineal se propone un total de siete (7) especies las cuales se encuentran en el ecosistema de referencia que se encuentra rodeando el área, dichas especies cumplen con aspectos ecológicos a resaltar en áreas húmedas. Entre estas especies se definen dos (2) de estrato herbáceo, tres (3) de estrato arbustivo y dos (2) de estrato arbóreo.

Familia: POACEAE	
Nombre científico: Cortaderia nitida (Kunth) Pilg.	
Nombre común: Cortadera	
Distribución Se encuentra en las zonas altas de la región Andina, entre los 2.700 y 4.000 m de altitud **Aspectos ecológicos** Es frecuente hallarla en áreas húmedas de matorrales bajos y abiertos, y en los bordes de las quebradas.	
Familia: ASTERACEAE	
Nombre científico: Achyrocline bogotensis (Kunth) DC.	
Nombre común: Cenizo	
Distribución Se encuentra en las zonas altas de la región Andina, entre los 2.100 y 3.600 m de altitud de carácter endémico **Aspectos ecológicos** Crece sobre sustratos rocosos e inclinaciones de terreno altas con algunas especies de páramo.	
Familia: ERICACEAE	
Nombre científico: Bejaria resinosa Mutis ex L.fil.	
Nombre común: Azalea de monte, carbonero, pegamosco	
Distribución Se conoce en las cordilleras Oriental y Occidental, entre los 2.500 y 3.500 m de altitud, aunque esporádicamente se ha encontrado a los 2.000 m. **Aspectos ecológicos** Es común tanto en matorrales como en áreas abiertas de subpáramo y en bosques andinos y de robles. También es frecuente en zonas rocosas, en bordes de quebradas, en plantaciones de eucaliptos y en potreros.	
Familia: ELAEOCARPACEAE	
Nombre científico: Bejaria resinosa Mutis ex L.fil.	
Nombre común: Campano, chaque, gaque, raque, rozo	

Distribución Se encuentra en las tres cordilleras y en la Sierra Nevada de Santa Marta, entre los 2.600 y 3.600 m de altitud. **Aspectos ecológicos** Es una especie propia de bosques altoandinos, crece en bosques secundarios, en los bordes de carretera y quebradas. Es una especie que presenta alta producción de retoños o rebrotes.	
Familia: AMARYLLIDACEAE	
Nombre científico: Bomarea caldasii (Kunth) Herb.	
Nombre común: Pecosa, petaquita de páramo, rompe platos	
Distribución Se encuentra distribuida en las tres cordilleras, entre los 2.400 y los 3.700 m de altitud. **Aspectos ecológicos** Crece por lo general en sitios protegidos dentro del bosque, aunque también se puede encontrar en matorrales o rastrojos de bordes de caminos o quebradas.	
Familia: BETULACEAE	
Nombre científico: Alnus acuminata Kunth	
Nombre común: Aliso	
Distribución Se encuentra distribuida en las tres cordilleras, entre los 1.500 y los 3.000 m de altitud. **Aspectos ecológicos** Crece por lo general en zonas de ladera húmeda, conformando los ecosistemas andinos conocidos como “bosque de niebla”, que hace parte de zonas secas, húmedas y muy húmedas de los bosques premontanos, montano y montano bajo, según el sistema de la zona de vida de Holdridge, generalmente cerca de corrientes o cuerpos de agua en donde conforman bosques altos abiertos o cordones. Se desarrollan en áreas de alta nubosidad.	
Familia: BETULACEAE	

Nombre científico: Alnus acuminata Kunth	
Nombre común: Aliso	
Distribución Se encuentra distribuida en las tres cordilleras, entre los 1.700 y los 3.500 m de altitud. **Aspectos ecológicos** es importante en la recuperación y mantenimiento de los humedales, ya que entre sus varias funciones presenta la regulación de agua en el suelo, barrera contra vientos y apoyo de sombra para especies de crecimiento lento	

Fuente: Acueducto de Bogotá, 2007.

Trinchos en guadua

Para las zonas con adecuación de trinchos en guadua se proponen tres (3) especies que cumplan con funciones específicas en áreas húmedas y un margen de adaptación, estas se describen a continuación:

Familia: AMARYLLIDACEAE	
Nombre científico: Bomarea caldasii (Kunth) Herb.	
Nombre común: Pecosa, petaquita de páramo, rompe platos	
Distribución Se encuentra distribuida en las tres cordilleras, entre los 2.400 y los 3.700 m de altitud. **Aspectos ecológicos** Crece por lo general en sitios protegidos dentro del bosque, aunque también se puede encontrar en matorrales o rastrojos de bordes de caminos o quebradas.	
Familia: MELASTOMATACEAE	
Nombre científico: Tibouchina grossa (L.fil.) Cogn.	
Nombre común: Doradillo, sietecueros rojo	

Distribución Especie ampliamente distribuida en la región Andina, entre los 2.400 y 3.800 m de altitud. **Aspectos ecológicos** Es común en matorrales de páramo y subpáramo, en bordes de bosque altoandino y en zonas alteradas como potreros y bordes de carretera. Sus flores tienen un olor desagradable que atrae sólo a ciertos polinizadores como moscas y mosquitos.	
Familia: SOLANACEAE	
Nombre científico: Monnina aestuans (L.f.) DC.	
Nombre común: Espino	
Distribución Se conoce en el Macizo Colombiano, en las cordilleras Central y Oriental, en la Sierra Nevada de Santa Marta y en la Serranía del Perijá, entre los 2.600 y 4.200 m de altitud. **Aspectos ecológicos** Es frecuente hallarla en los bordes de bosque andino, en matorrales o en las orillas de las quebradas.	

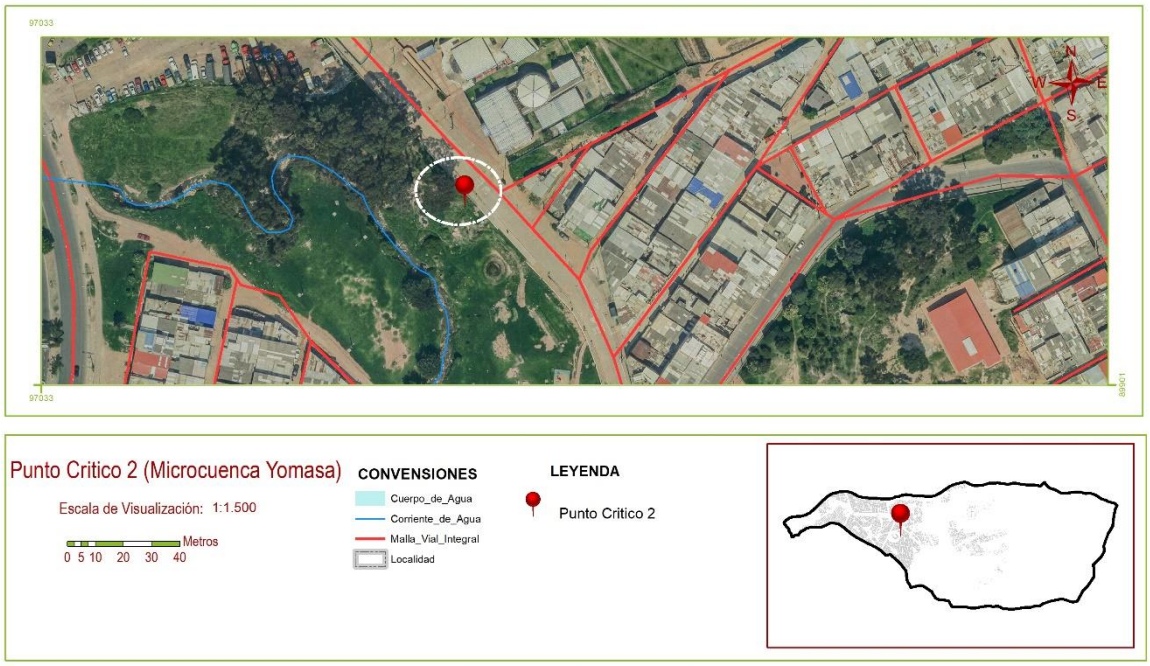
Fuente: Acueducto de Bogotá, 2007.

4.6.3.2 Sitio crítico 2 (-74,10287464241145, 4,506640327254808)

Identificación del sitio

El sitio tiene lugar en el barrio Bolonia de la localidad Usme, más específicamente en la Calle 81A Sur por Transversal 1 Este (Jardín Social Bolonia), en donde se encuentra el talud objeto de estudio.

Figura 4-26 Localización Sitio Crítico 2



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

Corresponde a un talud de 10 m de altura ubicado al costado derecho de la vía de acceso, el talud limita en la parte inferior con la Microcuenca Yomasa y en la parte superior con la vía. La vía está conformada con rellenos antrópicos sobre la formación Usme inferior y se encuentra confinada por un muro de contención, el relleno se conformó sobre un curso de agua que aporta a la Microcuenca Yomasa. Se evidencia movimientos en la ladera por saturación del material de relleno, generando y desconfinamiento de la vía por perdida de soporte del muro de contención.

En el sitio crítico 2 se encuentra un muro de poca altura en concreto, tiene un espesor de 0.30 metros a 0.35 metros, el recubrimiento del refuerzo en 10 cm aparentemente, el cual

tuvo un desplazamiento en un sector por el empuje del terreno, este desplazamiento fue de aproximadamente 1.10 metros hacia la Microcuenca Yomasa y esta zona presenta fisuras verticales cada 1.5 metros aproximadamente como se puede observar en las siguientes fotografías.

Figura 4-27 Registro fotográfico Sitio Crítico 2



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

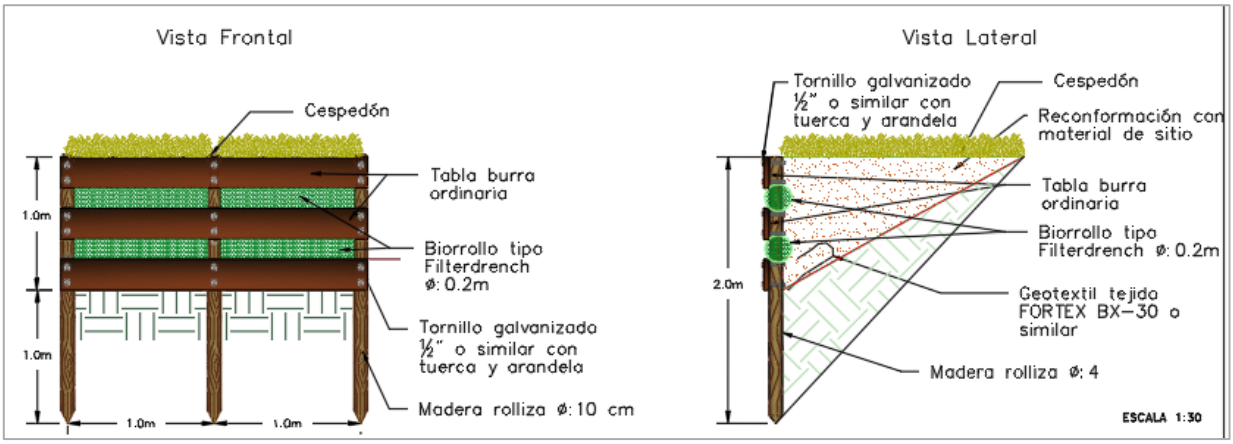
Obras propuestas

Para la contención del sitio crítico 2 se propone la implantación de una obra híbrida como se presenta a continuación:

En la zona en la que se movilizó el muro existente se propone una pantalla de caisson con el fin de contener el terreno y evitar que siga movilizándose y desconfinando la vía, en los laterales del muro se busca mejorar la estabilidad de la zona y evitar futuros deslizamientos, por medio de una pantalla de pilotes adyacente a la ubicación del muro de contención existente.

Dado que se presentan pequeñas fallas superficiales, ladera abajo del muro de contención a intervenir, se propone complementar la obra con un perfilado de la ladera por medio de la ubicación de trinchos, los cuales permitirán confinar el material que se encuentre suelto y a su vez poder ubicar vegetación sobre las terrazas generadas, tal como se muestra en la Figura 4-28, estas obras complementarias son válidas para todo el tramo de intervención.

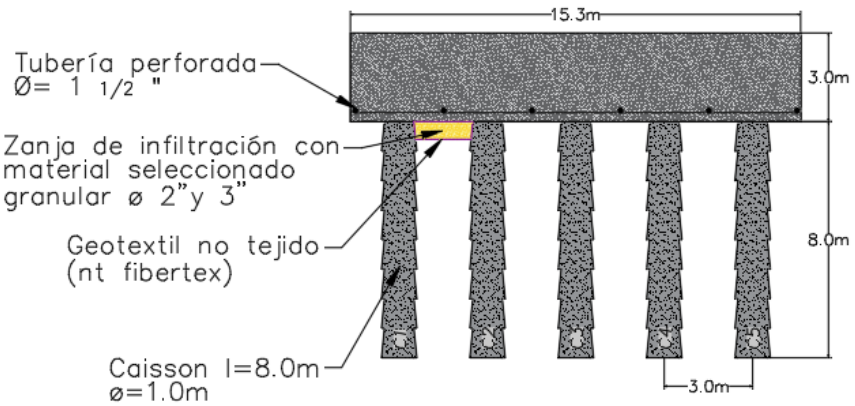
Figura 4-28 Detalle tipo – perfilado con trinchos

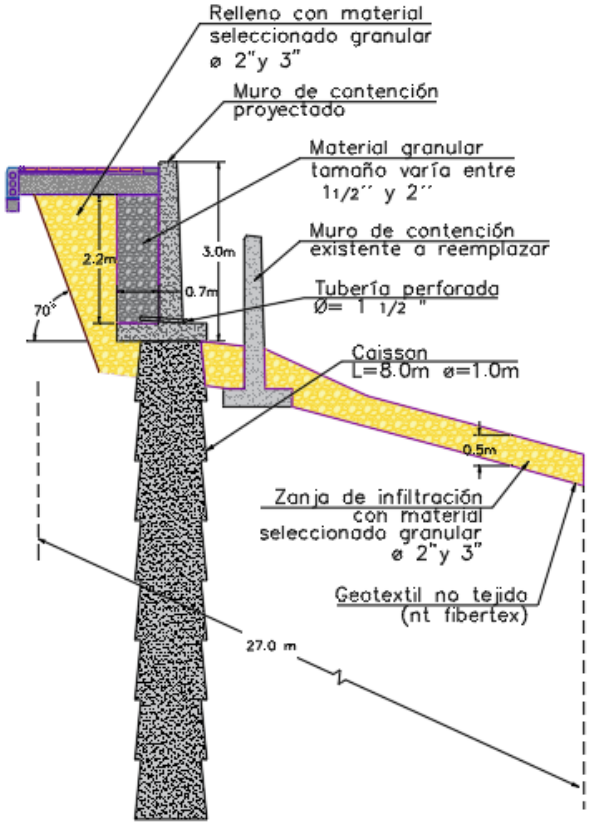


Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

Dada la existencia de un antiguo drenaje que fue relleno con material antrópico, se propone como obra de drenaje la construcción de un filtro francés de 3 metros de ancho detrás de la estructura del muro cimentado a caisson, que recoge el agua en la parte superior y entrega al final de la ladera, como se indica en la Figura 4-29

Figura 4-29 Detalle filtro francés





Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

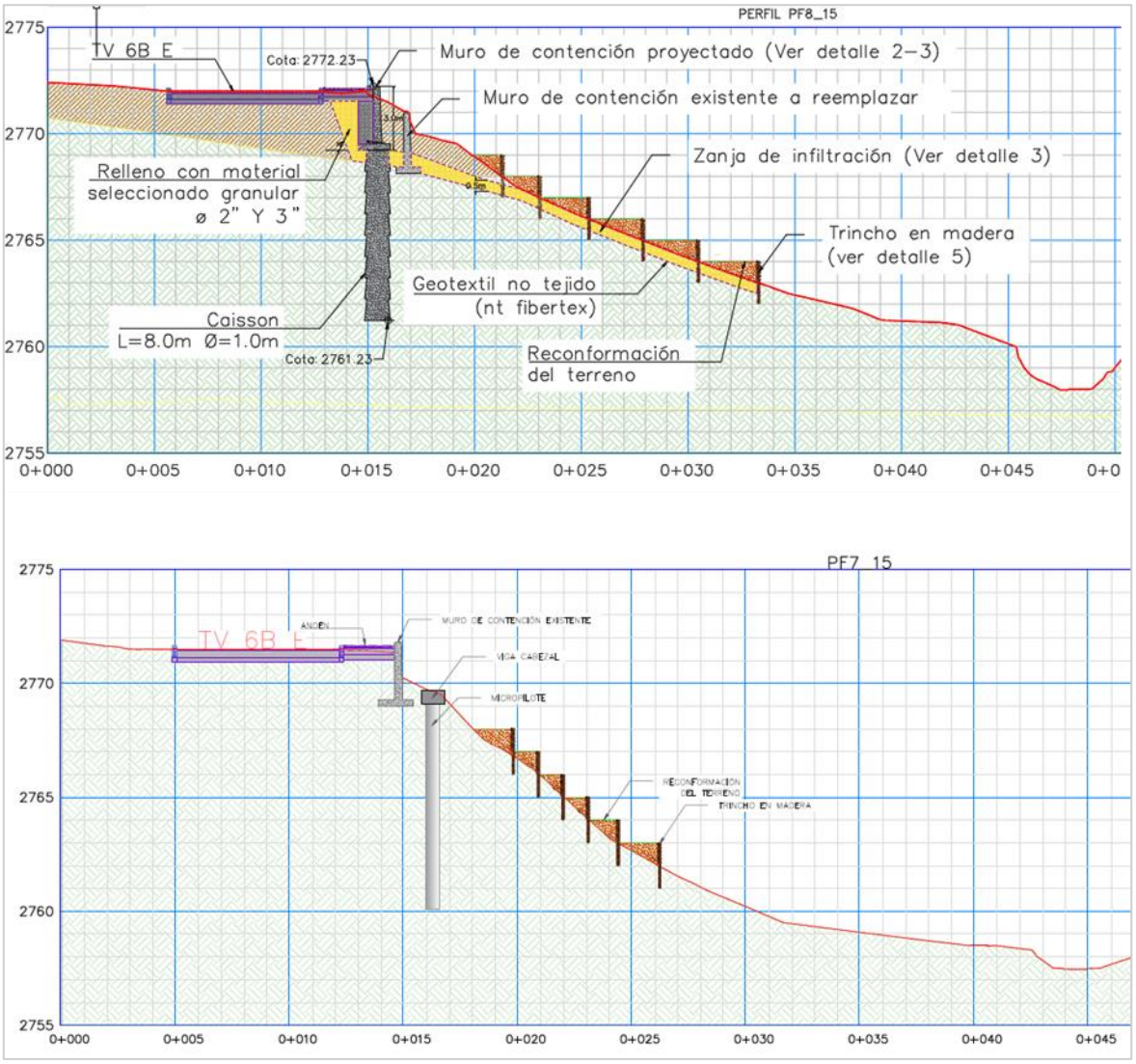
A continuación, en la Figura 4-30, y en el anexo de planos de obra se presenta la implementación propuesta.

Figura 4-30 Implantación en planta de la alternativa



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

Figura 4-31 Perfil transversal de la cortina de micropilotes y línea de caissons



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

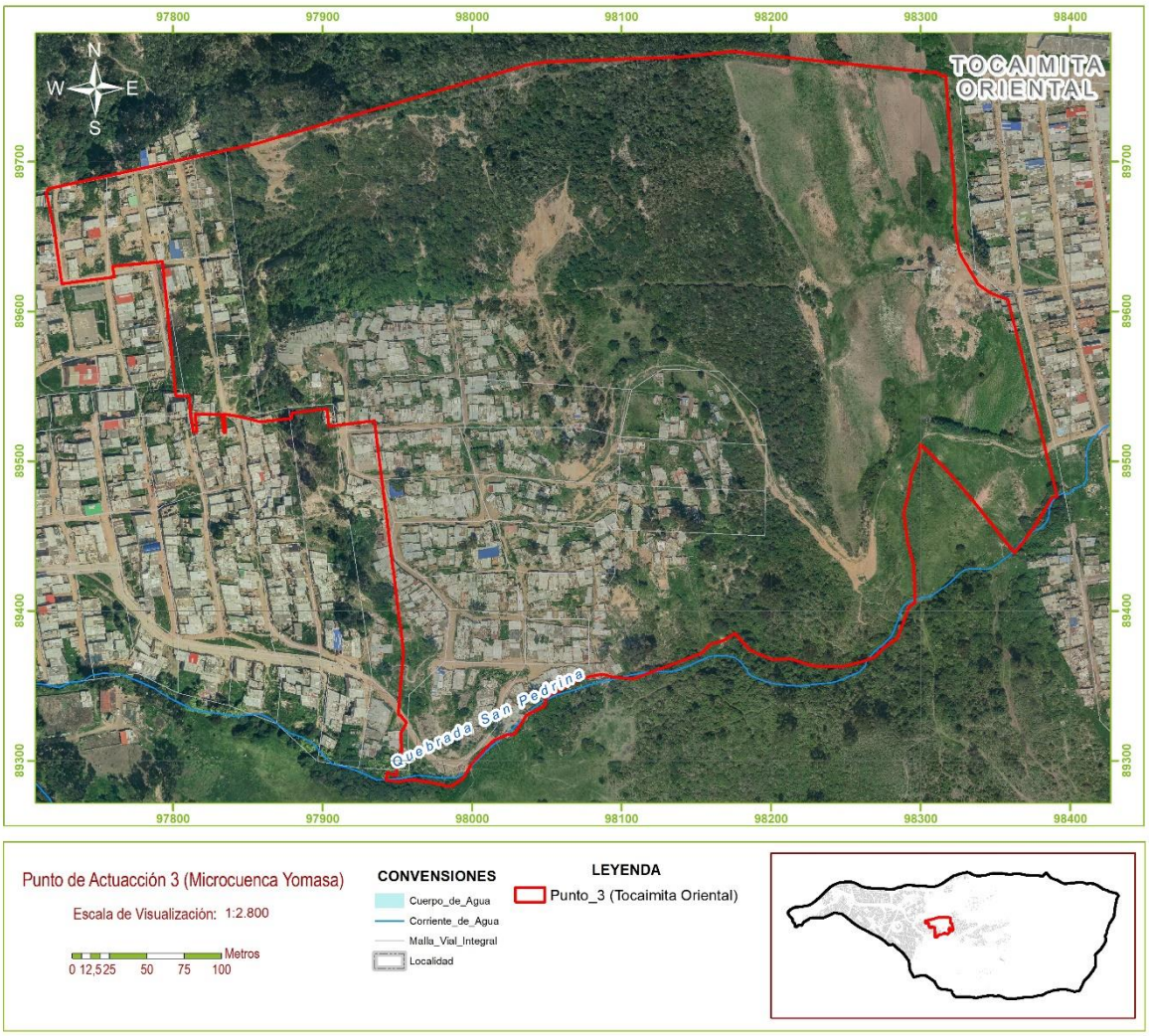
4.6.3.3 Sitio 3 - Tocaimita Oriental (74°6'10,194"W 4°30'25,445"N)

Localización y estado de legalización

El barrio Tocaimita Oriental se encuentra ubicado sobre la antigua Vía al Llano, en la parte oriental de Usme, limitando con el barrio San Felipe. Corresponde a un barrio en proceso de legalización identificado en la base de datos de la Secretaría Distrital del Hábitat con el proceso de legalización No. 050396. En la Figura 4-32 se presenta la localización del barrio

Tocaimita Oriental.

Figura 4-32 Localización barrio Tocaimita Oriental

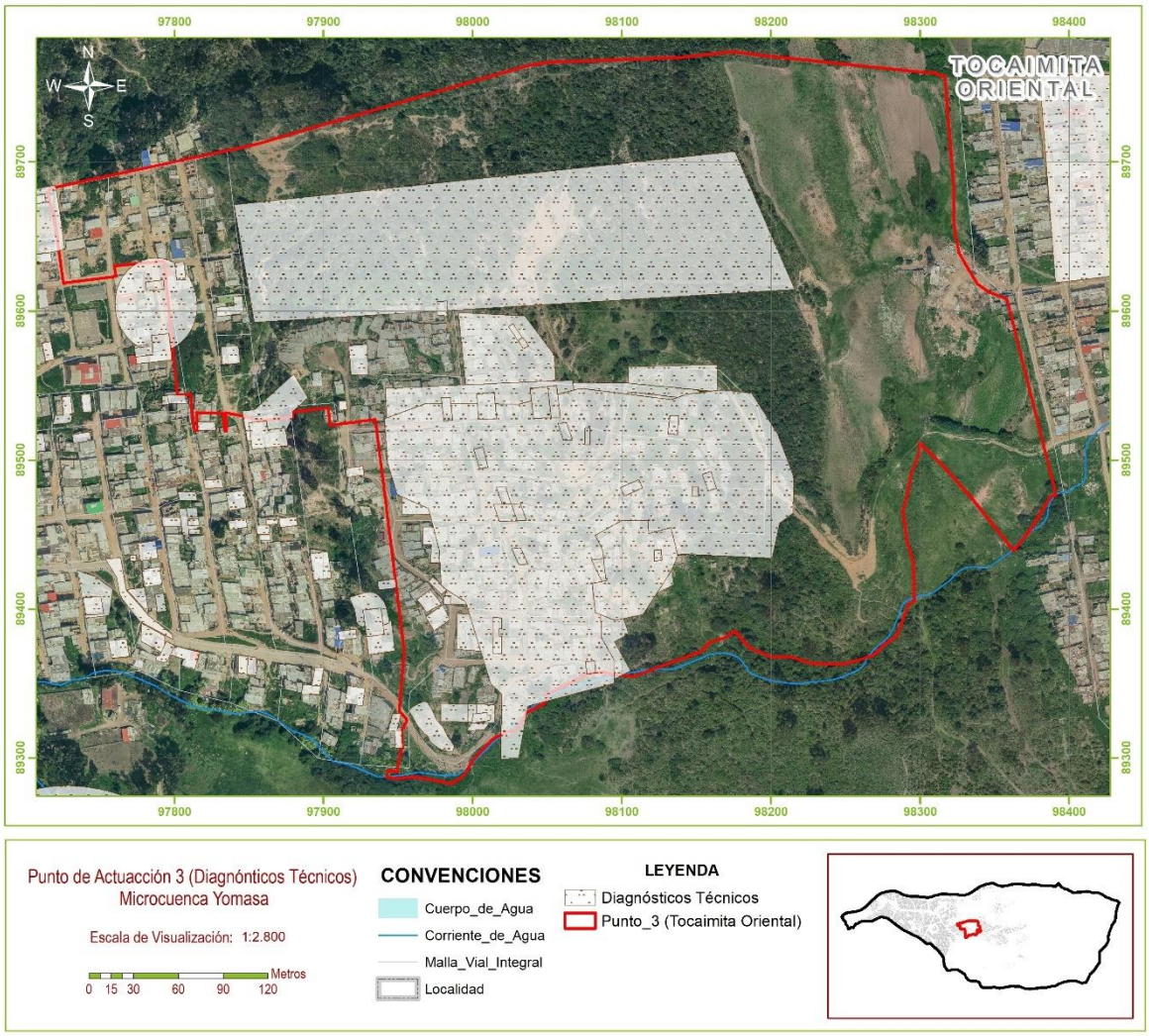


Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

Diagnóstico y situación actual

En la Figura 4-33 se muestra, las zonas y los predios con diagnósticos técnicos por procesos de remoción en masa que se han realizado en este sector.

Figura 4-33 Localización de Diagnósticos Técnicos (Tocaimita Oriental)



Fuente: IDIGER (Diagnósticos Técnicos)

La documentación de procesos inicia en el año 2011 y después de realizar la revisión de los archivos se concluye:

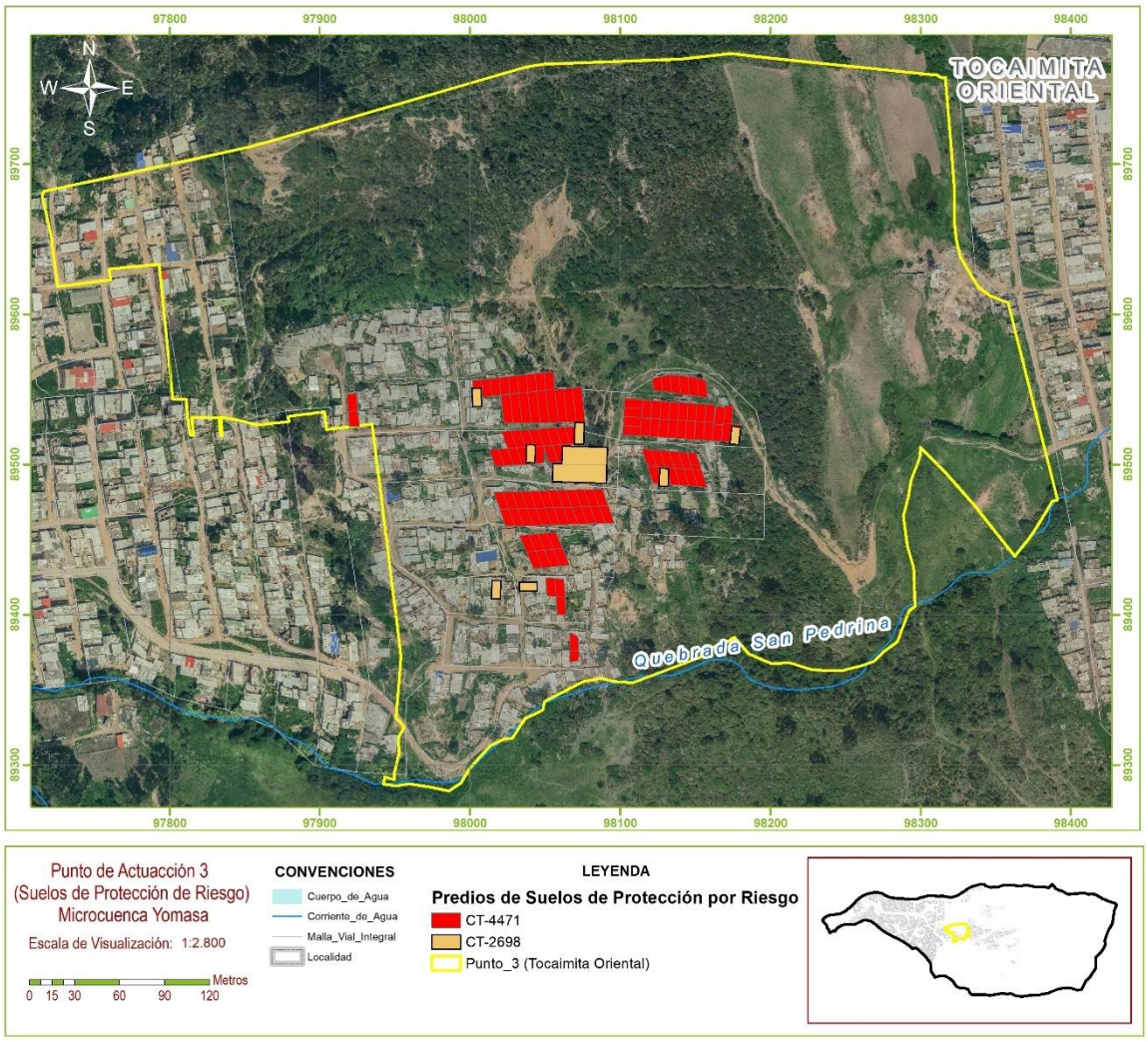
- Los eventos corresponden a procesos puntuales sobre los taludes de corte y relleno realizados sobre la ladera para la implantación de edificaciones. Estos taludes fueron realizados de forma antitécnica y desorganizada.
- No existe manejo de agua de escorrentía superficial ni subsuperficial, por tal razón, el agua fluye de forma libre saturando los materiales expuestos y propiciando la

ocurrencia de eventos. Además, el agua de escorrentía fluye libremente por la ladera y genera procesos de erosión laminar y surcos.

- No existen medidas de contención o estabilización de los taludes. Algunos predios muestran confinamiento de los taludes mediante prácticas artesanales como estructuras de llantas o muros con elementos de madera o latón, que no cuentan con diseño geotécnico y en ningún caso son capaces de soportes los empujes generados por el terreno.
- Además, se evidencia que las edificaciones corresponden a estructuras con claras carencias estructurales, constituidas por materiales de recuperación como madera o latón.
- En el barrio Tocaimita Oriental se identificaron un total de doscientos veinte (220) predios categorizados como riesgo alto no mitigable. Dicha selección se realiza con base en dos conceptos técnicos:
    - CT-4471 del 10 de agosto de 2006. Realizó un estudio de riesgo detallado y señaló 211 predios no áreas liberadas.
    - CT-2698 del 8 de enero de 1997. Recomendó la reubicación de 9 predios en el barrio.

En la Figura 4-34 se presenta la ubicación de los predios categorizados como Riesgo Alto No Mitigable. Estos predios corresponden áreas liberadas que deben dar cumplimiento a lo establecido en artículo 71 del POT (Decreto 455 de 2021).

Figura 4-34 Predios categorizados como Riesgo Alto No Mitigable



Fuente: Elaborado a partir del POT (Decreto 555 de 2021)

Visita de reconocimiento de campo

El equipo técnico de la consultoría realizó una visita de reconocimiento y diagnóstico al barrio Tocaimita Oriental.

A continuación, se presenta el registro fotográfico y las conclusiones de la visita realizada.

En la Figura 4-35, se presenta la situación general del barrio donde:

- Terreno natural con alta pendiente sin medidas de drenaje. Se observan procesos de erosión laminar y surcos.

- Múltiples taludes de corte para el emplazamiento de viviendas. Taludes con tendencia vertical donde aflora suelos residual producto de la meteorización del material rocoso, con algo de pastos y material orgánico.
- Edificaciones en material de recuperación.

Figura 4-35 Registro fotográfico barrio Tocaimita Oriental



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente

En la Figura 4-36 se presenta las medidas de contención artesanales implementadas por la comunidad, se construyó una estructura con sacos rellenos de material para mitigar el proceso de desconfinamiento de la banca.

Figura 4-36 Medidas artesanales de contención



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente

En la Figura 4-37 se observa la reconformación del terreno mediante trinchos de madera en un total de 10 niveles, esto en una porción del talud existente entre los barrios Tocaimita Oriental y San Felipe.

Figura 4-37 Reconformación del terreno mediante trinchos de madera, abajo ubicación de los trinchos



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente

Figura 4-38 Ubicación del zona para la reconformación de trinchos (74°5'46,668"W 4°30'3,194"N)



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente

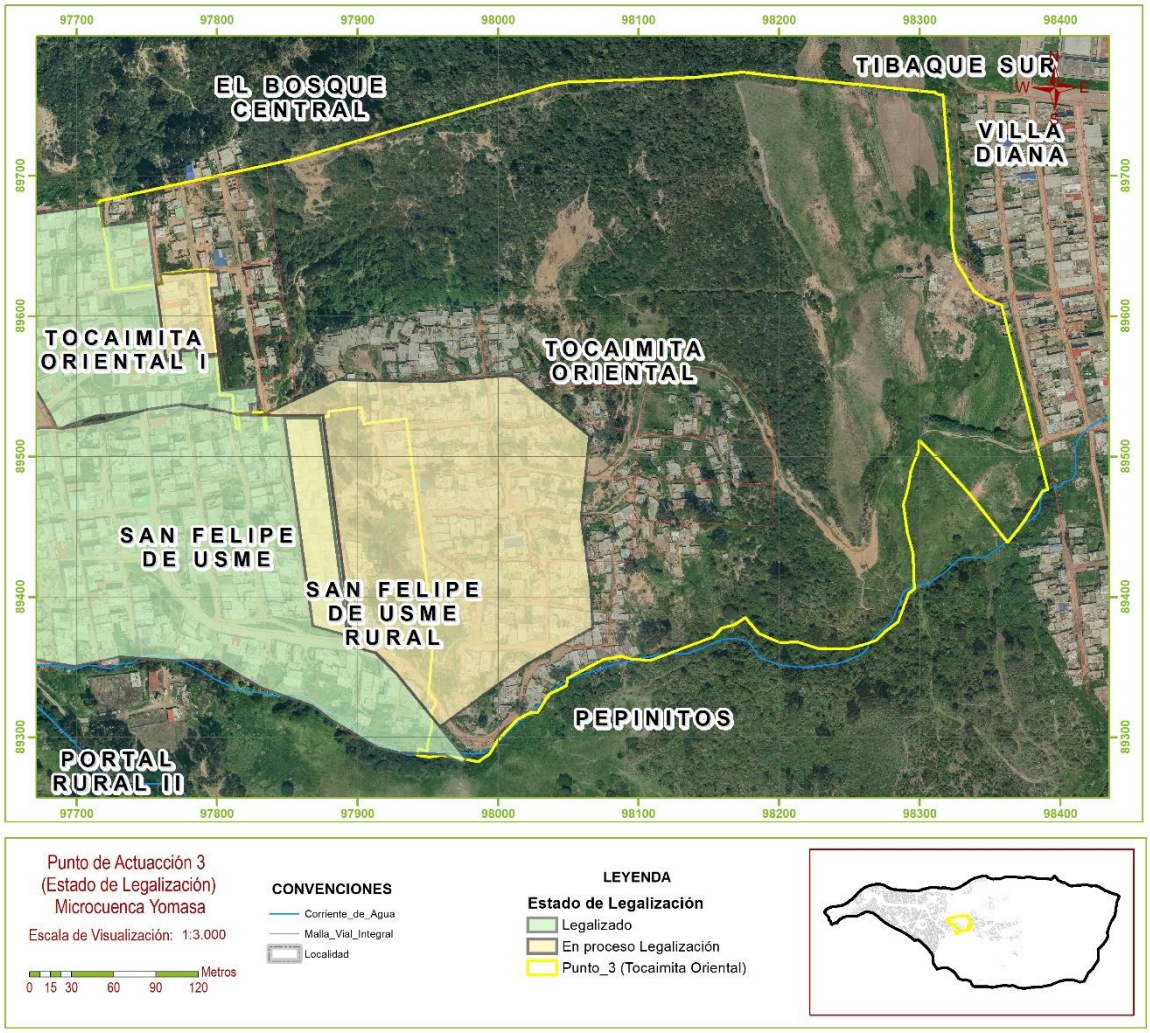
Diseño conceptual y obras propuestas

Teniendo en cuenta las siguientes condiciones del barrio Tocaimita Oriental:

1. Corresponde a un barrio no legalizado. En la Figura 4-39 se observa la condición de legalización en el sector de estudio, donde tanto el barrio Tocaimita Oriental como los predios y edificaciones ubicados en el talud de conexión no se encuentran legalizados.
2. Las condiciones de alta pendiente, problemas puntuales de remoción en masa y erosión laminar y surcos existentes en el barrio Tocaimita Oriental lo ubican como

un punto crítico para el desarrollo de la urbanización y esta situación pone en constante peligro a los habitantes del sector.

Figura 4-39 Condición de legalización en el sector de estudio



Fuente: SDP, IDIGER

4.6.3.4 Sitio 4 - Tocaimita oriental (Parque Agroecológico)

Para el diseño del Parque Agroecológico se contempló inicialmente la cobertura natural existente como un ecosistema de referencia, allí se encuentra un área de especial interés ambiental y surge la necesidad de mantener la conectividad ecológica que dichas

coberturas generan. A partir de dicha premisa, se realiza una visita de campo para obtención de información primaria y reconocimiento de especies propias de la zona entre las cuales se identificaron las siguientes:

Familia: POACEAE	
Nombre científico: Cortaderia nitida (Kunth) Pilg.	
Nombre común: Cortadera	
Distribución Se encuentra en las zonas altas de la región Andina, entre los 2.700 y 4.000 m de altitud **Aspectos ecológicos** Es frecuente hallarla en áreas húmedas de matorrales bajos y abiertos, y en los bordes de las quebradas.	
Familia: ASTERACEAE	
Nombre científico: Achyrocline bogotensis (Kunth) DC.	
Nombre común: Cenizo	
Distribución Se encuentra en las zonas altas de la región Andina, entre los 2.100 y 3.600 m de altitud de carácter endémico **Aspectos ecológicos** Crece sobre sustratos rocosos e inclinaciones de terreno altas con algunas especies de páramo.	
Familia: ERICACEAE	
Nombre científico: Bejaria resinosa Mutis ex L.fil.	
Nombre común: Azalea de monte, carbonero, pegamosco	
Distribución Se conoce en las cordilleras Oriental y Occidental, entre los 2.500 y 3.500 m de altitud, aunque esporádicamente se ha encontrado a los 2.000 m. **Aspectos ecológicos** Es común tanto en matorrales como en áreas abiertas de subpáramo y en bosques andinos y de robles. También es frecuente en zonas rocosas, en bordes de quebradas, en plantaciones de eucaliptos y en potreros.	
Familia: ELAEOCARPACEAE	
Nombre científico: Bejaria resinosa Mutis ex L.fil.	
Nombre común: Campano, chaque, gaque, raque, rozo	

Distribución Se encuentra en las tres cordilleras y en la Sierra Nevada de Santa Marta, entre los 2.600 y 3.600 m de altitud. **Aspectos ecológicos** Es una especie propia de bosques altoandinos, crece en bosques secundarios, en los bordes de carretera y quebradas. Es una especie que presenta alta producción de retoños o rebrotes.	
Familia: AMARYLLIDACEAE	
Nombre científico: Bomarea caldasii (Kunth) Herb.	
Nombre común: Pecosa, petaquita de páramo, rompe platos	
Distribución Se encuentra distribuida en las tres cordilleras, entre los 2.400 y los 3.700 m de altitud. **Aspectos ecológicos** Crece por lo general en sitios protegidos dentro del bosque, aunque también se puede encontrar en matorrales o rastrojos de bordes de caminos o quebradas.	
Familia: MELASTOMATACEAE	
Nombre científico: Tibouchina grossa (L.fil.) Cogn.	
Nombre común: Doradillo, sietecueros rojo	
Distribución Especie ampliamente distribuida en la región Andina, entre los 2.400 y 3.800 m de altitud. **Aspectos ecológicos** Es común en matorrales de páramo y subpáramo, en bordes de bosque altoandino y en zonas alteradas como potreros y bordes de carretera. Sus flores tienen un olor desagradable que atrae sólo a ciertos polinizadores como moscas y mosquitos.	
Familia: SOLANACEAE	
Nombre científico: Monnina aestuans (L.f.) DC.	
Nombre común: Espino	

Distribución Se conoce en el Macizo Colombiano, en las cordilleras Central y Oriental, en la Sierra Nevada de Santa Marta y en la Serranía del Perijá, entre los 2.600 y 4.200 m de altitud. **Aspectos ecológicos** Es frecuente hallarla en los bordes de bosque andino, en matorrales o en las orillas de las quebradas.	
Familia: CUNONIACEA	
Nombre científico: Weinmannia fagaroides Kunth	
Nombre común: Encenillo	
Distribución Especie ampliamente distribuida en la región Andina, entre los 2.800 y 3.400 m de altitud. **Aspectos ecológicos** principales inductores preclimácicos de las laderas y de allí su comportamiento pionero	

Fuente: Acueducto de Bogotá, 2007.

La disposición de siembra contempla seis tipos de arreglos forestales con especies frutales y tres (3) jardines, su distribución se hace en una distribución lineal dado que se trata de un talud, es esencial seguir de manera lineal las curvas de nivel, manteniendo un distanciamiento mínimo de tres (3) metros entre individuos en todas las direcciones y considerando ajustes según la pendiente.

Para la actividad de trazado se requiere mínimo dos (2) operarios y realizar las siguientes actividades (SENA, 1991)

- Trazar la línea guía con la mayor longitud posible a través del terreno siguiendo la curva de nivel.
- Medir la distancia de siembra sobre la línea guía trazada anteriormente en terreno (Ilustración 6 3).
- Sujetar dos estacas iguales a la distancia de siembra
- Colocar la punta de las estacas sobre donde puntos trazados previamente sobre la

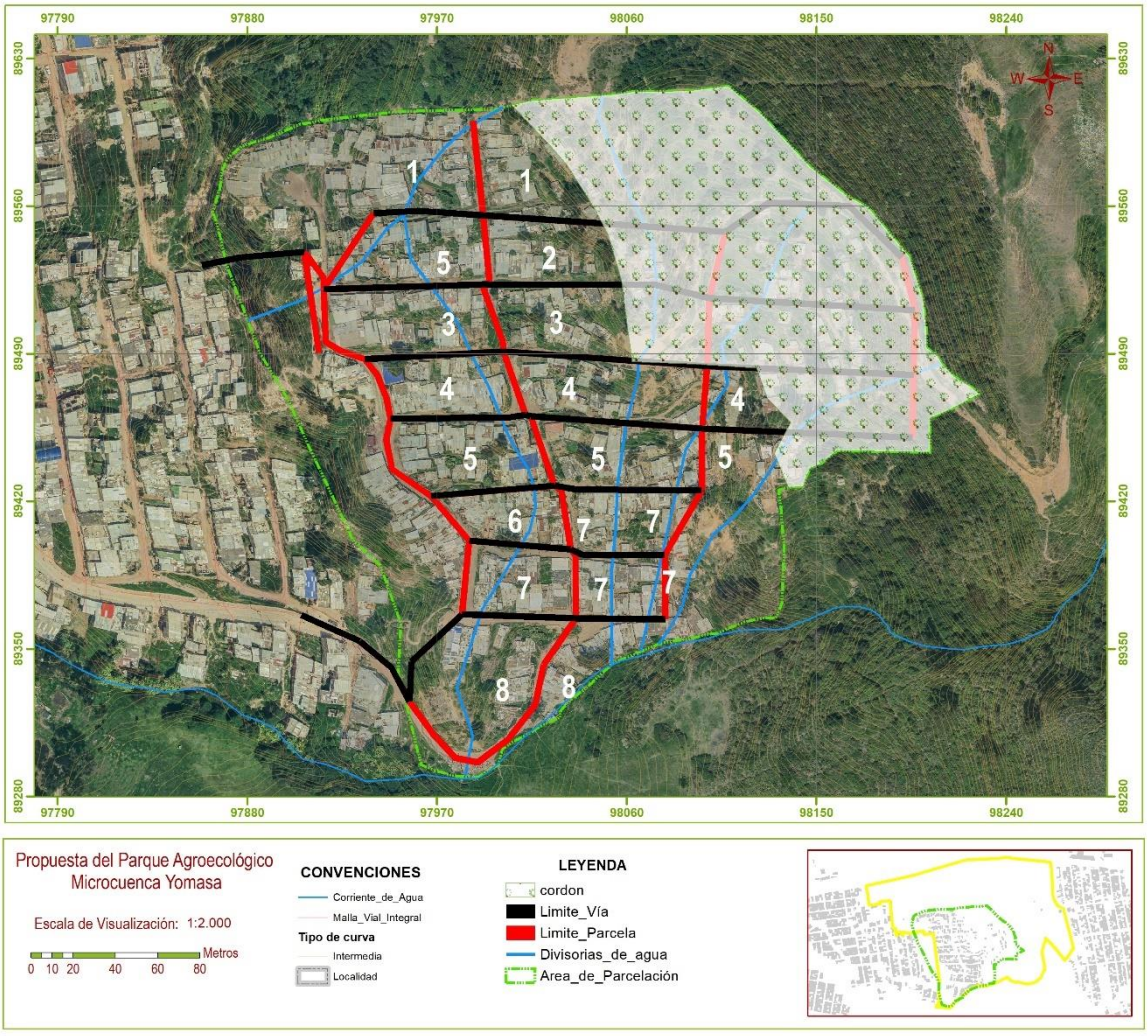
línea guía

- Continuar con el trazado en la misma forma hasta marcar la segunda línea de siembra.
- Tomar los puntos de la segunda línea de siembra y continuar con el trazado hasta terminar el área a enriquecer.

A continuación, se describen los arreglos teniendo en cuenta la inclusión de una especie arbórea y una arbustiva en función de no generar monocultivos y se describen a continuación y se detallan en la Tabla 4.22:

1. Prunus persica (L.) Batsch y Acca sellowiana [Berg] Burret
2. Malus domestica Borkh y Physalis peruviana L.
3. Inga spectabilis (Vahl) Willd y Solanum quitoense L
4. Psidium cattleyanum Sabine y Solanum betaceum Cav.
5. Eriobotrya japonica (Thunb.) Lindl. Y Vaccinium Floribundum Kunth
6. Punica granatum L. y Symplocos theiformis
7. Jardín Passiflora tarminiana Coppens & V.E. Barney
8. Jardín Physalis peruviana L.
9. Jardín Symplocos theiformis

Figura 4-40 Propuesta del Parque Agroecológico



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

A partir de esto, se plantea un cordón de especies nativas para un proceso de rehabilitación forestal, esto siguiendo los lineamientos planteados en la "*Ficha 2. Protección de corredor ripario mediante arborización*" el programa de Rehabilitación Hidrológico – Forestal, para implementar la herramienta técnica denominada "*Enriquecimiento y suplementación de coberturas*" con numeral 3.2.3. Esta zona contempla elementos de alta pendiente y áreas con erosión de suelos.

Tabla 4.22 Descripción de las Especie arbóreas para el Parque Agroecológico en Tocaimita

Familia	Nombre científico	Nombre común	Altitud (m.s.n.m)	Altura	Estrato	Imagen
Myrtaceae	Acca sellowiana [Berg] Burret	Feijoa	1800 - 2800	3.5 – 5 m	Arbusto	
Rosaceae	Malus domestica Borkh	Manzana de agua	1700 a 2800	6 – 10 m	Árbol	
Rosaceae	Prunus persica (L.) Batsch.	Durazno	2400 a 2800	6 – 8 m	Árbol	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Altitud (m.s.n.m)	Altura	Estrato	Imagen
Myrtaceae	Psidium cattleyanum Sabine	Guayabo del peru	1500 a 2800	1 – 4 m	Árbol	
Rosaceae	Eriobotrya japonica (Thunb.) Lindl.	Níspero	1800 a 2800	5 – 6 m	Árbol	
Fabaceae	Inga spectabilis (Vahl) Willd	Guamo santafereño	2000 a 2800	10 m	Árbol	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Altitud (m.s.n.m)	Altura	Estrato	Imagen
Rosaceae	Rubus floribundus Kunth	Mora	2000 a 2800	3 m	Arbusto	
Ericaceae	Vaccinium Floribundum Kunth	Mortiño	2400 a 3300	1 – 3 m	Arbusto	
Solanaceae	Physalis peruviana L.	Uchuva	1800 a 2800	1 – 2 m	arbusto	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Altitud (m.s.n.m)	Altura	Estrato	Imagen
Solanaceae	Solanum quitoense L	Lulo	1800 a 2800	1 – 3 m	arbusto	
Solanaceae	Solanum betaceum Cav.	Tomate de árbol	1800 a 2800	1 – 3 m	arbusto	
Punicaceae	Punica granatum L.	Granada	2800	5m	árbol	

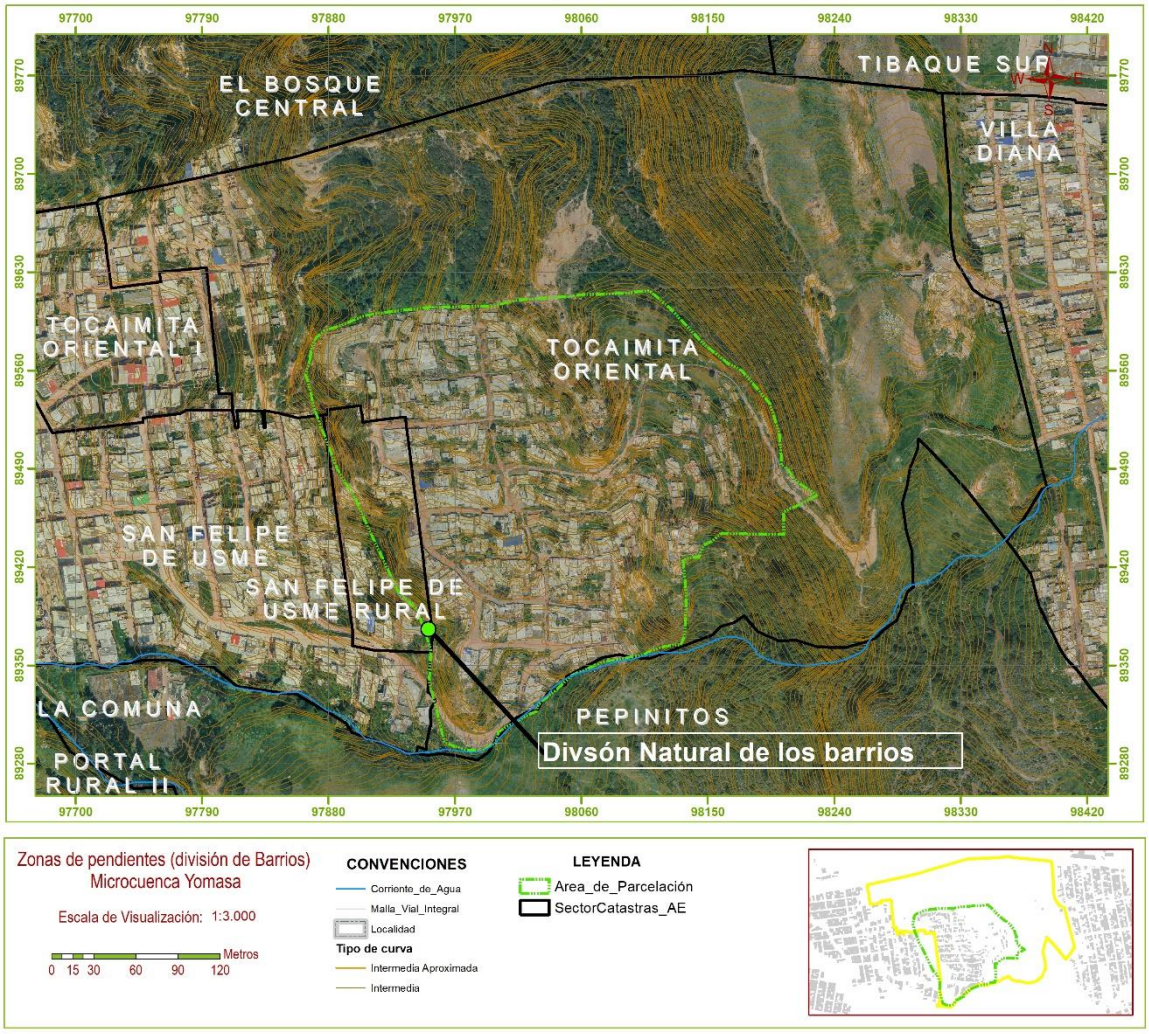
Familia	Nombre científico	Nombre común	Altitud (m.s.n.m)	Altura	Estrato	Imagen
Symplocaceae	Symplocos theiformis	Té de Bogotá	2600 a 3600	1 – 3 m	arbusto	
Passifloraceae	Passiflora tarminiana Coppens & V.E. Barney	curuba	2600 a 3600	1 – 3 m	arbusto	

Fuente: Elaboración JAM Ingeniería y Medio Ambiente

Además, como medida de borde y separación entre el Parque Agroecológico y el barrio legalizado San Felipe se encuentra el talud con altura aproximada de 20 m. Se propone realizar la protección con obras de geo bioingeniería y manejo de aguas mediante trinchos vivos y canales difusores de guadua.

En la Figura 4-41 se presenta la topografía del sector de estudio y el talud efecto de borde.

Figura 4-41 Topografía Barrio Tocaimita Oriental



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente

A continuación, se presenta las recomendaciones para consolidar y proteger talud existente que actúa como de borde.

Biorollos: Como componente importante para la estabilidad del terreno, se tiene la protección de la superficie con vegetación con el fin de evitar la erosión producida por la lluvia. De esta manera, la vegetación cumple diferentes funciones como disminuir la velocidad de agua, disipar su energía y actuar como filtro superficial. Para tal objetivo se cuenta con la colocación de biorollos, de diferentes longitudes que además ayudan a dirigir el agua superficial a zonas aptas para su manejo.

Figura 4-42 Detalle instalación de biorrollos



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente

La implantación de **trincheras en madera** con un relleno en material filtrante en el trasdós dispuestos en la zona superior del movimiento que permitan la captación del agua en la zona alta evitando que sature el material.

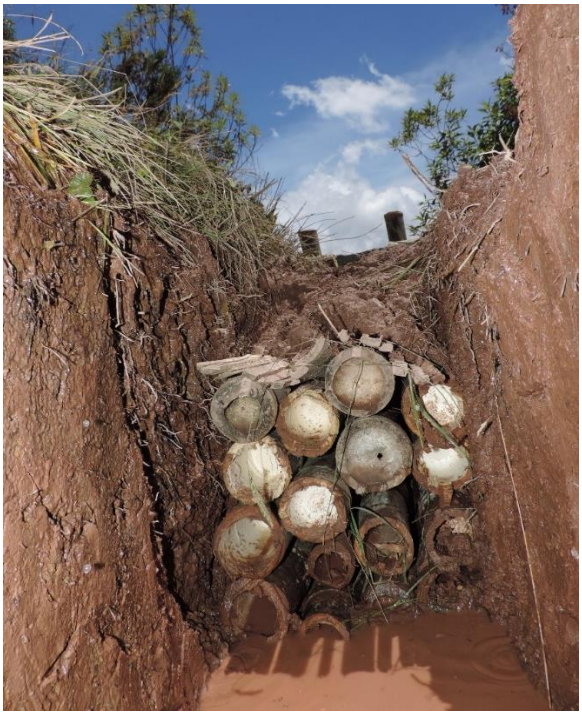
Figura 4-43 Trinchos en madera



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente

El agua captada en los trinchos se entrega a unos **filtros vivos** que permiten que el agua fluya hacia la parte baja del talud.

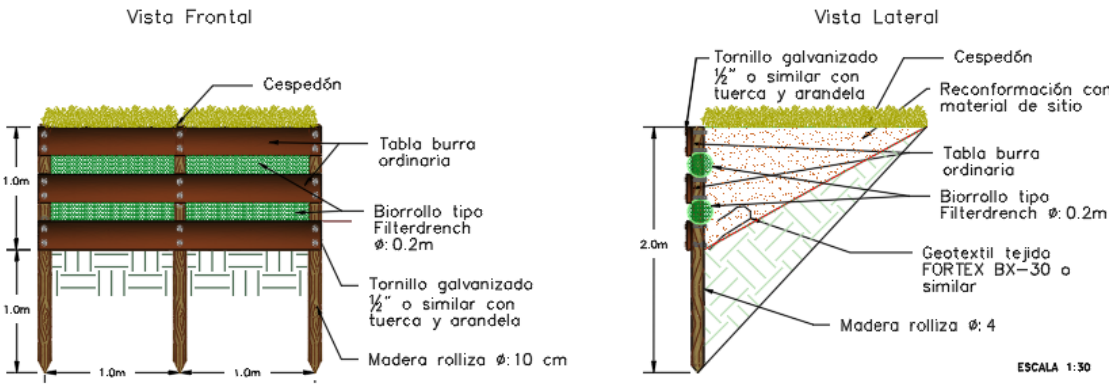
Figura 4-44 Filtros vivos



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente

Reconformación mediante trinchos de madera: Se propone complementar la obra con un perfilado de la ladera por medio de la ubicación de trinchos, los cuales permitirán confinar el material que se encuentre suelto y a su vez poder ubicar vegetación sobre las terrazas generadas.

Figura 4-45 Detalle tipo – perfilado con trinchos



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente

4.6.3.5 San Pedro Sur (Ecobarrio)

Localización y estado de legalización

El barrio San Pedro se encuentra ubicado en la parte oriental de Usme y se legalizado mediante Acto Administrativo 420 del 2 de octubre de 1998 y le corresponde el plano catastral US273/4-01. En la Figura 4-46 se presenta la localización del barrio San Pedro Sur.

Figura 4-46 Localización barrio San Pedro

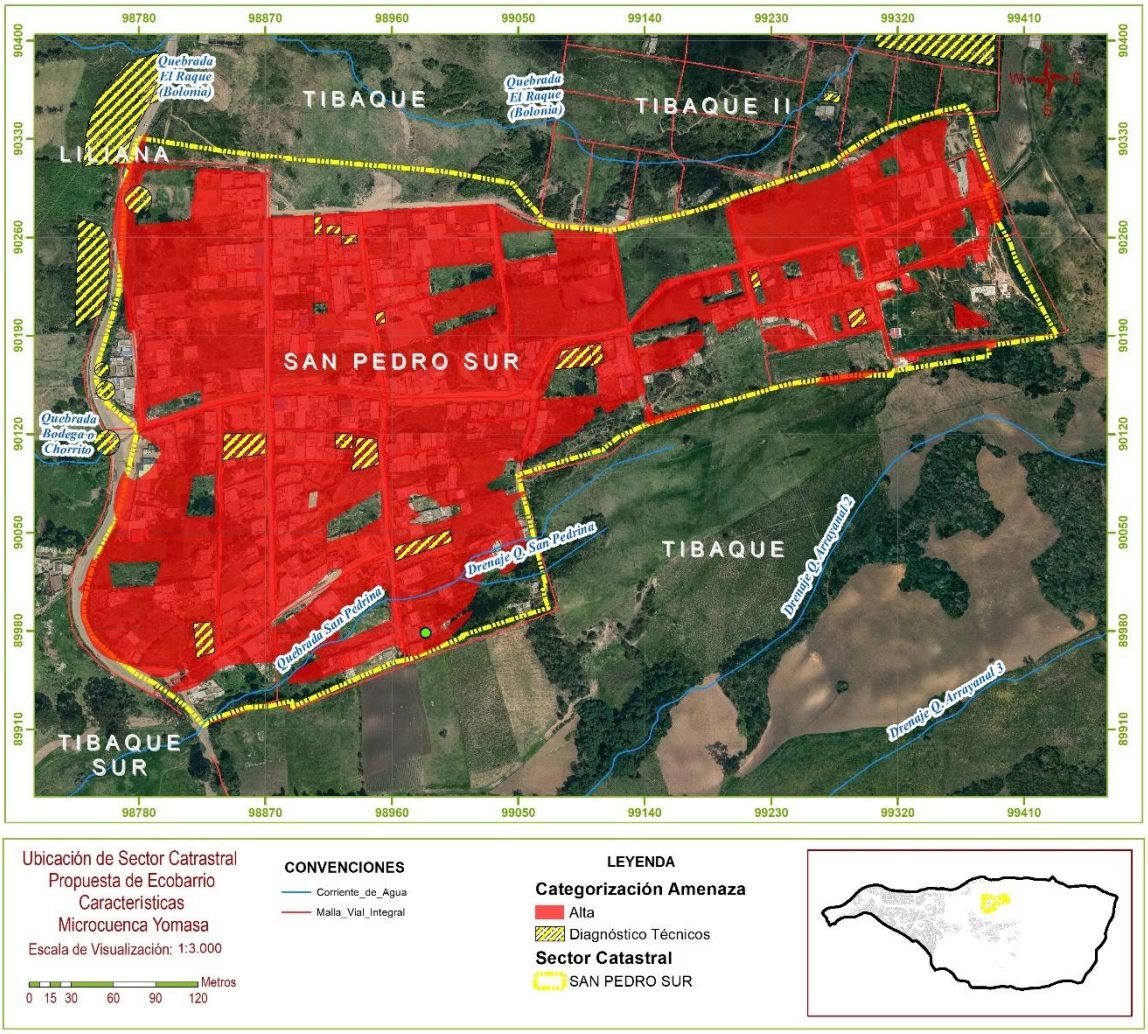


Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente

Diagnóstico y situación actual

En la Figura 4-47 se muestra, los diagnósticos técnicos por procesos de remoción en masa que se han realizado en el barrio y la zona de condición de riesgo por movimientos en masa (Alta) definidos en el POT (Decreto 555 de 2021) e inundación por la Quebrada San Pedrina, la cual atraviesa el barrio por el sector sur.

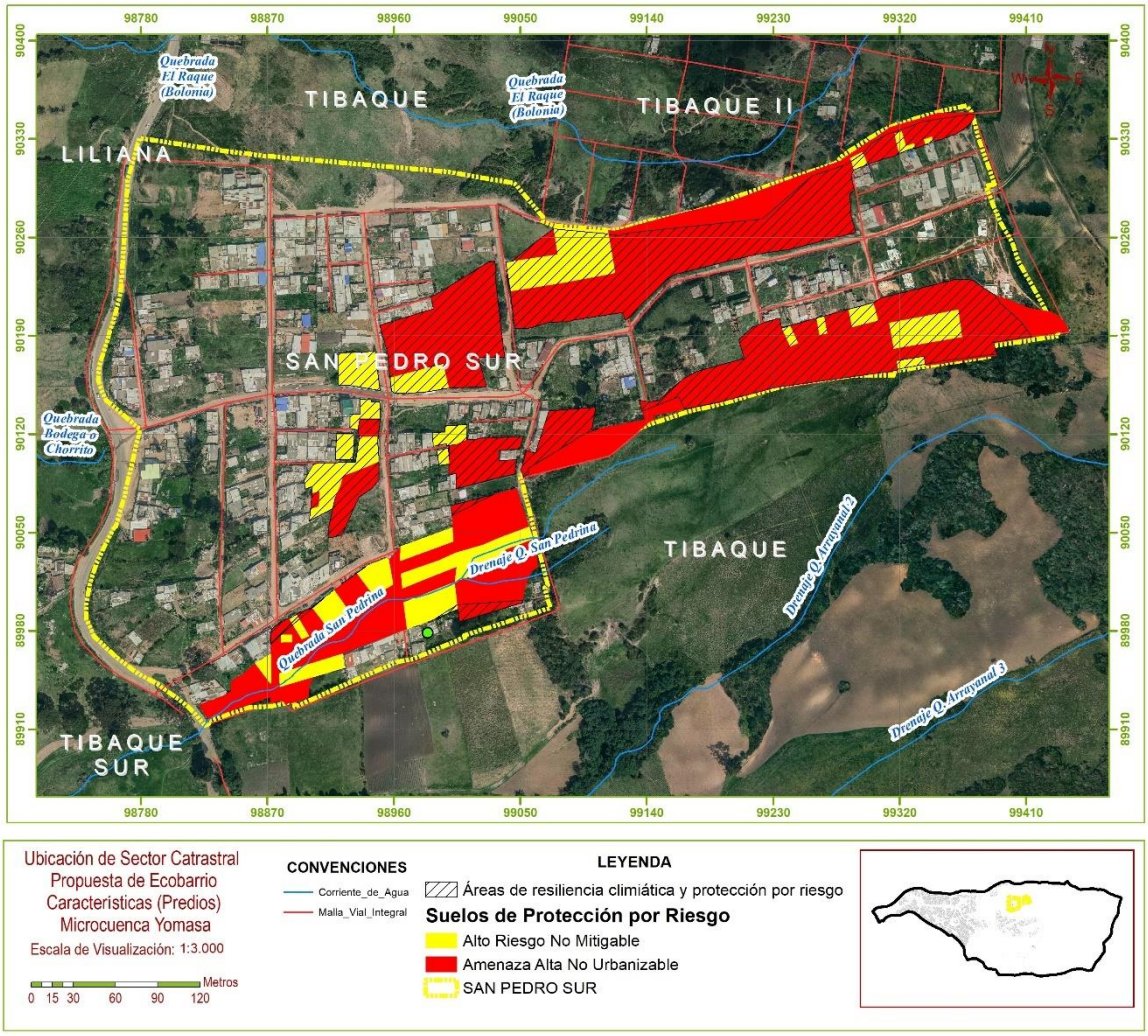
Figura 4-47 Conceptos y diagnósticos existentes en el barrio San Pedro



Fuente: Elaborado a partir del POT (Decreto 555 de 2021), IDIGER

En el sector San Pedro Sur, se tiene tres figuras definidas; predios de Alto Riesgo No Mitigable (48), (12) predios en Amenaza Alta No Urbanizable, estos tienen el concepto técnico No. CT-8573, y (14) predios con la figura de Área de Resiliencia Climática y Protección por Riesgo que presentan solape (Ver Figura 4-48).

Figura 4-48 Predios categorizados como amenaza alta no urbanizable San Pedro Sur



Fuente: Elaborado a partir del POT (Decreto 555 de 2021)

Visita de reconocimiento de campo

El equipo técnico de la consultoría realizó una visita de reconocimiento y diagnóstico al barrio San Pedro Sur.

En la visita de campo se identificaron dos zonas claramente diferenciables:

Zona 1 – Barrio consolidado: Se ubica desde la Carrera 19 Este hacia el oriente. Corresponde a una zona con vías pavimentadas con losas de concreto hidráulico, andenes y bordillos, sistema de alcantarillado pluvial y sanitario. En general, las condiciones del barrio son buenas y las condiciones de habitabilidad son propicias (Ver Figura 4-49).

Zona 2 – Barrio no consolidado: Se ubica desde la Carrera 19 Este hacia el oeste. Corresponde a una zona con vías sin pavimentar y sin manejo de aguas con una pendiente alta y claros procesos de erosión laminar y surcos por la escorrentía del agua lluvia que fluye libre al no existir sistemas de drenaje. Además, los habitantes de este sector no cuentan con alcantarillado, ni pluvial ni sanitario y la entrega de las aguas residuales la realizan mediante una zanja paralela a la vía en afirmado que entrega a la Quebrada San Pedrina. En general, las condiciones de habitabilidad son malas (Ver Figura 4-50).

Figura 4-49 Registro fotográfico zona consolidada



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente

Figura 4-50 Registro fotográfico zona no consolidada



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente

4.6.3.6 Recuperación hidráulica del Cauce

Las propuestas conceptuales propuestas de las SbN llegan a diseño a nivel de prefactibilidad, los soportes de cartografía que indican los lugares donde se aplicaran estas propuestas conceptuales están en el Anexo 5.5.

Para la rehabilitación hidráulica de la microcuenca, a lo largo de los cauces se realizaron 6 propuestas conceptuales presentadas a continuación.

Obras de protección de márgenes:

Las obras de protección de márgenes corresponden a estructuras o medidas implementadas para salvaguardar y estabilizar los bordes de cursos de agua, como ríos, arroyos o canales. Estas obras tienen como objetivo prevenir la erosión de los márgenes fluviales, proteger áreas adyacentes contra inundaciones y mantener la estabilidad del

lecho del río. Estas obras son esenciales para proteger las comunidades y áreas circundantes contra los efectos negativos de las inundaciones y la erosión. Además, también pueden contribuir a preservar la calidad del agua y el hábitat natural de los ecosistemas fluviales.

Este tipo de intervención se propuso en las zonas en las que se identificó que los procesos de erosión y socavación naturales del cauce podrían afectar negativamente el ecosistema o la infraestructura existente, o donde fueran tan intensos que pudiesen desencadenar procesos de remoción en masa.

Para este tipo de intervención ver la Ficha 5. Protección de las márgenes.

Recuperación de la sección hidráulica:

Se propone la implementación de medidas destinadas a la recuperación de la sección hidráulica en aquellas áreas donde se ha identificado un estrechamiento del cauce, principalmente atribuible a la disposición antrópica de materiales y desechos. Esta iniciativa busca restaurar la geometría adecuada del cauce, permitiendo que la sección hidráulica final sea óptima en términos de eficiencia en el flujo de las quebradas. Al abordar la disposición inapropiada de materiales y desechos, se pretende prevenir obstrucciones, facilitar un movimiento fluido del agua y contribuir así a la gestión hidráulica efectiva en la zona de estudio.

Para este tipo de intervención ver la Ficha 7. Mejorar la sección hidráulica a lo largo de la Microcuenca Yomasa

Estructuras de amortiguamiento:

Con el objetivo de controlar la velocidad de flujo y mitigar los efectos de socavación de fondo en las zonas en las que se identificó una alta energía de transporte fluvial en la microcuenca, se sugiere la instalación de estructuras de amortiguamiento de energía. Estas estructuras estarán diseñadas específicamente para disipar la energía de las aguas de escorrentía, reduciendo así la velocidad del flujo y permitiendo la deposición controlada de sedimentos antes de la descarga. Colocadas estratégicamente en áreas críticas, estas estructuras no solo brindarán estabilidad al lecho del cauce, sino que también crearán condiciones propicias para el desarrollo de vegetación natural. Además, facilitarán la

regulación del flujo de agua, preparándola para su eliminación gradual por evaporación. Se hará hincapié en la utilización de elementos vegetales como parte de una estrategia integral para mitigar los efectos de los procesos erosivos, al tiempo que se promoverá la sostenibilidad y la restauración ambiental.

Para este tipo de intervención ver la Ficha 7. Mejorar la sección hidráulica a lo largo de la Microcuenca Yomasa

Pasos en estructuras tipo arco:

A lo largo de los drenajes de la microcuenca, se ha observado que las estructuras de paso en el cauce ya sean cruces viales o peatonales, no cumplen con las condiciones necesarias para garantizar un flujo adecuado. Con el fin de lograr un drenaje efectivo y prevenir el deterioro tanto de la microcuenca como de la infraestructura vial existente, se propone reemplazar estas estructuras con nuevas obras. La solución propuesta consiste en la implementación de alcantarillas de sección en arco de base, con el objetivo de mejorar la gestión del drenaje en la zona de estudio.

Figura 4-51 Alcantarillas de sección en arco de base



Estructuras de entrega:

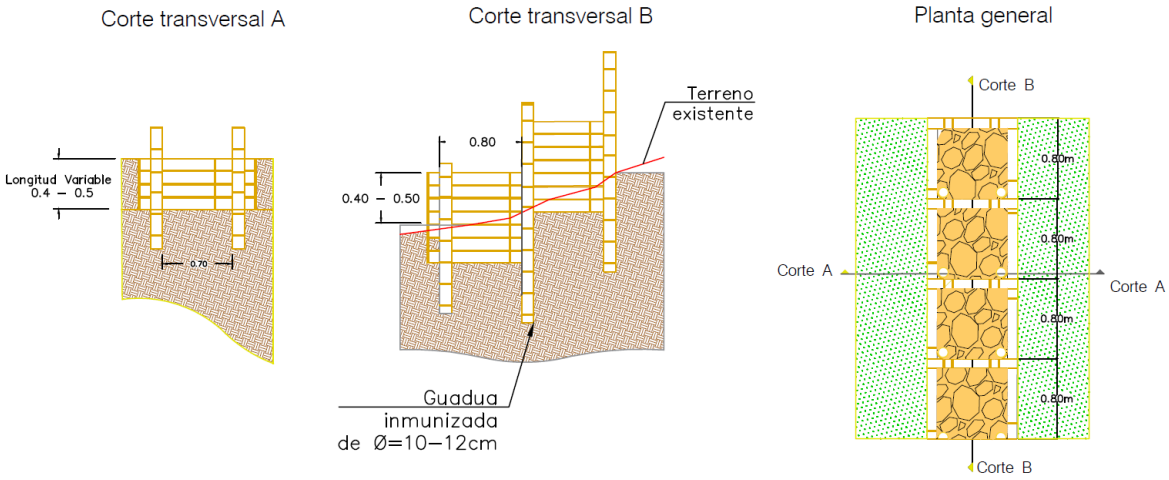
En las zonas en las que se presentan descargas no controladas de agua a la Microcuenca Yomasa se propone la implantación de estructuras de entrega. Estas estructuras tienen como propósito hacer un manejo controlado de las aguas de escorrentía, disminuyendo la velocidad del flujo, como la deposición de sedimentos previo a su descarga. Generalmente construidos en zonas de ladera, permiten la estabilización del fondo del cauce, disipando la energía de las aguas de escorrentía y dando la oportunidad del crecimiento de coberturas vegetales naturales y favoreciendo la regulación de las aguas para posteriormente ser eliminadas por evaporación.

Estos tipos de obras son asociadas con material vegetal como árboles, arbustos y pastos, empleadas para un manejo integral de carácter preventivo y correctivo de los procesos erosivos severos.

Para este tipo de intervención ver la Ficha 7. Mejorar la sección hidráulica a lo largo de la Microcuenca Yomasa

Figura 4-52 Estructuras de entrega





Adecuación por invasión predial de la ronda hídrica

Para las áreas donde las construcciones, viviendas o instalaciones invaden la ronda hídrica de las quebradas dentro de la Microcuenca Yomasa, se propone llevar a cabo la liberación de las áreas ocupadas y realizar la correspondiente rehabilitación forestal de la ronda. El objetivo es restablecer la integridad hidrológica, hidráulica y ecológica en las áreas intervenidas, abarcando la rehabilitación hidráulica del cauce y de la vegetación circundante.

Para este tipo de intervención ver la Ficha 6. Control de la dinámica del cauce

4.7 Participación social en las Soluciones Basadas en la Naturaleza

4.7.1 Participación social en la formulación de proyectos SbN para acción climática

Uno de los pasos para la formulación de proyectos orientados en SbN para la acción climática revela la necesidad de realizar el mapeo de actores y definición de socios (Ver numeral 4.7.1.1) (GIZ, 2023).

4.7.1.1 Mapeo de actores y definición de socios

Seleccionar los actores más importantes para formular y, posteriormente, ejecutar un proyecto es un paso fundamental. No incorporar alguna autoridad, líder, o sector relevante para la consecución de los objetivos, o invitarlos tarde al proceso, puede suponer, de entrada, el fracaso del proyecto. Además, una de las razones para que un proyecto no tenga sostenibilidad en el tiempo es la falta de apropiación del proyecto por parte de los actores-comunidad (GIZ, 2023).

Primero se debe de levantar una lista o mapeo de actores. Para desarrollar esa lista, se puede hacer las siguientes preguntas:

¿Quiénes se beneficiarán del proyecto?
¿Quiénes se pueden sentir perjudicados por el proyecto?
¿Quiénes tienen que emitir permisos para desarrollar el proyecto?
¿Cuáles son las autoridades que se tienen que tomar en cuenta? Autoridades políticas (nacionales, regionales), religiosas, líderes comunitarios, etc. con atribuciones y mandatos específicos.
¿Quiénes tienen información relevante para el proyecto? ONGs, academia, etc. Esto es particularmente importante en el caso del análisis de riesgo y conectividad biológica.
¿Quiénes pueden apoyar económicamente al proyecto? Empresas, ONGs, etc.
¿Quiénes pueden comunicar sobre la importancia del proyecto? Periodistas, grupos organizados de vecinos, etc.

Existen diferentes tipos de participación para los actores identificados. Algunos tendrán un rol de consulta, aportando una visión experta en la fase de formulación. Otros deberían de estar presentes porque le dan validez al proyecto, y otros deberían ser parte integral de todo el proceso del proyecto. El rol que cada actor juegue debe ser evaluado en esta fase

de determinación de socios estratégicos según lo consideren los planificadores del proyecto

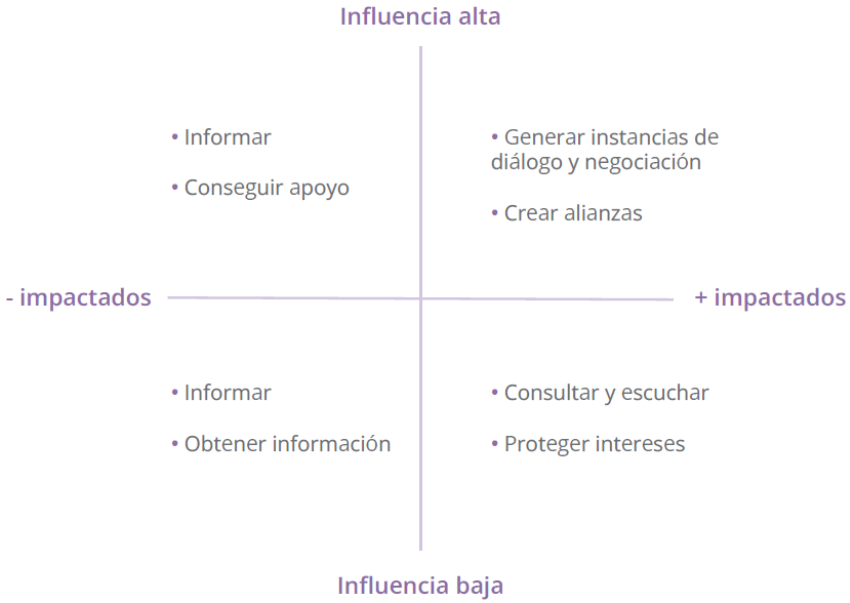
Para facilitar este análisis, se pueden evaluar tres factores:

a) El grado de influencia sobre el proyecto,
b) El grado de interés sobre el proyecto,
c) Las relaciones entre los actores.

Para determinar estos factores, debemos analizar cada actor. Podemos aplicar las siguientes preguntas a cada actor mapeado ver Figura 4-53:

- Influencia: ¿cuál es la capacidad de ejercer poder, control, sobre decisiones importantes para el proyecto (sea permisos, organización social, etc.) del actor X? ¿es alta, media o baja?
- Interés: ¿el actor X tiene algún interés en el desarrollo proyecto? ¿alto, medio o bajo?
- Relación: ¿cómo son las relaciones entre estos actores? ¿existen alianzas o discrepancias importantes a tomar en cuenta?

Figura 4-53 Influencia vs interés de los actores



Fuente: adaptado de Sepúlveda, M.A., Estévez, R., Silva-Rodríguez, E.A. (2015)

De este análisis, se obtiene cuáles deben de ser los socios estratégicos (alta influencia y alto interés), quienes deben ser consultados y escuchados (baja influencia, alto interés), a quienes hay que informar y persuadir para conseguir su apoyo (alta influencia, bajo interés), y a quienes hay que informar (baja influencia y bajo interés) (GIZ, 2023). Con respecto a la relación entre actores, también llevamos esto a un gráfico. Para esto, se establece si la relación entre un actor X y un actor Y es buena (alta), aceptable (media), o débil. Incluso se puede ingresar un nivel de "conflicto" para destacar alguna relación conflictiva (GIZ, 2023).

Cada uno de estos factores anteriores es importante para el desarrollo del proyecto. Por ejemplo, sentar en una misma mesa a actores que tienen fuertes discrepancias quizás no es la mejor idea, y es posible se necesite un proceso previo o una estrategia como parte del proyecto para acometer la situación.

En cualquier caso, el análisis debe dar como resultado la definición de los actores clave para el desarrollo del proyecto, y los que deben de estar presentes desde la definición del problema y las acciones a implementar.

Los resultados de este análisis se pueden validar en los talleres participativos, ya que los socios pueden tener observaciones valiosas a tomar en cuenta. La idea de realizar este mapeo antes de los talleres es asegurar la participación de actores clave en esos talleres, en especial en el taller de análisis de riesgo climático y en el proceso de aterrizar las SbN que se planteen.

4.7.2 Adaptación Basada en Comunidades – ABC-

La AbC es un abordaje teórico-práctico para la adaptación al cambio climático. Es decir, es un enfoque conceptual sobre la adaptación que plantea una estrategia sobre cómo lograrla. Una de las definiciones más aceptadas la describe como "un proceso liderado por las comunidades, basado en sus necesidades, prioridades, conocimientos y capacidades, que debe conducir a su empoderamiento planificar y responder a los impactos del cambio climático" (Reid et al., 2009:13).

La AbC retoma definiciones fundamentales de los marcos conceptuales oficiales internacionales del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC por sus siglas en inglés), concretamente los conceptos de cambio climático y

adaptación. Pero también, la AbC ha contribuido a desarrollar una gama de definiciones sobre conceptos clave de la adaptación como capacidad adaptativa, vulnerabilidad, y riesgo. Por consiguiente, en AbC se han desarrollado distintos marcos conceptuales (Diesner, 2022).

Por ejemplo, Christian Aid, Plan International, y el Instituto de Estudios para el Desarrollo (IDS), han desarrollado un enfoque que incorpora capacidad adaptativa al que llaman "Climate Smart Disaster Risk Management", que fortalece la integración entre las vulnerabilidades frente a desastres, cambio climático y pobreza. Otros enfoques como Local Adaptive Capacity Framework (LACF) adoptado por el consorcio Africa Climate Change Resilience Alliance (ACCRA), y el marco sobre capacidad adaptativa desarrollado por Practical Action, tienen una base común que entiende los procesos de adaptación de una manera más dinámica y flexible, y resaltan el papel de las relaciones de poder y de los marcos legales y políticos (Diesner, 2022).

4.7.2.1 Principios fundamentales de la AbC

Basado en comunidad

Este primer aspecto quiere decir que la escala a la que se trabaja la adaptación es la comunidad. O sea, se enfoca en el nivel más local de acción. Más aún, al decir que está "basado" en la comunidad, significa que el trabajo que se desarrollará se apoya en la cultura local, en sus capacidades y conocimientos, en sus necesidades sentidas y priorizadas, y en sus propios análisis o percepciones sobre el riesgo y las vulnerabilidades (Reid et al., 2009). Por ende, el enfoque implica un alto nivel de participación, involucramiento, y apropiación de las acciones a desarrollar por parte de las comunidades. El resultado de dicho trabajo debe ser muy ajustado al contexto local (Diesner, 2022).

Por dichos motivos se dice que estos enfoques son "de abajo hacia arriba", en contraste con los enfoques de "arriba hacia abajo". Estos últimos brindan a las comunidades soluciones genéricas prediseñadas en las agencias, gobiernos e instituciones. De "abajo hacia arriba" más bien significa que las estrategias y planes de adaptación deben ser coproducidas por las comunidades, los facilitadores y las agencias.

Enfoque integrado

La forma de entender algunos conceptos ha evolucionado en este enfoque. La vulnerabilidad en la AbC va más allá de las vulnerabilidades asociadas a los efectos del cambio climático, e involucra aspectos sociales como las situaciones de pobreza, marginación social, y el goce de los derechos humanos (Schipper et al., 2014). Por consiguiente, para lograr la adaptación al cambio climático es necesario combatir otros problemas de las comunidades, aportando a su desarrollo socioeconómico y al restablecimiento de derechos de manera más integral. Es decir, este enfoque liga el desarrollo y la adaptación como dos caras de la misma moneda.

Capacidad adaptativa

La idea común subyacente es que las comunidades adquieran la capacidad de hacer cambios y ajustes, o responder a eventos desfavorables, bajo condiciones cambiantes del entorno (entre ellos el clima) y reducir su vulnerabilidad. Idealmente, se busca que las capacidades adquiridas por las comunidades les permitan continuar haciendo ajustes incluso después de llevar a cabo un proceso.

Algunos aspectos importantes de la AbC

La adaptación requiere un proceso de largo plazo, y no puede enfocarse únicamente en alcanzar objetivos cortoplacistas ni optar por medidas asistencialistas. Por eso se puede decir que el objetivo del enfoque es de tipo procesual: el proceso es tan importante como el producto. Sin embargo, el enfoque en las capacidades no quiere decir que las medidas “blandas”, más asociadas a la gestión social, política o jurídica, no se puedan complementar con las llamadas medidas de “infraestructura verde” para el mejoramiento de los ecosistemas tales como parques, bosques y espacios naturales (McMahon & Benedict, 2000; Giordano et al., 2013).

Principales dificultades para la aplicación de la AbC

A pesar de los múltiples beneficios, la AbC también tiene sus contratiempos y la experiencia en campo ha demostrado dificultades para su aplicación (McNamara y Buggy, 2016; Kirkby et al.,2017). Algunos de los retos más comunes son la corta duración, los bajos presupuestos y la administración de los proyectos. El empoderamiento y los cambios

socioculturales no se pueden desarrollar en poco tiempo, o con presupuestos muy limitados. Además, las estructuras convencionales de las instituciones y burocracias del gobierno o de las agencias de cooperación, generalmente dificultan un trabajo flexible y amigable con las comunidades.

4.7.2.2 Integración paisajística (Desde lo social):

Proponer estrategias sociales de sostenibilidad en los proyectos de recuperación integral de zonas hidrográficas para esto se sugiere la Guía Metodológica para la Restauración Ecológica del Bosque Altoandino, en los que respecta a "Lograr la participación comunitaria" (Cano et al., 2007), para esto se debe:

La comunidad debe ser contemplada como una unidad integral.

Promover la participación de adultos (mujeres y hombres), jóvenes, niños.

Generar procesos de trabajo entre:

1. Comunidad campesina: Trabajadores agrícolas de diferentes edades y géneros.

2. Comunidades Indígenas.

3. Comunidad escolar: profesores, padres de familia y alumnos.

4. Entidades locales: Asociaciones comunitarias, ONG's, Organizaciones indígenas, Organizaciones Ambientales, entidades estatales que participan en la conservación regional de los recursos.

5. Investigadores de la conservación y restauración ecológica: biólogos, ecólogos, ingenieros forestales, antropólogos, sociólogos, geógrafos y trabajadores sociales.

Enfoques Conceptuales:

-Investigación Acción Participativa: Mediante este enfoque se plantea a las comunidades como grupo investigador y transformador de su propia realidad.

- Conservación con Base Comunitaria: Se refiere al manejo de recursos naturales a través de la participación de las comunidades.

- Manejo Local de Recursos: Corresponde a la recuperación, conservación y protección de la flora y fauna en su hábitat natural, teniendo en cuenta la característica de los ecosistemas

y el valor cultural que le otorgan las comunidades humanas.

Herramientas Metodológicas:

- Cartografía social: Esta metodología considera el territorio como referente espacio – temporal y busca su representación por medio de la construcción colectiva de mapas, en donde se muestran las percepciones locales del entorno natural, político, económico y cultural.

- Recorridos Territoriales: Metodología que complementa la cartografía social. A través de ellos se puede precisar y actualizar la información consignada en los mapas de territorio.

- Conversatorios: Son encuentros con diferentes participantes en los cuales se busca el diálogo de saberes sobre un tema específico. En ellos, aparecen puntos de vista distintos y se procura establecer consensos de opinión.

4.7.3 Reunión realizada en la Microcuenca Yomasa

El día 19 de diciembre de 2023, se realizó una reunión con la comunidad en donde se abordaron los siguientes aspectos:

- Objeto y alcance del contrato
- Explicación del área de estudio
- Explicación de Cuenca, Subcuenca y Microcuenca
- Listado de los sectores catastrales
- Imagen de la distribución de los predios
- Que entendían por el concepto de SbN
- Explicación del concepto de SbN
- Explicación del concepto de ecosistema
- Explicación del concento del servicio ecosistémico y como este se aplica en la microcuenca y en su vida
- Explicación que nos es el proyecto

4.7.3.1 Ejercicio cambio de roles

Se generó un ejercicio de como ellos querían ser abordados en caso de la aplicación de un proyecto de SbN

Con los asistentes en un ambiente propositivo y participativo se presentan las instrucciones claras para el ejercicio que parte desde el cambio de roles, es decir los asistentes se ponen en el papel de funcionarios y la pregunta guía es que herramientas o estrategias usarían para abordar a la comunidad con proyectos basados en la naturaleza. Para lo cual cada participante tiene la oportunidad de expresar sus intereses y reconocer que es de suma importancia el conocimiento del territorio, las particularidades de este el contexto de sus problemáticas necesidades y potencialidades. La fase de diagnóstico se convierte en la mejor estrategia de planeación.

El trabajo de campo como una estrategia inicial para entender que los proyectos deben responder y considerar todos los elementos que pueden hacer particular las situaciones, proyecto que sean largo en su ejecución y estos requieren de seguimientos, vincular a las comunidades por temas, especialidades, incentivar con trabajo a los jóvenes que viven en los sectores, y convocar a la vigilancia y el control de la ejecución de recursos.

Por último, consideran que la pedagogía es una forma de aproximar a las personas en el cuidado del medio ambiente, los cuerpos de agua y la adaptación al cambio climático.

En el Anexo 5.4 se soporta el proceso de convocatoria y desarrollo de la reunión de con la comunidad.

5 RECOMENDACIONES

- Se requiere elaborar una estrategia de participación. La estrategia debe contener acciones específicas, debido a que cada punto o lugar tiene condiciones diferentes, por ejemplo; ambientales, sociales, económicas, de acceso, entre otros aspectos.

- Es necesario involucrar a la comunidad, en la implementación de cada acción, los lideres que fueron convocados en la reunión del 19 de diciembre de 2023, son lideres proactivos que pueden ser un medio para llegar a otros lideres.

- La ejecución de las propuestas en lo posible debe incorporar mano de obra de la zona, con esto, se logra mayor sentido de apropiación.

- Diseñar capacitaciones para formalizar a personas de la zona en la elaboración de obras de infraestructura verde, puede ser un medio para lograr nuevas fuentes de trabajo y el mantenimiento de las obras.

- Se recomienda tener en cuenta los siguientes documentos; Adaptación basada en Comunidades –AbC (Bases conceptuales y guía metodológica para iniciativas rápidas de AbC en Colombia) del MADS, Adaptación basada en Comunidades: Un análisis conceptual y de su implementación en Costa Rica, Editorial ©La Ruta del Cima –, revisión de estrategias de participación elaboradas en los POMCA´s para la consolidación de consejo de cuenca.

- Debido al número de intervenciones planteadas en cada propuesta conceptual, se recomienda que la estimación de los costos este en relación con los sitios de intervención debido a que estos presentan condiciones diferentes, por ejemplo; ambientales, sociales, económicas, de acceso, entre otros aspectos, además, por los tipos obras y los tiempos de implementación.

- La construcción de las propuestas conceptuales para la Microcuenca Yomasa responden a la experiencia del equipo consultor, revisión de elementos conceptuales y metodológicos, además, de la adopción de la Guía para la integración de las Soluciones Basadas en la Naturaleza en la planificación Urbana del IAVH (Arango, 2020). Sumando estos aspectos, se sugiere que el proceso metodológico desarrollado en el producto 4, el cual, tiene insumos de los productos 2 y 3, sea tomado como una guia o unos lineamientos para la implementación en otras Subcuencas o Microcuencas de la ciudad. Si bien, cada drenaje responde a unas dinámicas diferentes en relación con los tensores y oportunidades, este proceso metodológico puede ser adoptado a las especificaciones territoriales.

- El concepto de multifuncional es aplicado para las SbN, este se define como su capacidad para resolver diversos desafíos ambientales y sociales en el contexto urbano. De manera que, las propuestas conceptuales definidas para el área de estudio responden a este concepto y para llevarlas a cabo es necesario de un trabajo de coordinación interinstitucional que se encuentra plasmado en el Plan de Acción Climática del título 4.6, así mismo, el papel de IDIGER indicado en el numeral 4.6.1.1 como coordinador del sistema. Por lo tanto, se sugiere que el desarrollo de las propuestas conceptuales respondan a este concepto a través del trabajo en conjunto de las instituciones del Distrito en coordinación del IDIGER.

-

6 ANEXO

6.1 Visita de campo

Introducción

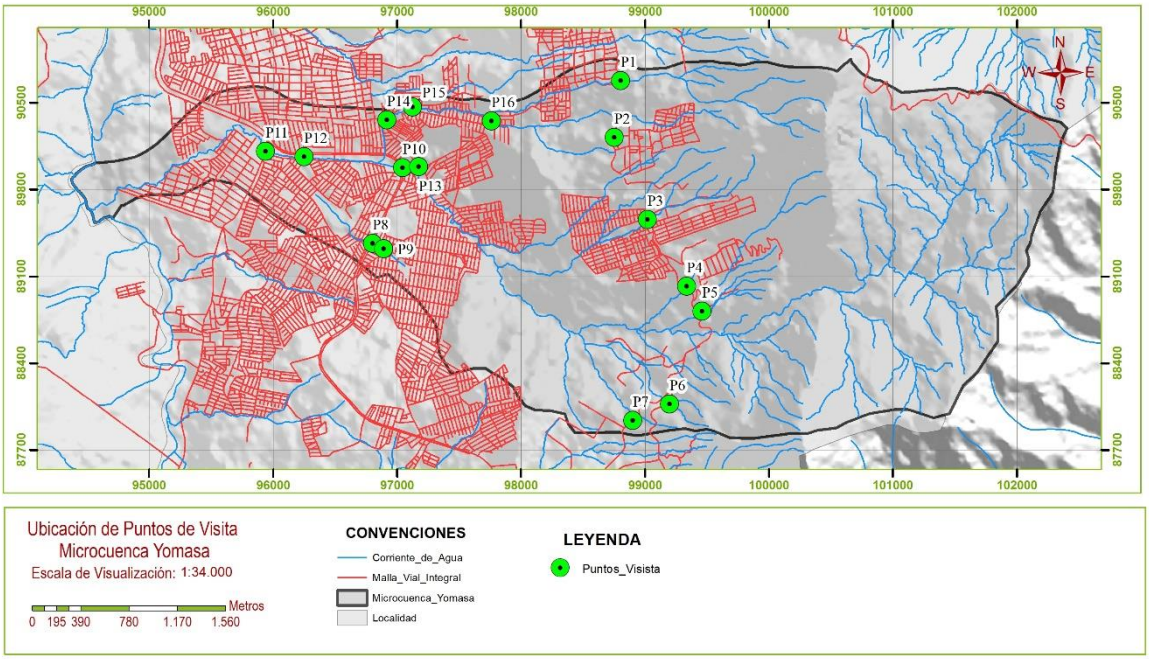
En el marco del proyecto Caracterización y Diseños de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) para la Reducción de Riesgos y la Adaptación Al Cambio Climático en la Microcuenca Yomasa, se realizó una visita de campo con el fin de revisar y corroborar las principales problemáticas en la zona de estudio y definir algunos sitios críticos.

La visita de campo se realizó el viernes 24 de noviembre y se revisaron 16 puntos que se habían elegido anteriormente debido a ciertas problemáticas identificadas, estas incluyen:

- Problemas de disposición inadecuado de residuos en zonas que afectan el flujo de cuerpos de agua.
- Problemas erosivos en zonas aledañas a los drenajes debido a su flujo natural.
- Problemas de encharcamiento e inundaciones en las zonas aledañas a los drenajes presentes en la zona.
- Problemas de infraestructura vial y procesos de remoción en masa.

Previo a la visita de campo se realizó una revisión con la ortofotografía a 2021 de alta resolución espacial, DEM (EAAB), ortoimagen a 2004 (IDECA), eventos del SIRE, con el fin de validar zonas con cambios o sitios críticos.

Figura 6-1. Localización de los puntos visitados.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos recolectados en campo

PUNTO 1

- **Coordenadas:** -74,088312, 4,51194 (WGS 84)

Quebrada Bolonia después del barrio Buenos Aires. La importancia de este cruce radica en su papel fundamental para el adecuado drenaje de aguas pluviales y el flujo constante de la quebrada. La cuneta, construida con box culvert y con una dimensión de 1 x 1 metros, ha sido diseñada para gestionar el caudal típico de la quebrada, evitando así desbordamientos y posibles inundaciones.

No obstante, durante las estaciones lluviosas, existe la posibilidad de que la acumulación de sedimentos, residuos u otros obstáculos obstruyan parcial o totalmente la cuneta. En tales circunstancias, el flujo normal del agua se ve comprometido, lo que podría dar lugar a problemas de encharcamiento en las áreas circundantes. Este riesgo se incrementa debido a la relación entre el tamaño del canal y la capacidad de la cuenca hidrográfica, lo que resalta la necesidad de implementar medidas preventivas y de mantenimiento.

Con el fin de mitigar estos problemas potenciales, es esencial llevar a cabo inspecciones regulares y programas de limpieza para garantizar que la cuneta permanezca libre de

obstrucciones. Además, considerar mejoras en la infraestructura, como el aumento de la capacidad de la cuneta o la implementación de sistemas de filtrado, podría contribuir significativamente a la eficiencia del drenaje y reducir el riesgo de encharcamiento, asegurando así un funcionamiento óptimo del sistema de gestión hídrica en la zona.

Figura 6-2. Fotografía del punto número 1.



PUNTO 2

- **Coordenadas:** -74,088775, 4,507812 (WGS 84)

KR 16 ESTE 80 47 SUR. Se puede observar claramente una pérdida de la banca exterior de la vía; esto se debe a la falta de estabilidad estructural en esta zona. La erosión del suelo ha debilitado la base de la carretera, comprometiendo su integridad y generando un riesgo potencial para la seguridad vial. Este problema podría agravarse con condiciones climáticas desfavorables, como lluvias intensas, que podrían aumentar el proceso de erosión.

Para abordar esta situación, se recomienda realizar una evaluación detallada de la infraestructura afectada y llevar a cabo medidas correctivas, como la construcción de muros de contención o la implementación de sistemas de drenaje adecuados. Esto no solo restauraría la estabilidad de la banca exterior, sino que también contribuiría a prevenir

futuros deslizamientos de tierra y garantizaría la seguridad y durabilidad a largo plazo de la carretera.

Figura 6-3. Fotografías del punto número 2.



PUNTO 3

- Coordenadas: -74,086365, 4,501818 (WGS 84)

KR 18 ESTE 86a 66 SUR. En este punto se puede observar el cruce de la Quebrada Arrayanal con la carrera 18 este. El encausamiento de la quebrada se hace por medio de un tubo de 50 cm de diámetro. Esta situación presenta un riesgo significativo para la comunidad circundante, ya que, durante las épocas de lluvia intensa, el tubo se vuelve insuficiente para gestionar el aumento del caudal de la Quebrada Arrayanal. La restricción en el flujo del agua podría resultar en desbordamientos, inundaciones y posiblemente daños

a las propiedades cercanas.

Además de la capacidad limitada del tubo, la presencia notable de basura y residuos a lo largo del cauce de la quebrada agrava aún más la situación. Este material inestable, combinado con la pronunciada pendiente del terreno, crea un escenario propicio para obstrucciones en el cauce. La acumulación de desechos puede actuar como barrera, restringiendo el flujo normal del agua y aumentado el riesgo de inundaciones.

Figura 6-4. Fotografías del punto número 3.



PUNTO 4

- Coordenadas: -74,08351, 4,496953 (WGS 84)

Carrera 15 este después del barrio Las Violetas. Se pueden observar dos quebradas de gran caudal. La canalización de estas en el cruce con la vía se realiza por medio de una cuneta muy pequeña (40 x 40 cm) y la zona aledaña al cruce está cubierta con mucha vegetación, debido a esto se podrían generar bloqueos en el cauce en periodos de lluvia intensa.

Figura 6-5. Fotografías del punto número 4.



PUNTO 5

- Coordenadas: -74,0824, 4,495118 (WGS 84)

Carrera 15 este, frente a la antigua Cervecería Alemana. Se pueden ver el cruce de una quebrada con la vía. En este punto ocurre lo mismo que en los anteriores: la canalización se hace mediante tubos pequeños que son propensos a bloqueos en periodos de lluvia intensa en donde el caudal aumenta.

Figura 6-6. Fotografías del punto número 5.



PUNTO 6

- Coordenadas: -74,084768, 4,488358 (WGS 84)

Antigua vía al llano, después del piqueteadero El Muñeco. Se pueden observar el cruce de una quebrada con la vía. En este punto, ocurre lo mismo que en los anteriores: la canalización se realiza mediante tubos pequeños que son propensos a bloqueos durante periodos de lluvia intensa, cuando el caudal aumenta considerablemente. Esta situación puede generar problemas de flujo, desbordes y, en última instancia, afectar la integridad de la vía.

Figura 6-7. Fotografías del punto número 6.



PUNTO 7

- Coordenadas: -74,087448, 4,487155 (WGS 84)

Antigua vía al llano, después del piqueteadero El Muñeco. En este punto se puede evidenciar claramente la problemática de depósito de basuras y escombros en zonas poco adecuadas, ya que el cauce de la quebrada pasa justo por detrás de esta zona. Además, se pueden ver fenómenos de remoción en masa pequeños generados debido al peso del material acumulado en zonas inestables y con pendientes pronunciadas (Figura 6-8)

Figura 6-8. Fotografías del punto número 7.



Figura 6-9. Proceso de remoción em masa observado.



PUNTO 8

- Coordenadas: -74,106334, 4,500082 (WGS 84)

Carrera 5 este #90 Sur-23, cruce del caño Chuniza bajo la avenida. En este punto, se puede observar la canalización del cauce mediante un tubo de aproximadamente 1 metro de diámetro. Sin embargo, preocupa la presencia significativa de desechos y basura que se acumulan en el área, lo cual podría generar obstrucciones en el flujo del agua. Esta acumulación de residuos no solo representa un riesgo ambiental sino también un potencial obstáculo para el normal funcionamiento del sistema de drenaje.

Figura 6-10. Fotografías del punto número 8.



PUNTO 9

- Coordenadas: -74,10554, 4,499675 (WGS 84)

KR 5D ESTE90A SUR. En este punto, se puede observar la canalización del cauce mediante dos tubos de aproximadamente 50 cm de diámetro. Sin embargo, como en anterior punto, preocupa la presencia significativa de desechos y basura que se acumulan en el área, lo cual generan obstrucciones en el flujo del agua. Esta acumulación de residuos no solo representa un riesgo ambiental sino también un potencial obstáculo para el normal funcionamiento del sistema de drenaje.

Figura 6-11. Fotografías del punto número 9.



PUNTO 10

- Coordenadas: -74,104153, 4,505603 (WGS 84)

DG 81A SUR 5 ESTE. En este punto se puede observar claramente la socavación generada debido a las curvas pronunciadas de la Microcuenca Yomasa antes y después del cruce con la KR 5 ESTE. Esta socavación puede tener implicaciones significativas para la infraestructura y la estabilidad del terreno en esta área.

Figura 6-12. Fotografía de la Microcuenca Yomasa antes del cruce con la carrera 5 este.



Figura 6-13. Fotografía de la Microcuenca Yomasa después del cruce con la carrera 5 este.

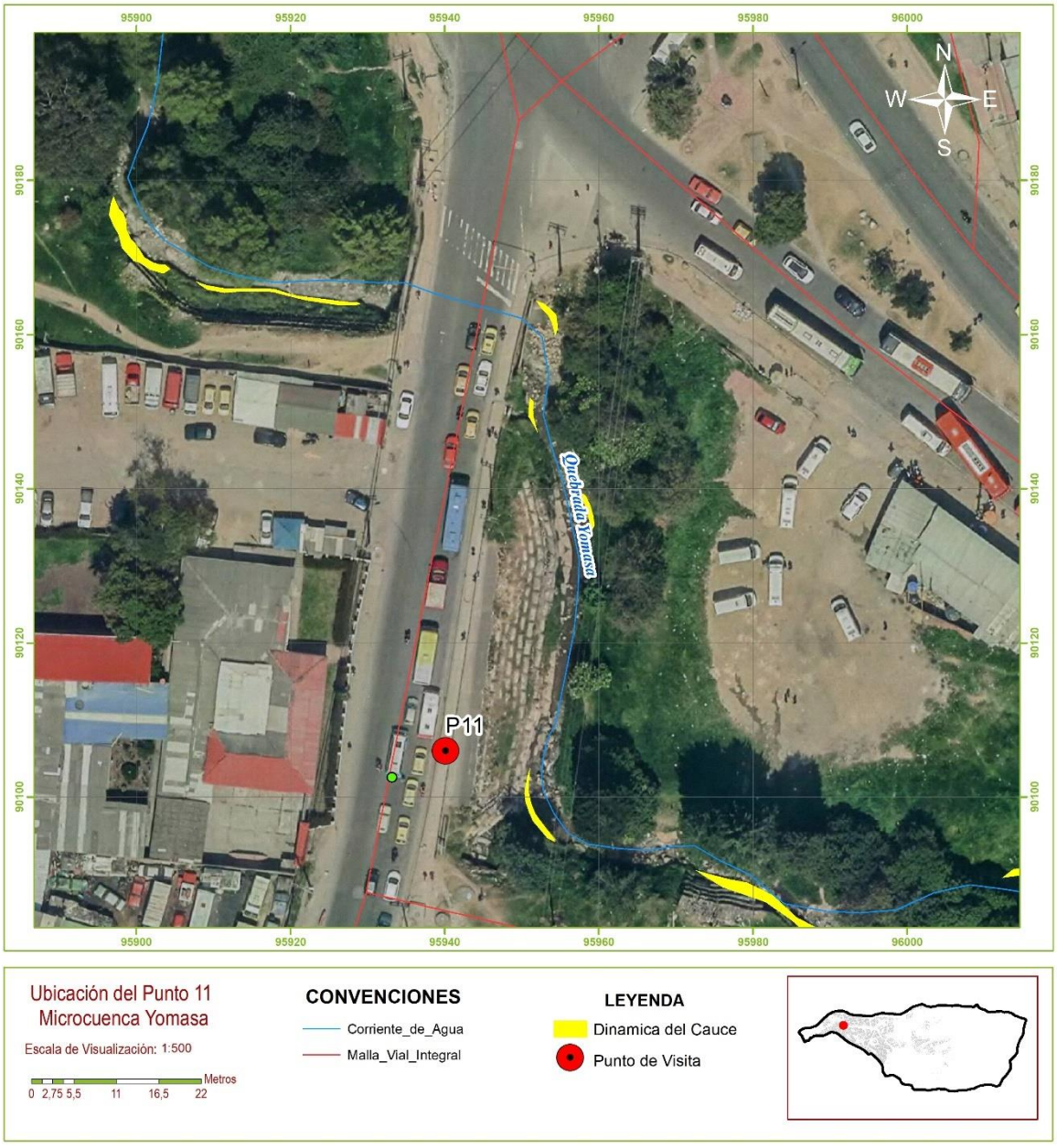


PUNTO 11

- Coordenadas: -74,114118, 4,506792 (WGS 84)

KR 1 84 17 SUR. La caracterización de este punto se realizó desde el cruce de la microcuenca, hasta unos 100 metros aguas abajo, como se muestra en la Figura 6-14. En este tramo, se puede analizar la dinámica fluvial y su afectación en las zonas urbanas aledañas. Esta dinámica está caracterizada por procesos erosivos y zonas de socavación fluvial. Estos fenómenos son el resultado de la interacción entre el flujo constante de agua y la morfología del terreno afectado, las áreas de socavación fluvial son evidentes en las márgenes de la microcuenca, donde el agua desgasta el suelo y ha crea depresiones.

En el caso de la Figura 6-15, se observa un ejemplo de la erosión

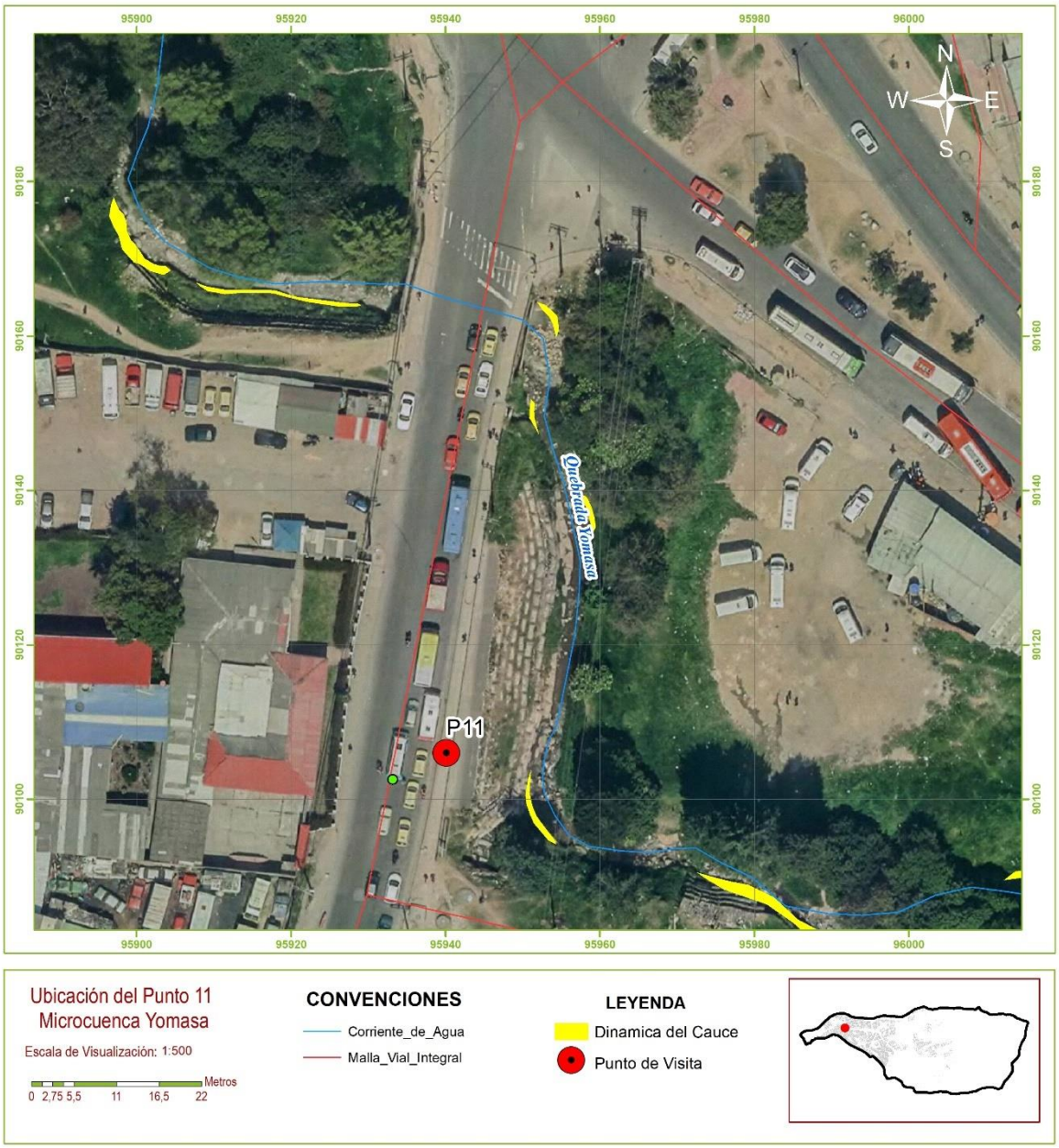


Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

Figura 6-15, el constante flujo de agua en la quebrada genera erosión en la parte inferior del talud, haciendo que la pendiente del terreno aumente y se produzca inestabilidad en la parte superior. Como consecuencia directa de la erosión en la parte superior del talud, las viviendas ubicadas en esta zona están expuestas a un mayor peligro.

La combinación de la pérdida de estabilidad del suelo y la posibilidad de eventos de remoción en masa, como deslizamientos de tierra, representa una amenaza significativa para la integridad estructural de las edificaciones. Es crucial implementar medidas de mitigación, como sistemas de contención de taludes, revegetación, o incluso la reubicación de estructuras, para reducir el riesgo y proteger la seguridad de las comunidades afectadas.

Figura 6-14. Localización general del tramo analizado en el punto número 11.



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

Figura 6-15. Ejemplo de la erosión observada en el punto número 11.



Otro ejemplo presente en el tramo observado fue el socavamiento de las estructuras protectoras del talud, como se puede ver en la Figura 6-16. Ante esta situación, se hace imprescindible implementar medidas de restauración y estabilización del talud, como la reparación o reforzamiento de las estructuras protectoras, la revegetación para fortalecer el suelo y la aplicación de técnicas de ingeniería civil que reduzcan la vulnerabilidad del talud a procesos erosivos.

Figura 6-16. Ejemplo de socavación presente en las estructuras de protección



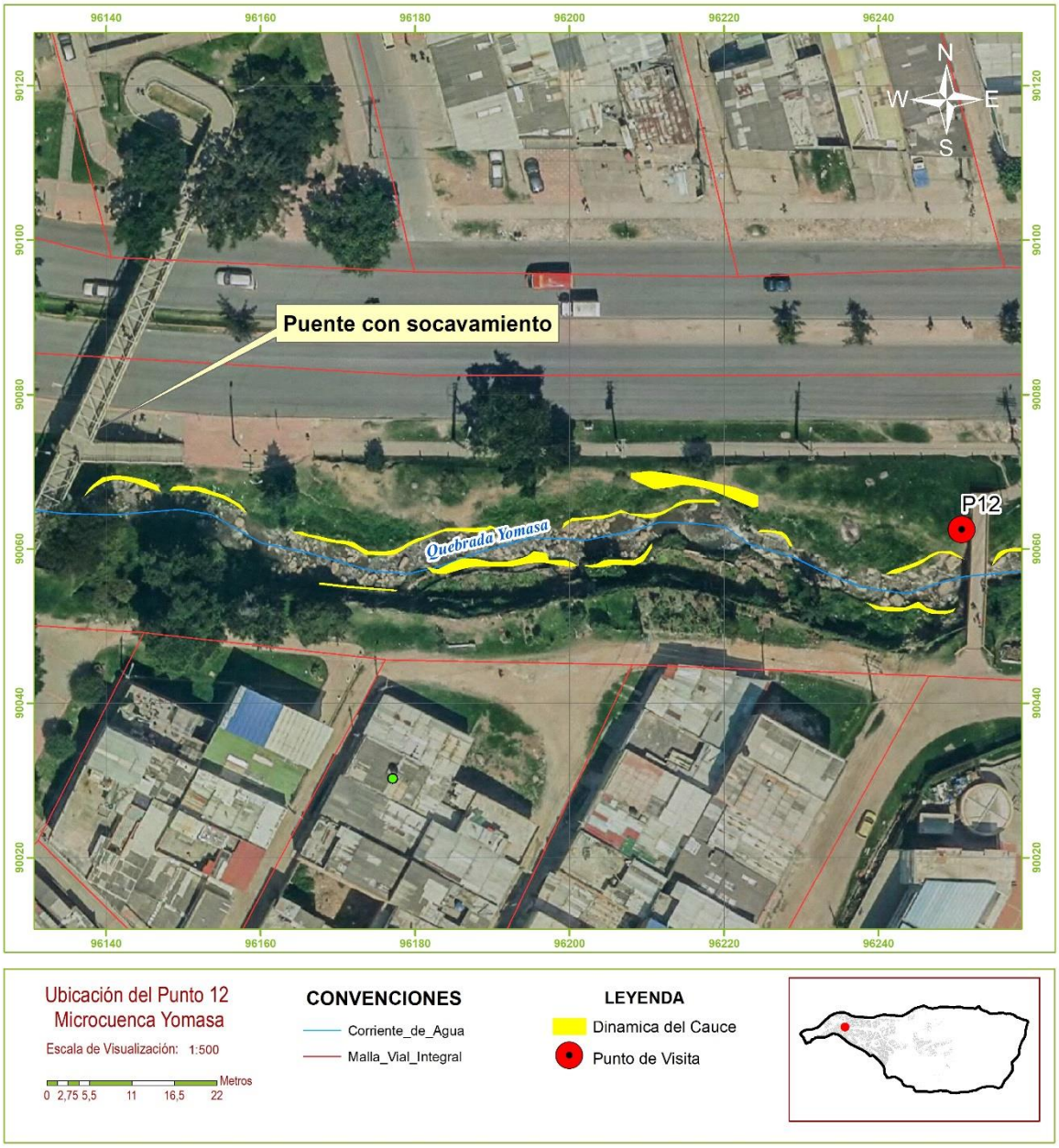
PUNTO 12

- Coordenadas: -74,11132, 4,506398 (WGS 84)

Calle 84 Sur - carrera 1C este. En el tramo analizado, se puede observar claramente la erosión y el socavamiento causados por la dinámica fluvial. Un gran ejemplo de esto se evidencia en la siguiente figura, en donde se puede ver claramente el socavamiento que la quebrada ha causado en la base de un puente peatonal. La acción continua del flujo de agua ha desgastado gradualmente la estructura del suelo, creando una cavidad profunda en la base del puente.

Para abordar este problema, sería crucial implementar medidas de protección y estabilización en la zona afectada. Estas podrían incluir técnicas de control de erosión, como la instalación de estructuras de protección o vegetación en los taludes para mitigar el impacto del agua. Además, realizar inspecciones regulares y monitoreo constante de la evolución de la erosión ayudaría a identificar cualquier cambio significativo en la estructura del terreno y permitiría la aplicación oportuna de medidas correctivas.

Figura 6-17. Localización general del tramo analizado en el punto número 12.



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

Figura 6-18. Socavamiento en la base de un puente peatonal en el punto número 12.



Figura 6-19. Socavamiento en la base de estructuras de protección



PUNTO 13

- Coordenadas: -74,102998, 4,505669 (WGS 84)

Figura 6-20. Fotografías del punto número 13.



Calle 81a Sur con 6 Este, frente al colegio Ofelia Uribe de Acosta. En este punto, se puede observar la pérdida de un sendero peatonal debido a problemas de estabilidad en la base de la estructura. La falta de mantenimiento y la erosión han contribuido al deterioro de la infraestructura. Este deterioro no solo afecta la accesibilidad y seguridad de la zona, sino que también ha generado consecuencias ambientales negativas.

Adicionalmente, este lugar se ha convertido en un punto crítico donde las personas

depositan basuras y escombros de manera inadecuada. La acumulación de residuos representa un riesgo ambiental y para la salud pública. La disposición inapropiada de desechos puede tener impactos perjudiciales en la calidad del agua y el entorno circundante, afectando la flora y fauna local.

Figura 6-21. Base del sendero peatonal con claras muestras de erosión e inestabilidad



PUNTO 14

- Coordenadas: -74,105305, 4,50908 (WGS 84)

Cruce de la Quebrada Bolonia con la calle 81 sur. La vulnerabilidad de este punto radica en el posible bloqueo del cauce de la Quebrada Bolonia debido al depósito indebido de residuos y basura. Esto puede generar desbordes y encharcamientos de la quebrada sobre la vía, especialmente durante periodos de lluvias intensas.

Figura 6-22. Canalización de la Quebrada Bolonia bajo la calle 81 sur.



PUNTO 15

- Coordenadas: -74,103447, 4,510012 (WGS 84)

Cruce de la Quebrada Bolonia con la DG 80A SUR 5G ESTE. En este punto, se observa la presencia de socavamiento antes del cruce de la quebrada con la vía, así como el depósito indebido de basuras. La erosión fluvial puede generar inestabilidad en el talud a futuro y, por ende, posibles eventos de remoción en masa pequeños y bloqueos en el cauce debido al material removido y a la basura presente.

Figura 6-23. Socavamiento previo a la canalización de la microcuenca



Figura 6-24. Depósito indebido de residuos y basura.



PUNTO 16

- Coordenadas: -74,097712, 4,509008 (WGS 84)

Cruce de la Quebrada Bolonia con la calle 80 Bis Sur #9 Este-28. En este punto se puede ver nuevamente una gran cantidad de residuos y basura depositados sobre el cauce de la quebrada, lo que puede generar su bloqueo en épocas de lluvia intensa. Para abordar este problema, es crucial implementar medidas de limpieza y gestión de residuos en la zona, además de promover la concienciación comunitaria sobre la importancia de mantener limpios los cuerpos de agua.

La colaboración entre las autoridades locales, organizaciones ambientales y la comunidad residente puede ser clave para desarrollar estrategias efectivas de prevención y control. Establecer programas regulares de limpieza, así como promover prácticas de disposición adecuada de residuos, son pasos fundamentales para preservar la salud y la funcionalidad de los cuerpos de agua, garantizando la seguridad y el bienestar de la comunidad a largo plazo.

Figura 6-25. Disposición de residuos sobre el cauce de la Quebrada.



6.2 Análisis de los Conceptos Técnicos, Diagnóstico Técnico, Estudios de Zonificación y Diseños de Obras

6.2.1.1 Diagnóstico general procesos por remoción en masa

Se realizó la recopilación y análisis de información disponible en el Sistema de Información para la Gestión del Riesgo y el Cambio Climático (SIRE). Se cuenta con tres fuentes de información:

Concepto técnico

Documento técnico a través del cual el IDIGER emite su pronunciamiento sobre la zonificación de amenaza y riesgo a nivel de predio para un asentamiento humano (desarrollo o barrio) y se definen los predios o zonas en amenaza y riesgo por determinado fenómeno amenazante (movimientos en masa, inundación por desbordamiento, avenida torrencial), se dan las recomendaciones para las zonas expuestas a condiciones de amenaza o riesgo que deben ser objeto de restricción o condicionamiento al uso del suelo.

Diagnóstico técnico

Documento técnico donde se realiza la verificación de asistencia técnica con base en una inspección visual, aplicando la metodología para este tipo de procedimiento (Identificación y valoración cualitativa de la afectación del hábitat a nivel urbano y rural), con el objeto de valorar el grado de afectación de las edificaciones y/o infraestructura, que permite establecer el compromiso de estabilidad y funcionalidad de las mismas, a fin de identificar predios, y/o edificaciones y/o infraestructura inseguras, para analizar y determinar las acciones pertinentes a que haya lugar.

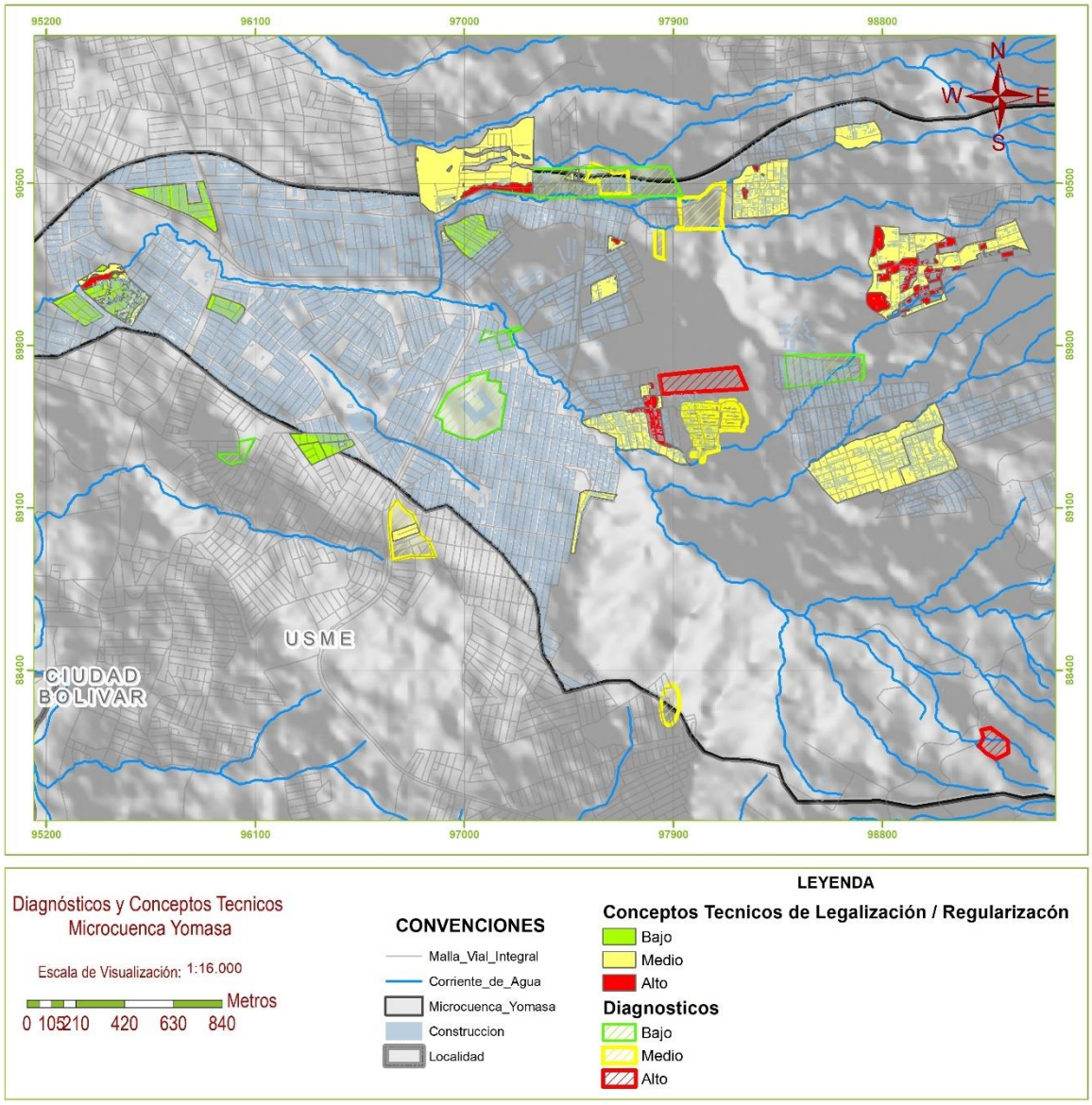
Estudios de zonificación y diseños de obras

Documento cuyo objeto es realizar la zonificación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por fenómenos de remoción en masa y definición de alternativas de mitigación del riesgo. Los estudios son instrumento de soporte o decisión en la planificación integral del sector, bajo el marco de la prevención de desastres.

6.2.1.2 Conceptos técnicos

Dentro de la zona de estudio se encontró un total de ochenta y tres (83) conceptos técnicos. En la Figura 6-26 se presenta la localización y la categorización de los conceptos técnicos en el área de estudio.

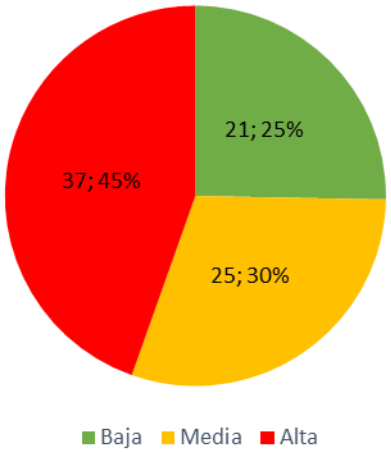
Figura 6-26 Localización conceptos técnicos



Fuente: Elaborado a partir de información del IDIGER

Respecto a la categorización, el 45% (37) se categorizan como amenaza alta, el 30% (25) con amenaza media y el 25% (21) con amenaza baja. En la Figura 6-27 se presenta la categorización de conceptos.

Figura 6-27 Categorización conceptos técnicos por cantidad



Fuente: Elaborado a partir de información del IDIGER

Respecto al área de los polígonos, se evalúan 160,56 (ha) donde el orden de magnitud de los conceptos técnicos varía desde 48 m^2 hasta 10,96 (ha). En la Tabla 6.1 se muestra para el tipo de amenaza, los siguientes datos: dato menor, dato mayor, promedio y total. Se observa que predomina los predios categorizados como amenaza alta con el 55% y un total de 88,42 (ha).

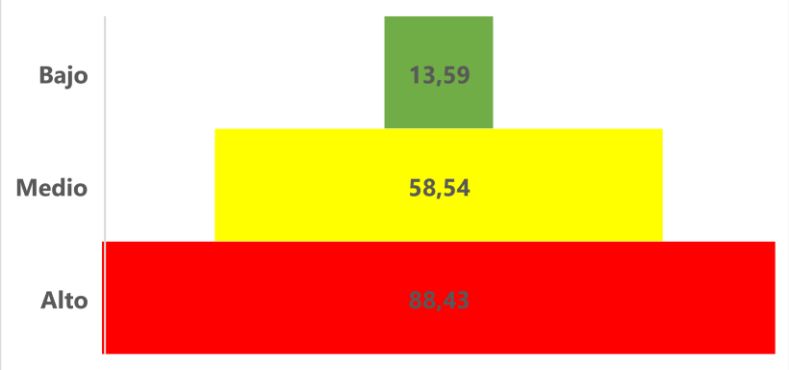
Tabla 6.1 Categorización conceptos técnicos por área (ha)

Categorización	Amenaza Baja	Amenaza Media	Amenaza alta
Dato menor	0,001	0,009	0,005
Dato mayor	3,06	10,96	4,02
Promedio	0.65	2,34	2,39
Total	13,59	58,54	88,43
Porcentaje	8.47%	36.46%	55.08%

Fuente: Elaborado a partir de información del IDIGER

Los barrios que tienen predios en categoría de amenaza alta son; El Curubo, Urbanización Doña Liliana, Sierra Morena, El Pino Sur, Parcelación San Pedro, Altas de Yomasita y Casa Loma II. En la Figura 6-28 se presenta la categorización de conceptos por área.

Figura 6-28 Categorización de Conceptos Técnicos por Área (ha)



Fuente: Elaborado a partir de información del IDIGER (2023)

6.2.2 Diagnósticos técnicos

Dentro de la zona de estudio se encontró un total de doscientos treinta y seis diagnósticos técnicos (236), de los cuales el 98.31% (232) corresponden a eventos de movimiento en masa -MM-, el 1.27% (3) se asocia a eventos por inundación -RPI- y únicamente el 0.42% (1) se relaciona con eventos de avenida torrencial.

A continuación, se presenta el análisis que se realizó a una serie de diagnósticos teniendo en cuenta la información consultada en el repositorio del IDIGER[3] y de la información cartográfica suministrada por la misma.

6.2.2.1 Diagnóstico por Riesgo Torrencial -RT-

Se presenta un diagnóstico técnico correspondiente al DI-5517 del 12 de mayo de 2011. Este evento corresponde a un **evento estructural** en el barrio Tenerife donde en las instalaciones del I.E.D Tenerife Granada Sur se evidencian dos descargas eléctricas atmosféricas. Teniendo en cuenta lo anterior, no se registran diagnósticos técnicos por riesgo torrencial en la zona de estudio.

[3] https://bibliotecadigital.sire.gov.co/handle/idiger/60443

6.2.2.2 Diagnóstico de Riesgo por Inundación -RPI-

En la Tabla 6.2 se presenta la información general de los diagnósticos de riesgo por inundación que se presentan en la zona de estudio.

Tabla 6.2 Diagnósticos de riesgo por inundación RPI

DI	Fecha	Dirección	Área (m^2)	Documento disponible
DI-12775	30/01/2019	Kr 3 Este - Cl 87c Sur	7281,5	Si
DI-12136	16/07/2018	Kr 12b Este Y Kr 13c Este Y Cl 88f S Y Cl 88g Sur	130074,6	Si
DI-14456	20/02/2020	Cl 90a Sur 0 75	71,9	No

Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

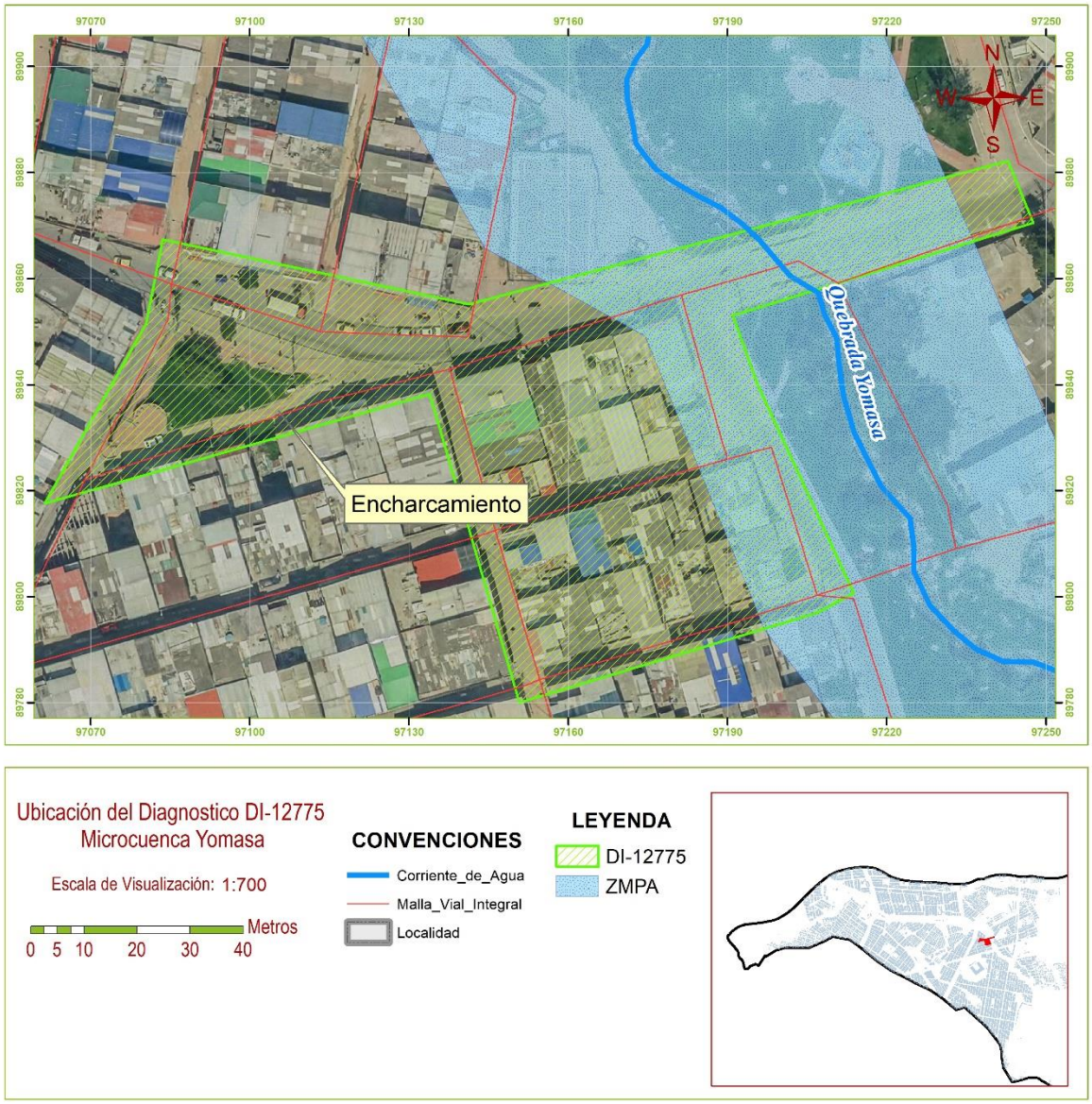
DI-12775

En el sector de la CL 87D SUR entre la KR 2 ESTE y la TV 6 B ESTE, Barrio Chapinerito de la Localidad de Usme, se identifica que el sector pertenece a una zona relativamente plana, con vías de acceso en buen estado y consolidado urbanísticamente. En la Figura 6-29 se presenta la localización del diagnóstico en cuestión.

Los representantes de la JAC manifiestan que la intercepción vial de la Calle 87 D Sur con Carrera 3 Este, en épocas de fuertes precipitaciones, se presenta acumulación de aguas producto del posible colapso de las redes que conforman el sistema de alcantarillado pluvial del sector producto de la pérdida de capacidad hidráulica de las tuberías que lo conforman, situación que no fue posible precisar.

Se puede concluir que el diagnóstico está asociado a eventos de encharcamiento por colapso del sistema de alcantarillado pluvial y no se asocia a eventos de inundación o desbordamiento de la Microcuenca Yomasa.

Figura 6-29 Localización diagnóstico DI-12775



Fuente: Elaboración a partir del repositorio IDIGER – DI-12775

DI-12136

Sector evaluado Quebrada Bolonia (Carrera 2D Este entre Calle 81C Bis Sur y la Calle 81A Sur)

Diagnóstico

Se observa que se ha adelantado la recuperación de la ZMPA de la Quebrada Bolonia

implementando obras al interior de esta, (consistentes en disipadores de energía, canalización en concreto, etc.) reconformación del sector, mediante espacio público y zonas de recreación pasiva. A lo largo del recorrido no se observa en el cauce de la Quebrada ningún tipo de obstrucción, así mismo se resalta que no se observa ninguna vivienda que pudiera presentar riesgo en el sector evaluado.

Sector evaluado Quebrada San Pedrina (Carrera 15 Este entre la Calle 88F Sur y la Calle 88G Sur - Carrera 13C Este y la Carrera 12B Este con Calle 89 Sur)

Se observa que a lo largo del sector evaluado en la Quebrada San Pedrina, se localizan viviendas de uno y dos niveles, en material de recuperación, mampostería simple y parcialmente confinada; las cuales se localizan dentro de la ZMPA de la misma, se resalta que no se aprecia al momento daños que comprometan la estabilidad de estas.

Se concluye que en el diagnóstico DI-12136 no se presenta eventos de inundación de las quebradas Bolonia o San Pedrina.

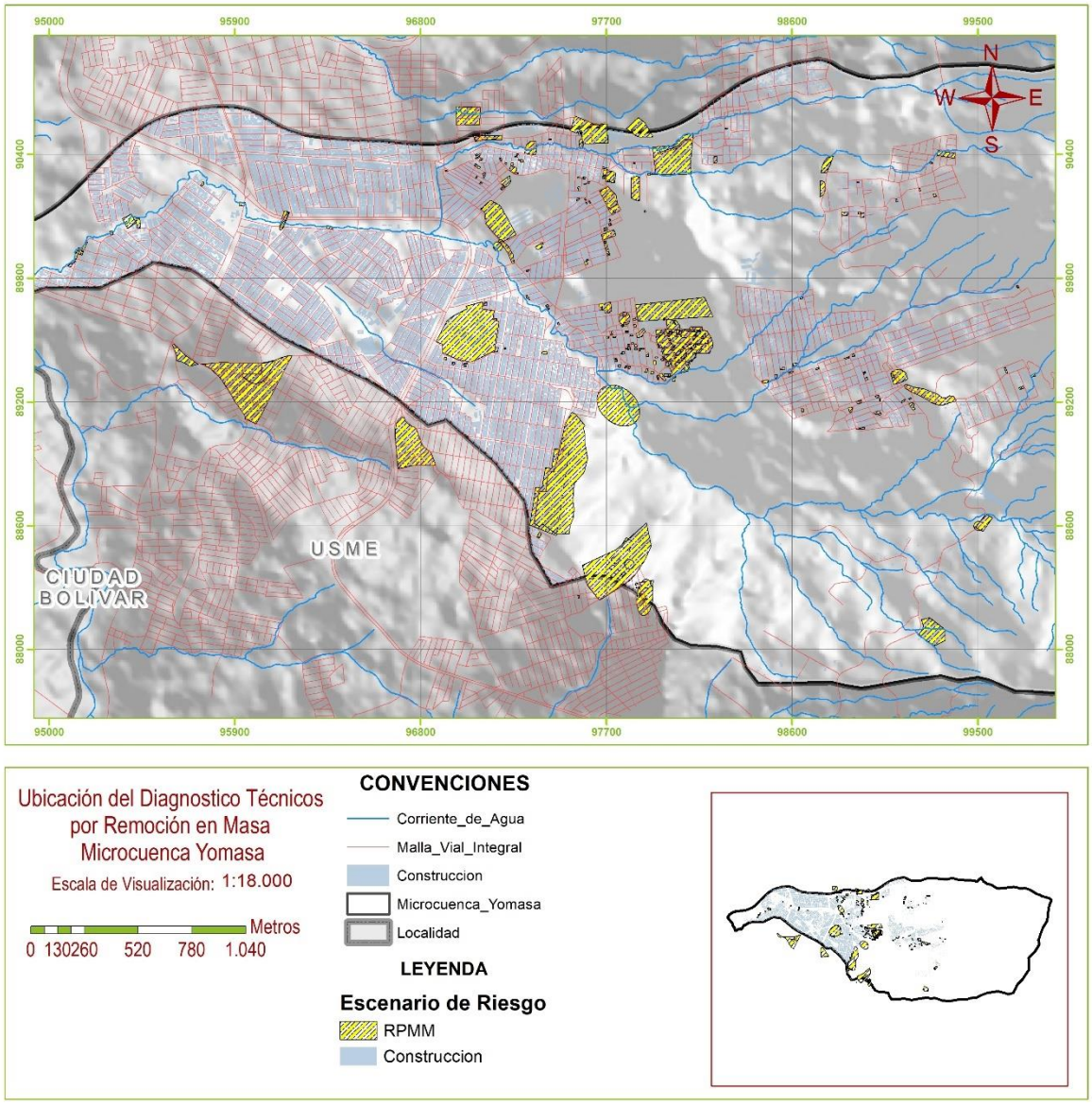
6.2.2.3 Diagnóstico de riesgo por movimientos en masa -MM-

En el sector de estudio se presentan 232 diagnósticos técnicos por riesgo por movimiento en masa. En la Figura 6-30 se presenta la localización de los diagnósticos técnicos por movimientos en masa.

En la Tabla 6.3 se presenta el análisis por área de los diagnósticos técnicos. Se observa que la mayoría, el 71,6% con 166 documentos, corresponden a estudios puntuales con un área inferior a 1000 m^2. Hasta un área de 3000 m^2 se encuentra el 87,5% de los diagnósticos. Respecto a las mayores áreas, únicamente se presentan 4 documentos con un área mayor a 5 (ha).

Considerando la cantidad de diagnósticos por movimiento en masa, se procede a realizar una revisión de los documentos de mayor área buscando definir cuáles se relacionan con eventos de movimiento en masa de gran magnitud. En la Tabla 6.4 se presenta la información general de los 26 diagnósticos técnicos con mayor área -desde 7,87 (ha) hasta 0,40 (ha).

Figura 6-30 Diagnósticos técnicos por movimiento en masa



Fuente: Elaborado a partir de información del IDIGER

Tabla 6.3 Análisis por área de diagnósticos técnicos

Grupo	Área (m^2)		Área (ha)		Cantidad	Porcentaje (%)
	Desde	Hasta	Desde	Hasta		
1	0	1000	0,00	0,10	166	71.55%
2	1000	2000	0,10	0,20	19	8.19%
3	2000	3000	0,20	0,30	18	7.76%
4	3000	4000	0,30	0,40	3	1.29%
5	4000	5000	0,40	0,50	4	1.72%

Grupo	Área (m²)		Área (ha)		Cantidad	Porcentaje (%)
	Desde	Hasta	Desde	Hasta		
6	5000	10000	0,50	1,00	5	2.16%
7	10000	15000	1,00	1,50	2	0.86%
8	15000	20000	1,50	2,00	2	0.86%
9	20000	25000	2,00	2,50	1	0.43%
10	25000	30000	2,50	3,00	3	1.29%
11	30000	35000	3,00	3,50	2	0.86%
12	35000	40000	3,50	4,00	1	0.43%
13	40000	45000	4,00	4,50	2	0.86%
14	45000	50000	4,50	5,00	0	0.00%
15	50000	55000	5,00	5,50	0	0.00%
16	55000	60000	5,50	6,00	2	0.86%
17	60000	65000	6,00	6,50	1	0.43%
18	65000	70000	6,50	7,00	0	0.00%
19	70000	75000	7,00	7,50	0	0.00%
20	75000	80000	7,50	8,00	1	0.43%
TOTAL					**232**	**100.00%**

Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

Tabla 6.4 Diagnósticos de riesgo por movimiento en masa

No	DI	Fecha	Dirección	Área (ha)	Documento disponible
1	DI-16156	24/07/2021	Kr 7c E - Cl 97d Sur	7,83	No
2	DI-18502	25/01/2023	Cl 96b Sur A Cl 99 Sur Entre Kr 5a A Kr 8 Este	6,40	No
3	DI-10690	6/06/2017	Kr 1 89a 40 S	5,93	Si
4	DI-14674	1/06/2020		5,76	No
5	DI-17559	15/06/2022	Cl 97 Sur Con Kr 7c Este	4,44	No
6	DI-7521	13/08/2014	Cl 97 Sur Con Kr 7c Este	4,44	No
7	DI-8956	23/09/2016	Cl 86b Sur No. 10b Bis 05	3,59	Si
8	DI-4656	23/06/2010	Kr 10a Bis Este 8420 Sur	3,08	Si
9	DI-9439	9/08/2016	Kr 8d Este Entre Cl 90 Sur Y Cl 92 Sur	3,08	No
10	DI-11699	15/05/2018	Kr 1 - Cl 97c S - Dg 97 S	2,92	Si
11	DI-9379	18/07/2016	Cl 81b Sur Entre Kr 11bis Este Y Kr 11f Este	2,86	Si
12	DI-17555	22/06/2022	No Registra	2,81	No
13	DI-6615	27/07/2012	Cl 86 Bis Sur Con Kr 10 Este	2,24	Si
14	DI-13796	28/06/2019	Tv 1 E 85 86 S	1,75	No
15	DI-10569	4/05/2017	Cra 10 Este 8020 Sur	1,56	Si
16	DI-7607	20/06/2014	Agua Linda La Tranquilidad Las Violetas Sur	1,12	Si

No	DI	Fecha	Dirección	Área (ha)	Documento disponible
17	DI-9859	13/06/2016	Kr 10a Este Y Cl 107 Sur	1,09	Si
18	DI-9293	1/06/2016	Cl 79 Sur Y 77 A Sur Y Kr 2 Este Y 3 Este	1,00	No
19	DI-17654	14/07/2022	Kr 18 Este 87 C 40 Sur	0,91	No
20	DI-10127	18/01/2017	Cl 96 Sur Y Kr 6	0,70	Si
21	DI-16466	15/10/2021	Dg 76 A Sur 7c 08 Este Mj 1	0,68	No
22	DI-13681	9/08/2019	Kr 10a E 87a 07 S Y Otros	0,54	No
23	DI-13890	28/06/2019	Kr 6d E 81 40 S	0,46	No
24	DI-10522	4/05/2017	Kr 9b E 80a 16 Sur	0,45	Si
25	DI-13348	3/07/2019	Kr 15 E Cl 90f S	0,41	No
26	DI-17786	10/08/2022	Kr 15 Cl 80 Bis Sur	0,41	No

Fuente: Elaborado a partir de información del IDIGER

A continuación, se presenta el resumen general de los diagnósticos con documentación disponible en la base de datos SIRE y una categorización de riesgo de acuerdo con el orden de magnitud y el evento que se presentó.

DI-10690

Visita técnica en la dirección KR 1 89A 40 SUR, sector catastral La Reforma. Ladera de pendiente plana a moderada sobre la cual se realizan cortes y rellenos de origen antrópico para el emplazamiento de edificaciones. En el borde perimetral se presenta una ladera con altura variable entre 2 y 3 m conformada por material suelto cubierta de pasto con algunos individuos arbóreos. No se identifican obras para el control y manejo de agua, ni obras para la contención del material. Al momento de la visita, no se identifica la posibilidad de presentarse un evento de movimiento en masa en la ladera. En la Figura 6-31 se presenta el registro fotográfico del talud perimetral del predio.

Figura 6-31 Registro fotográfico talud de estudio



Fuente: Repositorio IDIGER – DI-10690

Teniendo en cuenta que no se evidencia indicios de ocurrencia de un proceso de remoción en masa, se clasifica como categoría baja.

DI-8956

Diagnóstico realizado en el barrio Tocaimita Oriental, se evidencian procesos de carácter erosivo en toda el área asociado al retiro progresivo de la capa vegetal del suelo. En el sector se han construido viviendas de manera antitécnica generando cortes y relleno antrópico facilitando procesos de remoción en masa locales con afectaciones puntuales sobre algunas viviendas.

Se realiza un análisis de riesgo de todo el sector obteniendo riesgo alto dado el alto nivel de vulnerabilidad de las edificaciones construidas en material de recuperación.

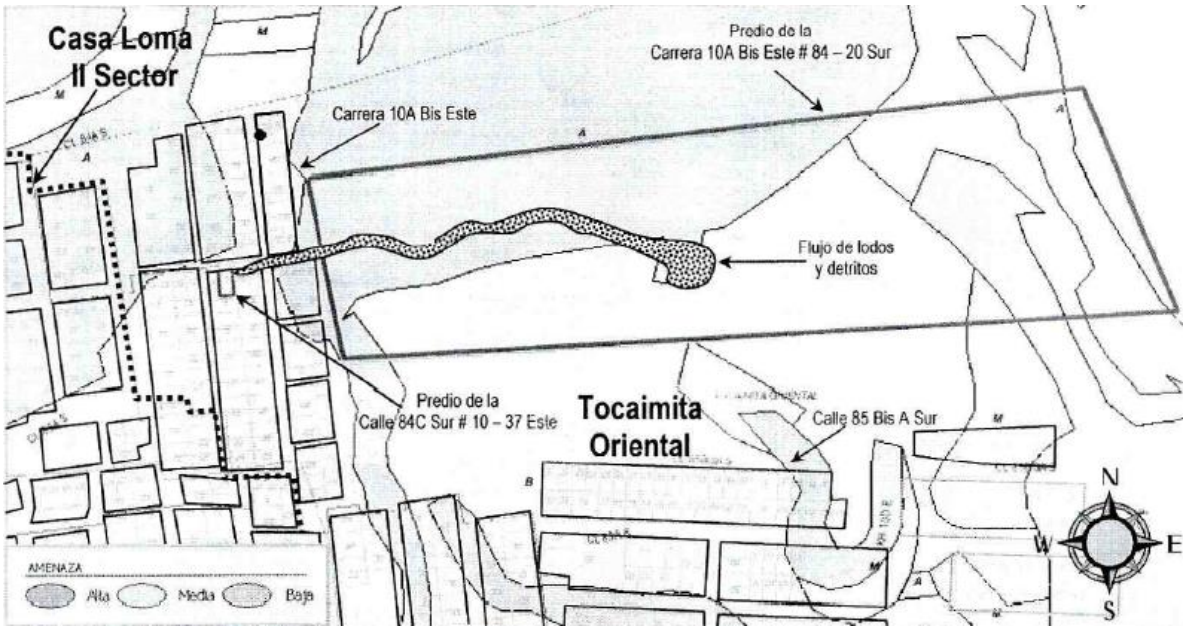
No se evidencia un proceso en masa generalizado en todo el sector sino afectaciones puntuales sobre las viviendas, se clasifica como categoría media.

DI-4656

Proceso de remoción en masa de carácter local tipo flujo de lodos y detritos, que en conjunto conformaron un volumen de material de aproximadamente 800 m^3 desprendidos de un talud natural ubicado en el Parque Distrital Entre Nubes, talud de aproximadamente 7 m de altura con pendiente cercana a 80° y una longitud de 30 m, en el cual no se identificaron sistemas de protección ni sistemas para el manejo de aguas. El flujo de lodos y detritos se depositó

a lo largo de 300 m y alcanzó una edificación de dos niveles en mampostería.

Figura 6-32 Localización evento flujo de lodos y detritos diagnóstico DI-4656



Fuente: Repositorio IDIGER – DI-4656

Teniendo en cuenta que se trata de un evento de magnitud local, se clasifica como categoría alta.

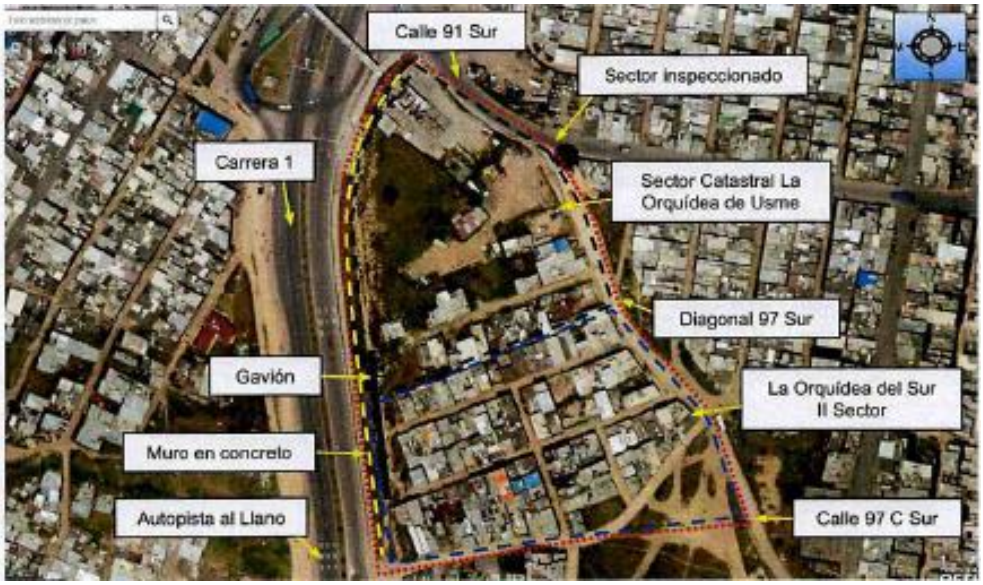
DI-11699

Diagnóstico realizado el 15 de mayo de 2018 en el sector La Orquídea del sur II y La Orquídea de Usme, tal como se presenta en la Figura 6-33.

Al momento de la visita no se identifican condiciones que manifiesten la presencia de movimientos en masa. Ladera con pendiente cercana a 25°, vías sin pavimentar con surcos de 10 cm y carencia de estructuras de drenaje. Viviendas construidas de forma escalonada en taludes de corte y/ relleno. Sobre la autopista al llano, al costado occidental se identifica un muro en concreto reforzado de 200 m de longitud en buenas condiciones de conservación y un muro en gaviones entre muro en concreto y viviendas, de 4 m de altura.

Dadas las condiciones de erosión en surcos y la ausencia de movimientos en masa, se clasifica como categoría media.

Figura 6-33 Localización diagnóstico DI-11699



Fuente: Repositorio IDIGER – DI-11699

DI-9379

Diagnóstico realizado en el tramo vial Calle 881B sur entre Carreras 11 Bis Este y Carrera 11F Este en el barrio Bolonia I. Se realizó la inspección de 200 m de tramo vial constituido por calzada de dos carriles en pavimento flexible con bordillos y andenes en concreto, y presencia de cuneta en el costado sur.

Se evidencian fisuras y grietas de tendencia longitudinal con abertura entre 0.1 mm hasta 20 cm y longitud entre 0.3 cm hasta 15 cm. Se presenta desprendimiento de algunas losetas de concreto de andén y deformación en el sardinel con pérdida de material de soporte por falta de confinamiento. Entre las causas, se describe fallas del material de terraplén, carencia de confinamiento y falta de mantenimiento.

Figura 6-34 Registro fotográfico procesos DI-9379



Fuente: Repositorio IDIGER – DI-9379

Teniendo en cuenta lo anterior, se clasifica como categoría media asociado a un posible proceso de remoción en masa en borde de la vía.

DI-6615

El sector Tocaima Oriental se emplaza en la parde media de una ladera moderada cercana a 25°, la cual ha sido intervenida por media de taludes de corte y relleno para adecuación del terreno y emplazamiento de viviendas. La intervención se ha realizado de manera desorganizada, antrópica y antitécnica, lo que ha ocasionado fenómenos de remoción en masa de carácter local.

Las intervenciones dan lugar a desprendimiento de material dado que en los taludes no se han implementado medidas de contención ni obras para el manejo de aguas de escorrentía. Dado lo anterior, se clasifica como categoría media.

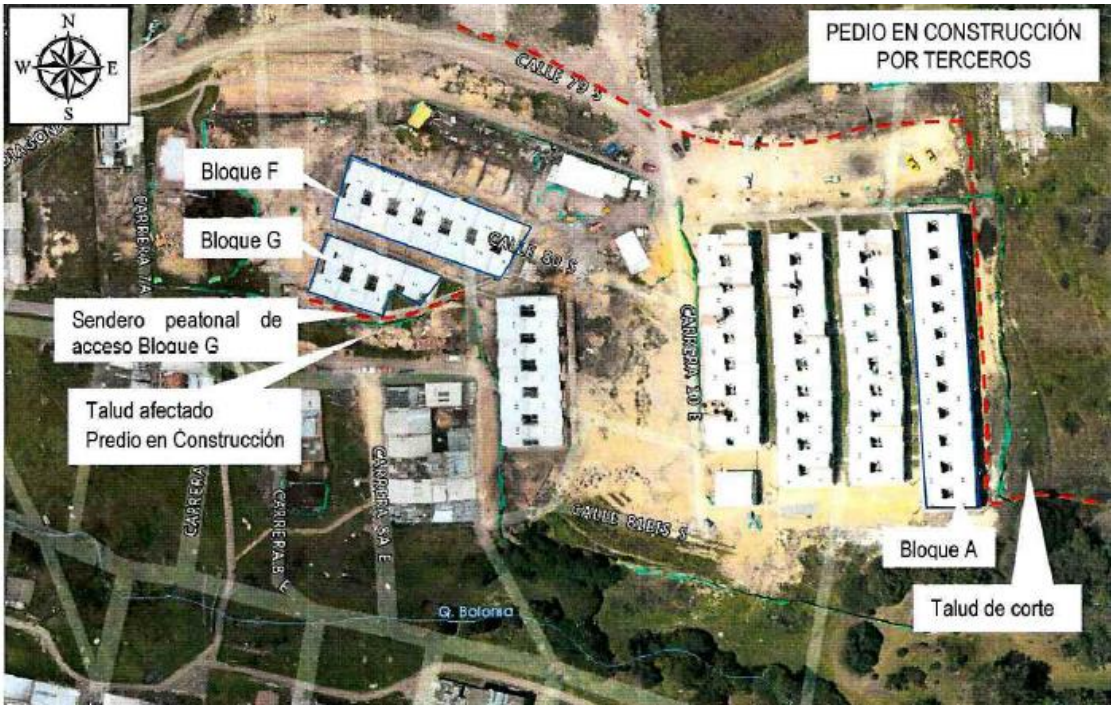
DI-10569

Diagnóstico realizado en el sector Rincón de Bolonia en la localidad de Usme, tal como se muestra en la Figura 6-35.

Ladera con pendiente moderada (30°) donde se realizaron cortes y rellenos antrópicos para emplazamiento de vías y edificaciones. Se presenta un talud de corte de 100 m de longitud y altura variable entre 1.5 a 4.0 m, cuenta con muro de contención en concreto de 1.5 m de altura. En algunos tramos, cunetas en la corona del talud. Sobre un talud de corte vertical de 7 m de altura con concreto lanzado, sin obras de drenaje ocurrió desprendimiento de

material sin afectación sobre sendero o viviendas. Dado lo anterior, se clasifica como categoría media.

Figura 6-35 Localización diagnóstico DI-10569



Fuente: Repositorio IDIGER – DI-10569

DI-7607

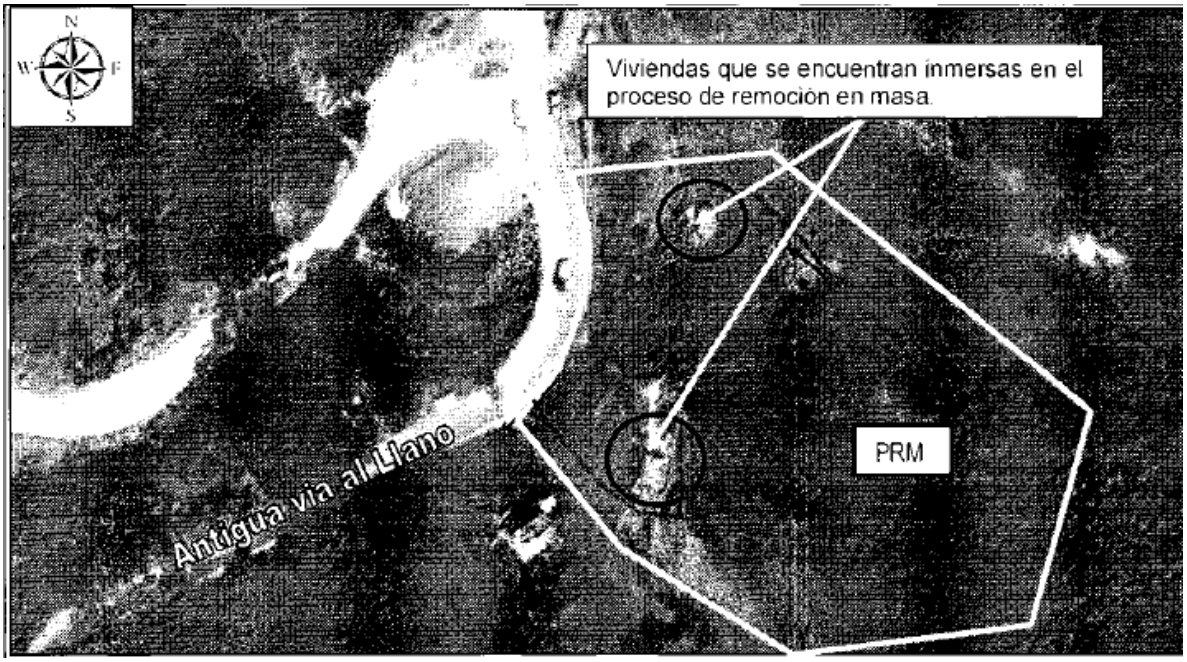
En el predio Agua Linda La Tranquilidad en la vereda los Soches de la localidad de Usme se evidenció fenómenos de remoción en masa activos y puntuales, reptamiento, procesos erosivos intensos con grietas abiertas y alta humedad, condiciones que comprometen la estabilidad de la ladera, la cual está cubierta de pastos y tiene una pendiente cercana a 35°. En la Figura 6-36 se presenta la localización del sector en estudio.

El proceso de remoción en masa identificado involucra un volumen de masa inestable cercana a los 2000 m^3 compuesto de suelo residual y cobertura vegetal. Se presenta un escarpe de 20 m de longitud y en el talud no existen de medidas de estabilización y sistemas para manejo de escorrentía. La causa del evento se asocia con la pendiente natural y saturación de los materiales por precipitación. Producto del evento, se vieron afectadas dos

viviendas de un piso y la recomendación es evacuación y reasentamiento.

Teniendo en cuenta que se trata de proceso activo que afectó dos predios, se clasifica como categoría alta.

Figura 6-36 Localización diagnóstico DI-7607



Fuente: Repositorio IDIGER – DI-7607

DI-9859

Diagnóstico realizado el 13 de junio de 2016 al sector donde se localiza asentamiento el Refugio en la localidad de Usme. Ladera de pendiente media, en la parte alta talud de corte por posible explotación minera con longitud entre 30 y 40 m, altura entre 4 y 10 con pendientes entre 65 y 80°.

Para el emplazamiento de las viviendas se han realizado cortes en la ladera sin medidas de contención ni protección, ni manejo de aguas superficiales, por lo que se observan algunos desprendimientos locales.

El documento corresponde un concepto general del sector el Refugio donde no existe un movimiento de gran escala sino eventos puntuales de pequeña magnitud asociado a los cortes para emplazamiento de las viviendas y la erosión por flujo del agua. Teniendo en cuenta lo anterior, se clasifica como categoría media.

DI-10127

El 18 de enero de 2017 se realizó una visita al talud natural de la intersección con la Calle 96 C sur y Carrera 6 en el sector de Serranías. Corresponde a un talud de 2 m de altura del cual no cuenta con obras de estabilidad y/o contención. Se observa la presencia de varios bloques de tamaños variables embebidos en matriz areno limosa, en el escarpe no se presentan grietas de tracción o cualquier otra condición que indique procesos de inestabilidad en la zona. Por lo tanto, se clasifica como categoría baja.

DI-10522

Se realizó una visita técnica el día 04 de mayo de 2017 al sector de la Carrera 10 D Bis Este No. 81C 16 Sur del sector catastral La Esperanza Sur I. En la Figura 6-37 se presenta la localización del diagnóstico en cuestión.

El relieve del terreno corresponde a una ladera de pendiente fuerte (superior a 45°), sobre la cual se realizaron cortes y relleno de origen antrópico para el emplazamiento de vías y edificaciones. No se observan obras de manejo de aguas de escorrentía superficial, ni tampoco obras de estabilización geotécnica sobre los taludes de corte en el sector. Se presentan dos viviendas deshabitadas, y una tercera cuenta con un talud rocoso de 5 m de alto y pendiente vertical (sin medidas de contención). Al momento de la visita no se evidencian cuñas o bloques propensos a caerse. Teniendo en cuenta lo anterior, se clasifica como categoría media.

En la Figura 6-38 se presenta la localización de los diagnósticos técnicos y la categorización según el nivel del evento.

Del trabajo realizado de los diagnósticos técnicos se concluye:

- Se presentan únicamente dos diagnósticos con categoría alta (color rojo) asociados a procesos de remoción en masa activos.

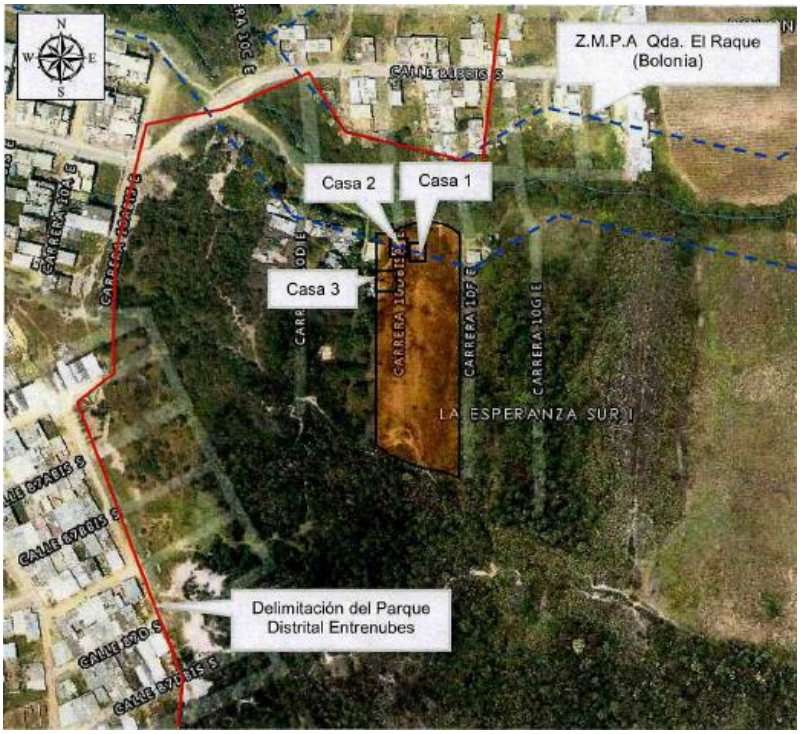
- Los diagnósticos categorizados como media (color amarillo) se asocian a sectores catastrales emplazados en ladera donde las viviendas se construyen sobre taludes de corte o relleno de forma artesanal y sin obras de protección o manejo de escorrentía superficial. Además, la erosión laminar y en surcos está presente y propicia la aparición de eventos con desprendimiento o caída de materiales.

-Los diagnósticos categorizados como bajo (verde) corresponden a taludes o laderas estables, donde no se evidencian procesos de inestabilidad.

Es importante aclarar que, como se muestra en la Tabla 6.4, en la base de datos SIRE no están los documentos disponibles para ser revisados.

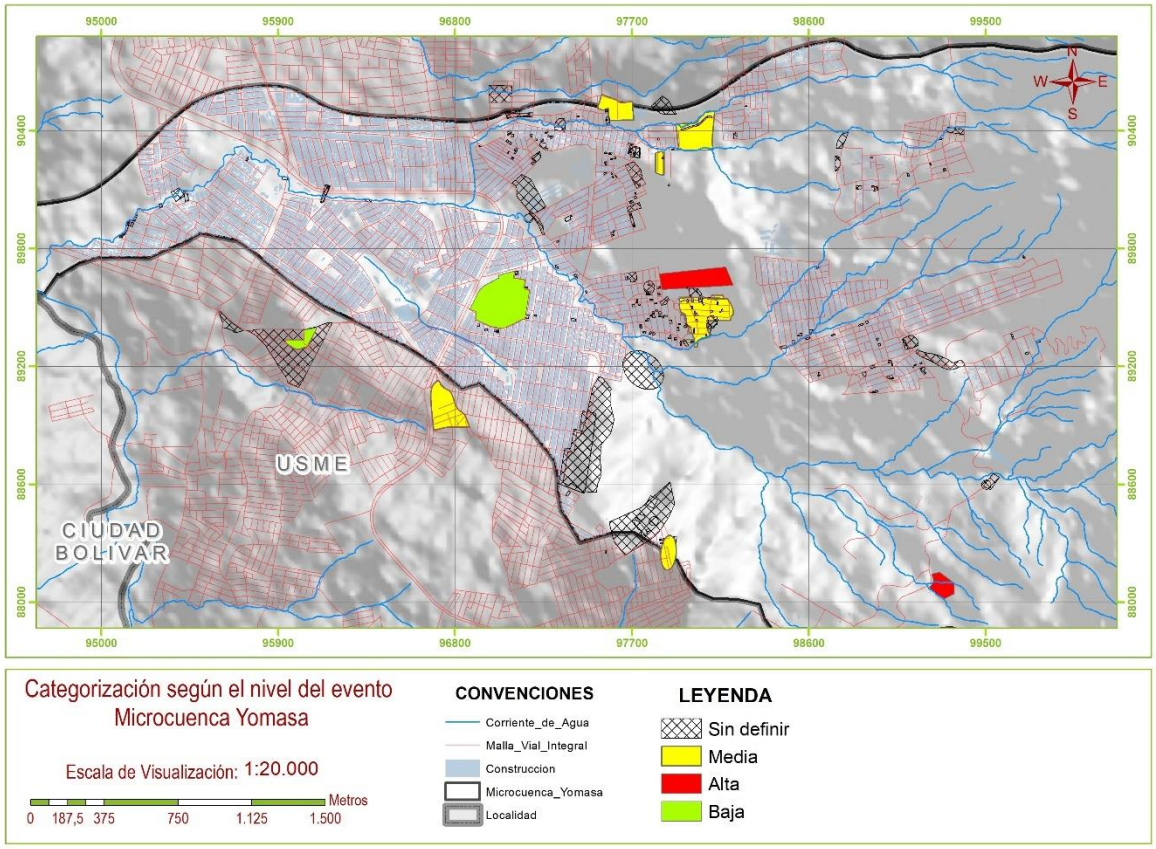
Finalmente, los diagnósticos de menor área, como ya se mencionó, corresponde a procesos locales sobre los taludes de corte y relleno condicionados por la infiltración del agua al terreno natural.

Figura 6-37 Localización diagnóstico DI-10522



Fuente: Repositorio IDIGER – DI-10522

Figura 6-38 Diagnósticos técnicos por remoción en masa en el sector de estudio



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

6.2.3 Estudios

Consultoría para la Emisión de Conceptos Técnicos de Riesgo por Movimientos en Masa para Legalización de Desarrollos en la ciudad de Bogotá D.C. - Concepto Técnico de Riesgo del Desarrollo Tocaimita Oriental, localidad de Usme

En febrero de 2006, la Unión Temporal CRC, conformada por Consulcons LTDA, Héctor V. Rodríguez R. y Carlos H. Cantillo R., realizó un estudio en la zona de Tocaimita oriental. Esta área se caracteriza por un relieve abrupto con pendientes que oscilan entre 20° y 40°, y presenta una geoforma en contrapendiente estructural conformada por rocas de la formación Regadera cubierta de suelos residuales y depósitos antrópicos.

El análisis identificó varios factores determinantes de la inestabilidad del terreno, entre ellos, el manejo inadecuado de las aguas de escorrentía superficial, la disposición incorrecta de rellenos en la ladera y la ejecución de excavaciones sin tratamientos adecuados. Como resultado, se concluyó que el área presenta problemas erosivos, flujos de tierra y explanaciones no técnicas.

En términos de zonificación, se determinó que todo el barrio está clasificado como de amenaza y riesgo alto. Como resumen y conclusión, se recomendó que el barrio no debería ser legalizado debido a la alta susceptibilidad a problemas de taludes y laderas, especialmente en presencia de los problemas mencionados. Se enfatizó la necesidad de implementar tratamientos adecuados para abordar la inestabilidad del terreno y mitigar los riesgos asociados.

Caracterización geológica geotécnica en sectores prioritarios de las localidades Chapinero y Usme para la evaluación de Amenaza y Riesgo por Movimientos en Masa - Informe Final Cajita de los Soches.

El estudio fue elaborado por GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A. en junio de 2021 para la zona de Cajita de los Soches.

El área presenta material meteorizado y roca de la formación Regadera Superior. Se identificó que la principal causa de inestabilidad en la zona es la erosión laminar y en surcos, resultado de un manejo inadecuado de las aguas de escorrentía y residuales. Además, la intervención antrópica con excavaciones para la construcción de viviendas favorece procesos de inestabilidad local en los predios privados del barrio.

La conclusión del informe destaca la necesidad de implementar un plan de control de erosión y revegetalización de taludes. Se recomienda la construcción de un sistema de drenaje superficial mediante cunetas y canales para controlar la escorrentía en el área de estudio. Estas medidas buscan abordar los problemas identificados y reducir la amenaza y riesgo por movimientos en masa en la zona.



Fuente: Geodinámica, 2021

Elaboración de Estudios y Diseños de obras de emergencia en sitios de intervención prioritaria en la ciudad de Bogotá D.C. - Estudio Barrio Serranías

El estudio fue desarrollado por el CONSORCIO HIMEC – CONSULCONS en agosto de 2018 para la zona de Serranías.

Figura 6-39 Ubicación estudio Zona Serranías



Fuente: CONSORCIO HIMEC – CONSULCONS, 2021

La topografía de la zona presenta una pendiente general de 20°, y el polígono de interés se ubica sobre la formación Marichuela, cubierta por suelos orgánicos de 0.15 cm de espesor y relleno antrópico superficial proveniente de antiguas excavaciones de procesos constructivos de vías y viviendas.

El informe identifica dos procesos morfodinámicos asociados a erosión laminar en los taludes de corte y caída de bloques y detritos en la base de la ladera. Se consideran factores detonantes de estos procesos la litología, la pendiente y la forma de la ladera, mientras que las precipitaciones y la actividad antrópica son factores contribuyentes.

La solución propuesta incluye la construcción de un muro en concreto cimentado sobre micropilotes metálicos rellenos en concreto de 8" de diámetro. Además, se plantea la implementación de obras de drenaje consistente en cunetas de concreto reforzado de sección mínima para captar la escorrentía superficial en toda el área de estudio. Estas medidas buscan abordar los procesos identificados y mejorar la estabilidad en la zona de Serranías.

Estudio de riesgos por Remoción en Masa, evaluación de alternativas de Mitigación y Diseños Detallados de las obras recomendadas para el barrio Casaloma II Sector, de la localidad de Usme en Bogotá D.C.

El estudio fue llevado a cabo por el "CONSORCIO INGENIERÍA EN OBRAS", conformado por los Ingenieros Héctor Vicente Rodríguez Romero y Carlos Héctor Cantillo Rueda, junto con la firma Consulcons Ltda. El estudio tuvo lugar en el año 2004 y se centró en el sector de Casaloma II.

La Geología de la zona revela un afloramiento de la formación Regadera Conjunto Superior, así como suelos residuales de la formación y depósitos antrópicos producto de explanaciones y excavaciones para la conformación de viviendas.

La conclusión principal del informe destaca que el sector en estudio no está aun urbanísticamente consolidado y se caracteriza por viviendas de características informales. El terreno ha experimentado una intervención antrópica significativa, alterando los patrones de drenaje originales mediante cortes y rellenos para la construcción de vías y viviendas. El objetivo del estudio es evaluar el riesgo por remoción en masa, proponer alternativas de mitigación y desarrollar diseños detallados de las obras recomendadas para el barrio Casaloma II Sector de la Localidad de Usme en Bogotá D. C., conforme a los términos de referencia del FOPAE.

En términos de zonificación, de las 19 manzanas estudiadas, 9 se caracterizan como riesgo alto, mientras que el resto se considera de riesgo medio. Como solución, se propone la implementación de terraceo y relleno de cárcavas, acompañado de procesos de revegetalización. Además, se sugiere la construcción de obras de drenaje mediante cunetas y la instalación de un muro en gaviones. Estas medidas tienen como objetivo mitigar los riesgos identificados en la zona de Casaloma II.

Evaluación del problema de estabilidad del deslizamiento ocurrido en el barrio Orquideas costado sur oriental de la vía a Villavicencio Carrera 5 con Calle 95c sur, localidad de Usme

El estudio fue realizado por Alfredo Isaza Villa en diciembre de 2001, centrándose en el Barrio Orquídeas.

La geología de la zona muestra un perfil de meteorización de la Formación Bogotá. El 9 de agosto de 2001, se produjo un deslizamiento provocado por la acumulación de agua infiltrada en el cuerpo del talud. Este deslizamiento abarcó una franja de terreno de 17,5 metros de largo, generando un escarpe de aproximadamente 10 metros. La corona del talud afectó una casa, dejando expuesta su cimentación, la cual descansa sobre una capa de arena arcillosa algo cementada pero friable.

La solución propuesta consiste en varias alternativas:

1. Muro de gaviones de 2.0 metros de altura conteniendo un relleno granular de confinamiento para proteger la casa.
2. Muro discontinuo vertical de concreto de sección rectangular de 0.6 metros de ancho y 1.0 metro de largo con tres anclajes activos de 10 metros con capacidad de 15 toneladas.
3. Conformación del talud con relleno granular mediante taludes inclinados de 1.5H;1.0V y bermas intermedias de 1.5 metros de ancho.
4. Implantación de una estructura de tierra armada con geotextil.

Además, se recomienda la instalación de 4 drenes horizontales de 10 metros de longitud, separados cada 10 metros. Estas medidas buscan abordar y mitigar los problemas de estabilidad identificados en el deslizamiento ocurrido en el Barrio Orquídeas.

Estudio de Riesgo por Remoción en Masa y Diseños Detallados en el Barrio Yomasita - Localidad de Usme:

La empresa Geoamérica LTDA llevó a cabo un estudio de riesgo en el barrio Yomasita, ubicado en la Localidad de Usme, en el cual se identificaron severos problemas causados por agentes geomórficos, incluyendo remoción en masa y erosión. Estos fenómenos han destruido dos viviendas y representan una amenaza para otras tres. Se señala que las lluvias han generado movimientos lentos de tipo reptación sobre el suelo residual, agravados por la falta de un sistema de alcantarillado que propicia la saturación de los materiales.

El 82% del barrio se caracteriza con amenaza baja, mientras que el 7% presenta una amenaza alta debido a movimientos rápidos, y el 10% tiene una amenaza media asociada a procesos lentos de tipo reptación.

Para abordar la situación en las zonas de amenaza alta, se proponen las siguientes medidas:

- No desarrollar obras y programa de reubicación de los predios en amenaza alta.
- Instalación de obras de drenaje subsuperficial consistente en filtros y conducciones.
- Implementar obras hidráulicas junto con terraceo en armonía ambiental.
- Aplicar obras hidráulicas, terraceo y anclajes para estabilizar la zona.

Estudio De Riesgo Por Remoción En Masa Y Diseños Detallados De Las Obras De Mitigación En El Barrio Juan José Rondón Sector II La Unión, De La Localidad De Usme En La Ciudad De Bogotá D.C

La empresa Geoingeniería Ltda realizó un estudio con el objetivo principal de analizar las características topográficas, geológicas, geomorfológicas, geotécnicas, hidrológicas e hidráulicas actuales en el Barrio Juan José Rondón Sector II – La Unión, específicamente enfocado en la amenaza, vulnerabilidad y riesgo por fenómenos de remoción en masa.

La zona seleccionada presenta una amenaza media y alta. Como resultado del estudio, se proponen alternativas de mitigación para reducir los riesgos asociados a estos fenómenos:

1. Zona I: Se propone la construcción de un muro en concreto ciclópeo y la implementación de obras de subdrenaje para mitigar los riesgos en esta área.
2. Zona II: La alternativa seleccionada implica la construcción de un muro en gaviones y la implementación de obras para drenaje subsuperficial, con el objetivo de reducir la amenaza y garantizar la estabilidad en esta sección del barrio.

Estas medidas buscan no solo prevenir posibles deslizamientos o remociones en masa, sino también garantizar la seguridad y estabilidad de la comunidad en el Barrio Juan José Rondón Sector II – La Unión, contribuyendo así a la gestión adecuada de los riesgos identificados en el estudio.

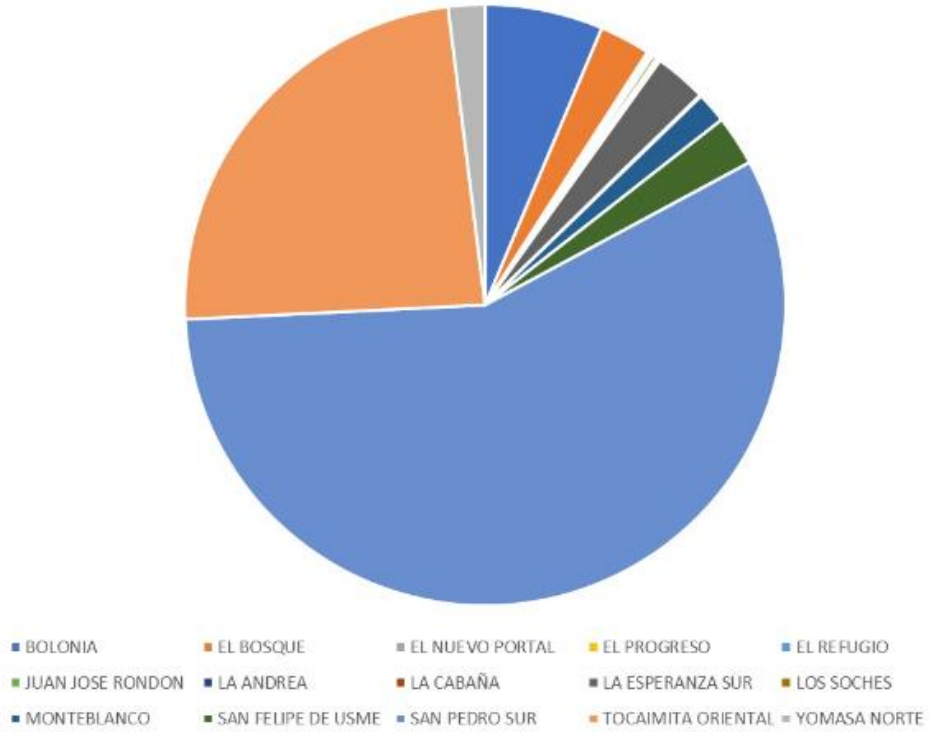
6.2.4 Predios en categoría Alto Riesgo No Mitigable

En la zona de estudio, se identificaron quinientos sesenta y siete (567) predios clasificados como Riesgo No Mitigable (RNM) por procesos de remoción en masa, a través de un análisis que involucró un (1) estudio, veinte (20) conceptos técnicos y veinticuatro (24) diagnósticos.

El barrio con el mayor porcentaje de área identificada como Riesgo No Mitigable es San Pedro Sur, abarcando una superficie de 53.811,8 metros cuadrados, lo que representa el 57,1% del área total catalogada como RNM. En segundo lugar, se encuentra el barrio Tocaimita Oriental, con una extensión de 22.414,7 metros cuadrados, equivalente al 23,8% del área total en RNM. (Ver Figura 6-40 y JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

Tabla 6.5)

Figura 6-40 Porcentaje de área en Riesgo No Mitigable por barrio



Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

Tabla 6.5 Área en Riesgo No Mitigable por barrio

Barrio	Área (m^2)	Porcentaje
Bolonia	5991,6	6,4%
El bosque	2580,2	2,7%
El nuevo portal	105,7	0,1%
El progreso	144,0	0,2%
El refugio	72,4	0,1%
Juan José Rondón	232,3	0,2%

Barrio	Área (m^2)	Porcentaje
La Andrea	121,0	0,1%
La Cabaña	79,9	0,1%
La Esperanza Sur	2645,2	2,8%
Los Soches	66,1	0,1%
Monteblanco	1561,3	1,7%
San Felipe De Usme	2549,4	2,7%
San Pedro Sur	53811,8	57,1%
Tocaimita Oriental	22414,7	23,8%
Yomasa Norte	1861,8	2,0%

Fuente: JAM Ingeniería y Medio Ambiente (2023)

6.2.5 Revisión Detallada por Zonas Críticas

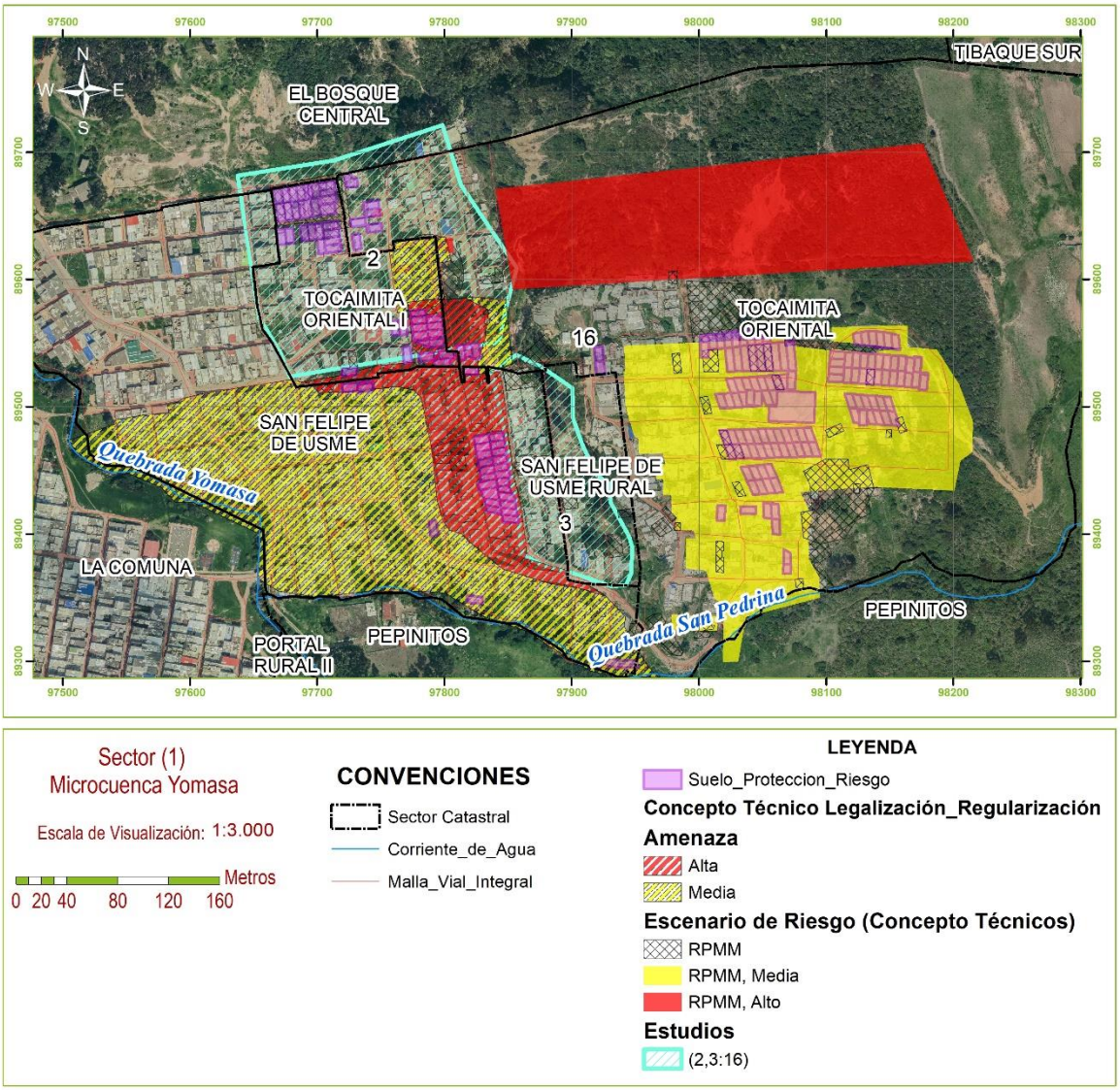
6.2.5.1 Sector 1

El sector 1 corresponde a los sectores catastrales de Tocaimita Oriental, San Felipe Sur y Casaloma. En la Figura 6-41 se presenta en detalle la localización del sector en cuestión.

En esta zona se presenta:

- Tres estudios de zonificación y planteamiento de obras como mitigación de las condiciones de inestabilidad. Se plantea como principal causante de los procesos por remoción en masa la intervención antrópica de los taludes y la falta de estructura de drenaje.
- Se presentan tres conceptos técnicos que categorizan la zona como riesgo medio y alto.
- Se localizan 330 predios categorizados como Riesgo Alto No Mitigable.
- Respecto a los diagnósticos técnicos, se presentó un flujo de lodos y detritos indicado en color rojo y más de 40 eventos puntuales asociados a desprendimiento de material en los taludes de corte.

Figura 6-41 Localización Sector 1



Fuente: Elaborado a partir de información IDIGER

Nota (Estudios)

2. Estudio de riesgos por remoción en masa, evaluación de alternativas de mitigación y Diseño detallado de las Obras recomendadas para el barrio Casaloma II Sector.

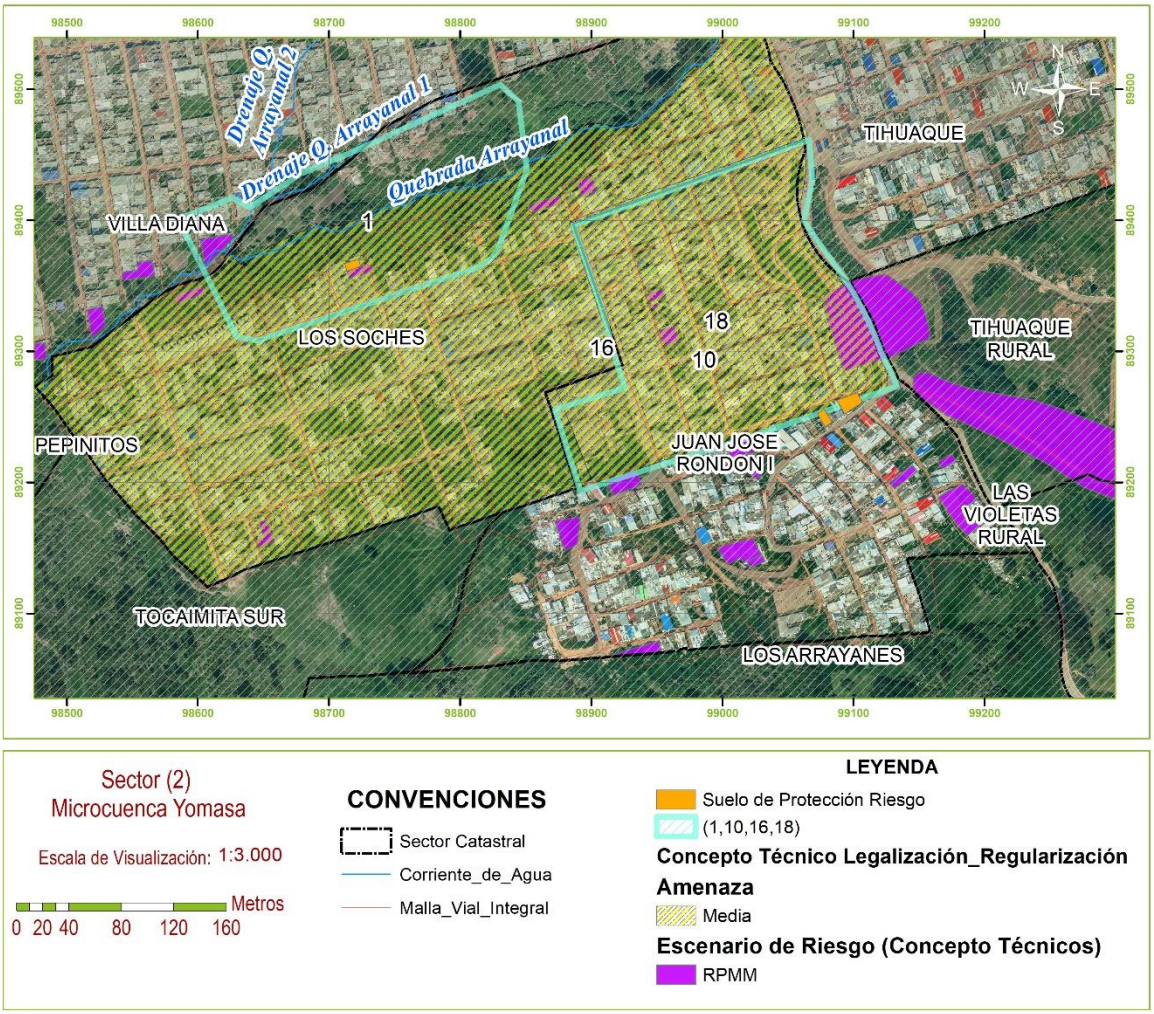
3. Caracterización geológica-geotécnica en sectores prioritarios de las Localidades Chapinero y Usme para la evaluación de amenaza y riesgo por movimientos en masa.

16. Zonificación de riesgo por movimientos de remoción en masa en 101 barrios de la Localidad de Usme.

6.2.5.2 Sector 2

El sector 2 corresponde a la zona de Juan José Rendón. En la Figura 6-42 se presenta la localización del sector en estudio.

Figura 6-42 Localización Sector 2



Fuente: Elaborado a partir de información IDIGER

Nota (Estudios)

1. Estudios de riesgo por remoción en masa y Diseños detallados de las Obras de mitigación en el barrio Juan José Rondón, Sector II, La Unión.

10. Elaboración de Diseños de Obras, presupuestos y especificaciones técnicas en sitios afectados por emergencias debido a la reciente temporada de lluvias, con prioridad en las Localidades de Ciudad Bolívar, Usme y Rafael Uribe Uribe.

16. Zonificación de riesgo por movimientos de remoción en masa en 101 barrios de la Localidad de Usme.

18. Estudio geotécnico sector Juan José Rondón fase 2.

En este sector se presentan:

- Dos conceptos técnicos de zonificación que categorizan el barrio como riesgo medio por procesos de remoción en masa.
- Se realizó un estudio en el año 2003 a cargo de Geoingeniería Ltda donde se categoriza como amenaza media y se propone la implementación de drenajes superficiales para manejo de aguas y estructuras de contención mediante muros en concreto o gaviones.
- Se identifican cerca de 20 diagnósticos técnicos por procesos de remoción en masa asociados directamente a procesos de erosión sobre taludes expuestos.

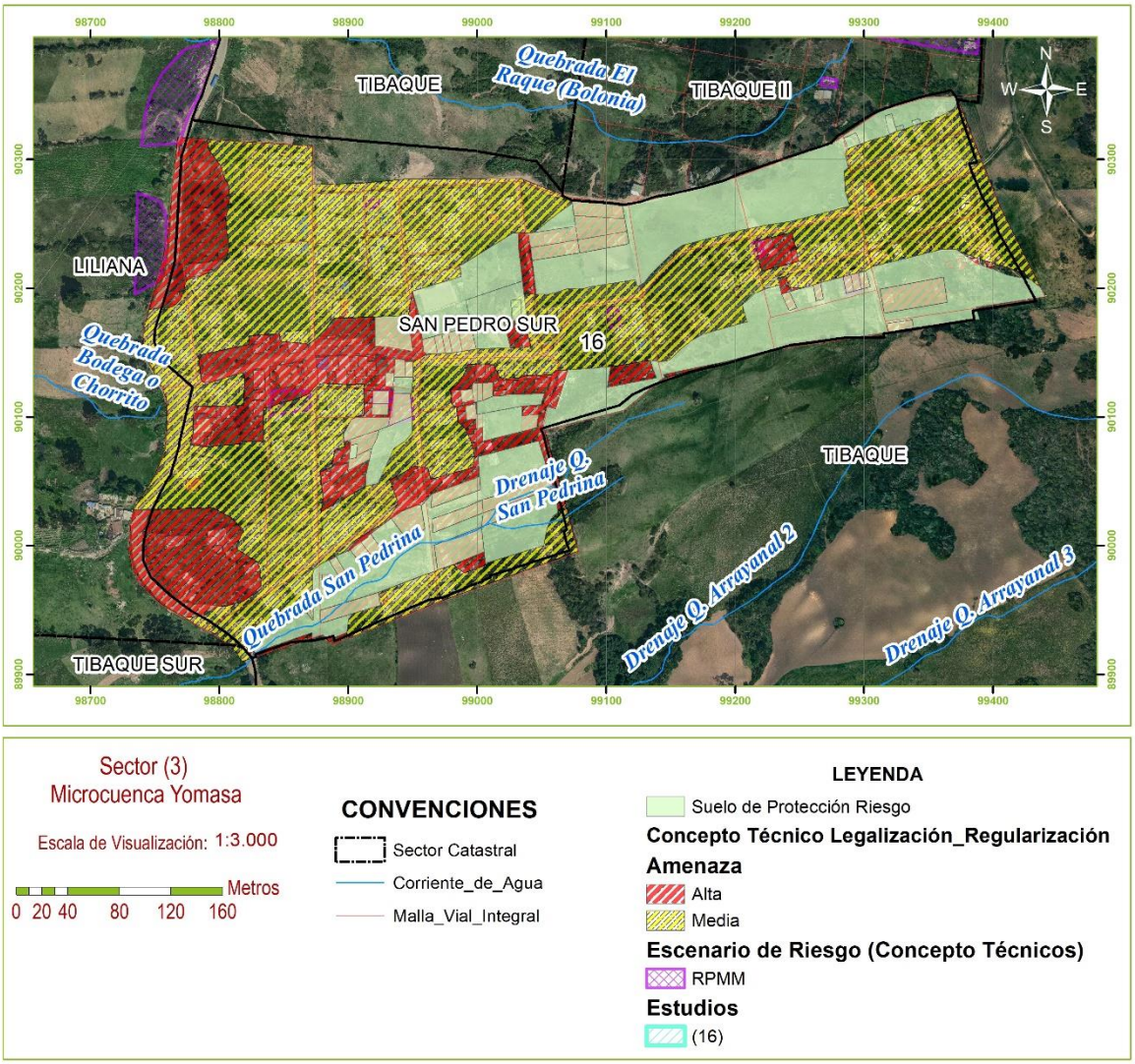
6.2.5.3 Sector 3

Corresponde al sector catastral Parcelación San Pedro, legalizado mediante acto administrativo 420 de 1998. En la Figura 6-43 se presenta la localización del sector 3.

De este sector se concluye:

- 60 predios se categorizan como amenaza alta no mitigable, totalizando un área a liberar de 5,4 hectáreas.
- El barrio se encuentra legalizado, aunque presenta varias zonas como riesgo ni mitigable.
- Los conceptos técnicos categorizan el sector como riesgo medio y alto.

Figura 6-43 Localización Sector 3



Fuente: Elaborado a partir de información IDIGER

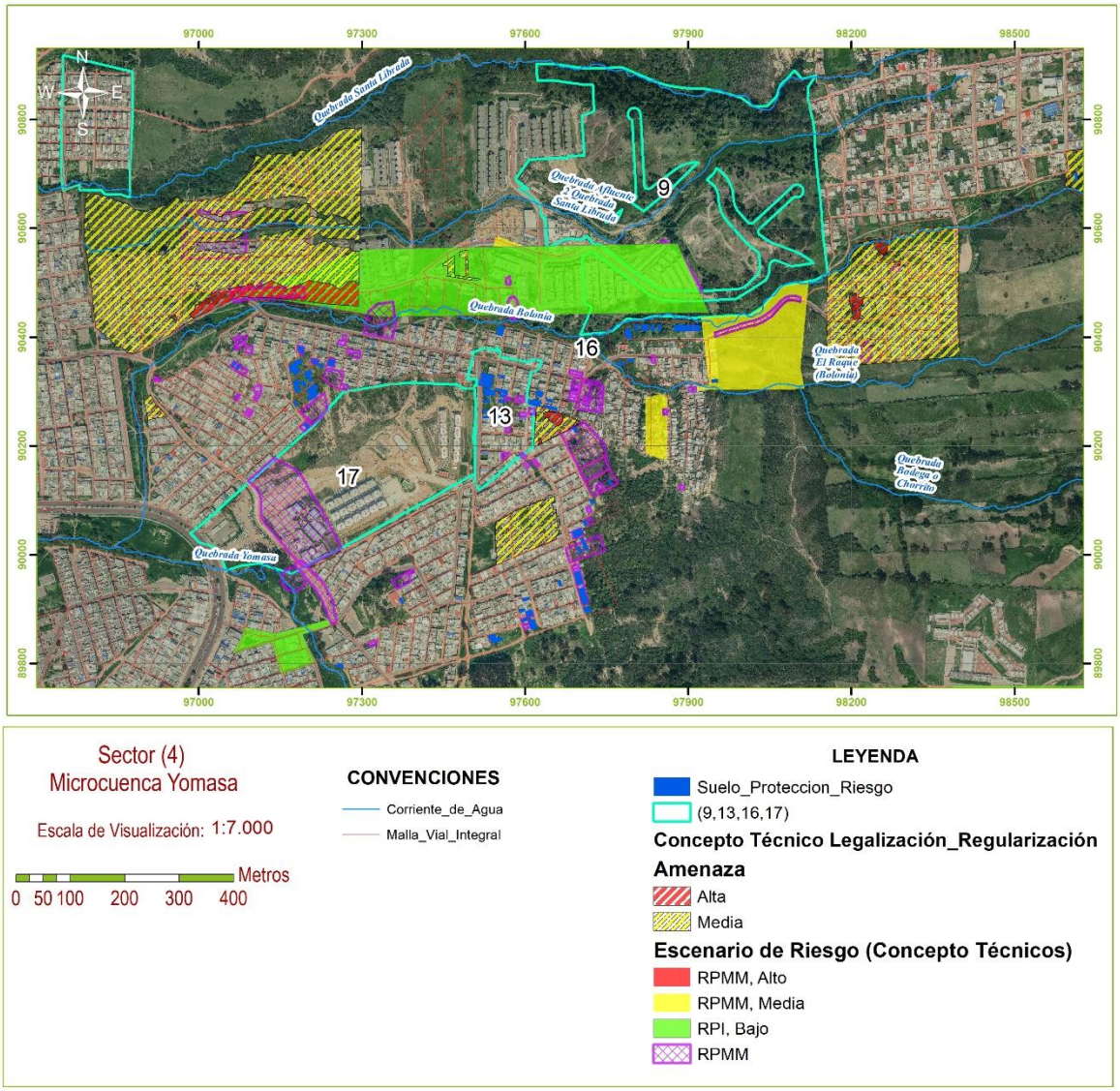
Nota (Estudios)

16. Zonificación de riesgo por movimientos de remoción en masa en 101 barrios de la Localidad de Usme.

6.2.5.4 Sector 4

Corresponde a los sectores catastrales Compostela 1 y 2, El Curubo, Villas del Edén, Altos de Yomasita y San Isidro Sur. En la Figura 6-44 se presenta la localización del sector en referencia.

Figura 6-44 Localización Sector 4



Fuente: Elaborado a partir de información IDIGER

Para este sector se concluye:

- Se presentan dos diagnósticos por inundación asociados a la Quebrada Yomasa y Bolonia. Ninguno de los dos corresponde directamente a eventos de desbordamiento e inundación.
- Se presentan tres conceptos técnicos por procesos de remoción en masa donde dos se categorizan como riesgo alto y uno como riesgo medio.
- Se identifican más de 70 predios en riesgo alto no mitigable.

- Los diagnósticos por movimiento en masa se categorizaron como baja y medio, y ninguno compromete la estabilidad general de los barrios afectados.

6.3 Propuesta conceptual (Ecología del paisaje, Territorios hidrosociales y Agricultura Urbana)

El desarrollo de esta propuesta conceptual de SbN encierra un conjunto de enfoques, herramientas y técnicas con un enfoque ecosistémico, de conectividad y de lineamientos de Arquitectura Paisajística. Que en su conjunto integra los conceptos enunciados en los numerales 4.5.1.1, 4.5.1.3, 4.5.1.4 y 4.5.1.5.

Ver documento 01_Memoria de diseño_V1

6.4 Reunión con la comunidad (19 de diciembre de 2023)

6.4.1 Proceso de convocatoria

Se realiza la revisión documental en donde se consulta el documento Diagnóstico de las Iniciativas Comunitarias, de la Subdirección de Reducción del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático, en donde 2 de las experiencias reportadas son en la localidad de Usme, y su autora reconocida en la localidad como una lideresa en temas comunitarios y ambientales, es por medio de Ángela de la Torre con quien se gestiona el espacio.

El primer momento corresponde a una presentación del proyecto en donde se explica el objeto y los productos a entregar, se plantea un encuentro con la comunidad, lideres y personas interesadas en temas ambientales, se remite el listado de barrios que se encuentran en la microcuenca y se genera la pieza de convocatoria para el encuentro programado el 19 de diciembre de 2023.



Desarrollo de la actividad

Siendo las 2 de la tarde en el salón comunal del barrio La Esperanza CL 83 SUR 1 10 ESTE, se inicia la actividad con una asistencia de 17 personas, por la consultoría la profesional Delfi Katerine Rodríguez y María Alejandra trabajadora social, la introducción para el desarrollo de la actividad fue generar expectativas frente al proceso siendo un taller diferente y un dialogo constante.

La actividad cuenta con una presentación que guiara el desarrollo de esta, se inicia presentando el objeto del contrato y el alcance de este, por medio de una imagen se realiza la ubicación espacial del proyecto y el reconocimiento de donde nos encontrábamos, se presenta el listado de barrios que pertenecen a la microcuenca.

Se indaga en que sectores habitan reconociendo que están dentro de la microcuenca y como lideres están al tanto de las necesidades de sus territorios y comunidades, se presenta el concepto de cuenca, subcuenca y microcuenca, por medio de una imagen se parte de lo global a lo particular, dando importancia a los cuerpos de agua, la topografía y la relación de las comunidades en torno al agua.

El análisis de la información suministra datos de predios, área de la microcuenca, los sectores más poblados, así como las características de la localidad la relación con la ruralidad, la agricultura, las zonas ambientalmente protegidas y los múltiples cuerpos de agua, los asistentes intervienen y complementan la información.

En un ejercicio de preguntas rápidas tipo lluvia de ideas se pregunta acerca del concepto Soluciones Basadas en la Naturaleza, responden y sintetizan en palabras lo que les hace pensar el concepto como: cambio climático, organizarse como comunidad para que la naturaleza no los afecte, planeación, protección de la naturaleza, proyección nacional y en este caso distrital.

Para clarificar el concepto se presenta el siguiente: Las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) son un nuevo concepto que abarca a todas las acciones que se apoyan en los ecosistemas y los servicios que estos proveen, para responder a diversos desafíos de la sociedad como el cambio climático, la seguridad alimentaria o el riesgo de desastres (UICN). De allí se propone un dialogo que nos guía a pensar en el ecosistema, socio-ecológico y socio-ecosistemas, en la diapositiva se presentan imágenes que diferencian la

intervención del hombre con la naturaleza, este ejercicio se encamina al dialogo, a respetar la palabra y la posibilidad de todos participar.

Explicado lo concerniente a ecosistemas se presenta la gráfica de servicios ecosistémicos en los 4 pilares para esclarecer el concepto por medio de ejemplos según el contexto de su territorio, de su barrio y su localidad, se hacen preguntas rápidas para verificar la adherencia de los conceptos y así pasar a presentar lo que no hace este contrato y lo que no corresponde al cumplimiento del objeto, con el fin de hacer la transición a los escenarios prospectivos.

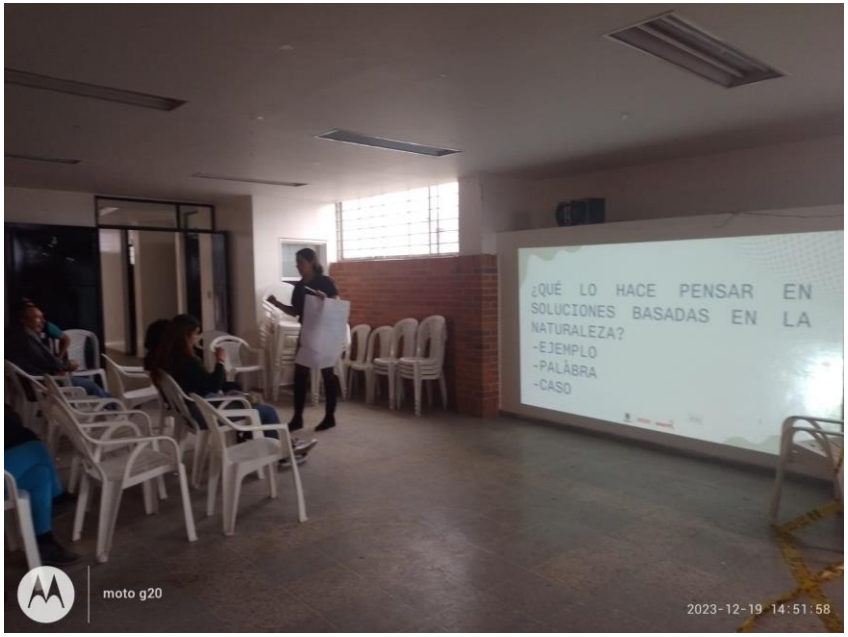
Se realiza un ejercicio de cambio de roles para consular como la comunidad quiere ser consultada en el desarrollo de un proyecto de Soluciones Basadas en la Naturaleza.

Se hace un cierre de la actividad con un compartir, escuchando la percepción al taller y al proyecto, se deja sore la mesa hace una reunión de entrega de resultados una vez culminado el proyecto.

Se relaciona la lista de asistencia y registro fotográfico de la reunión realizada con la comunidad el 19 de diciembre de 2023.

Registro fotográfico.

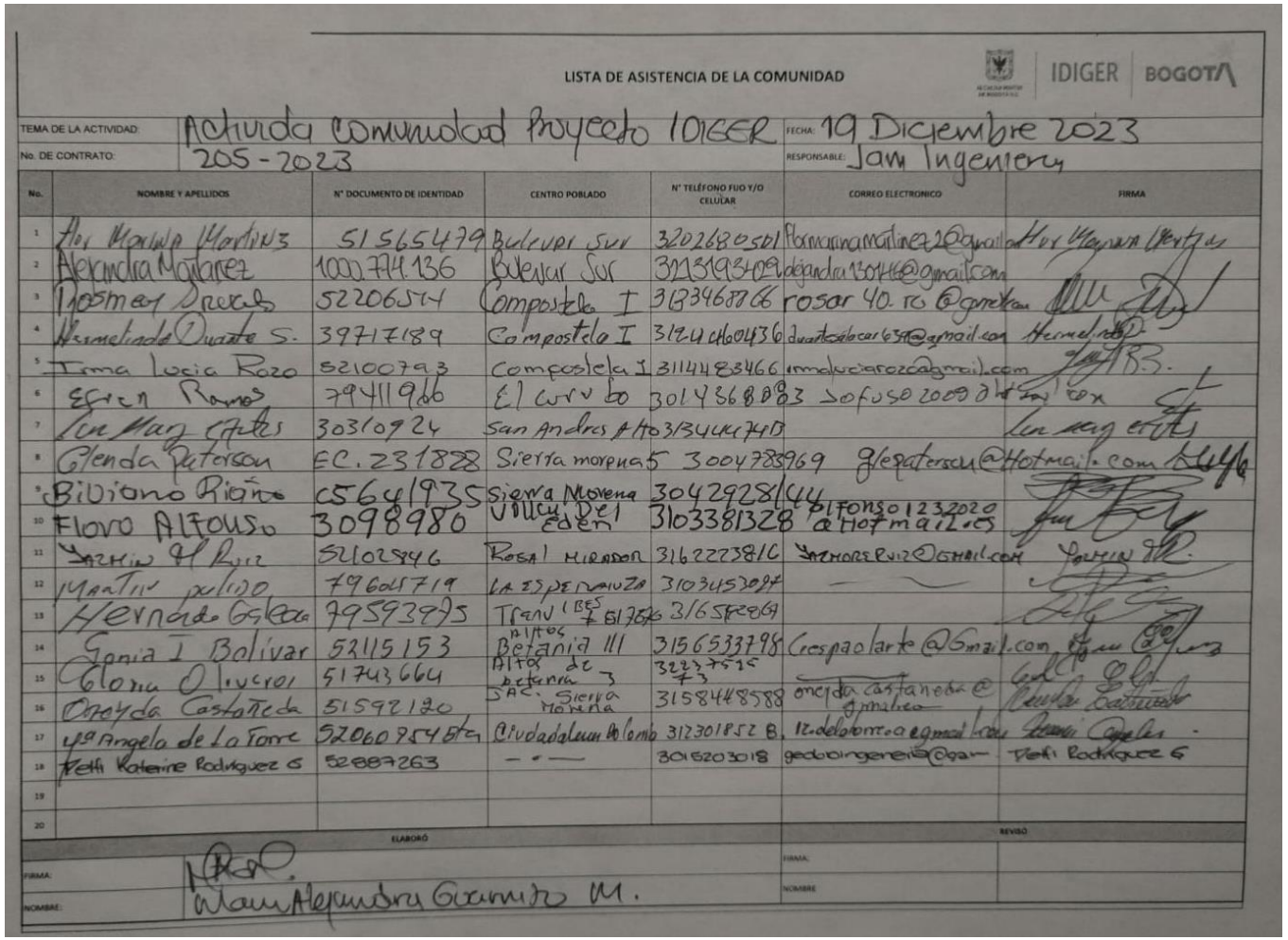





Microcuenca de la Quebrada Yomasa



Figura 6-45 Lista de asistencia de la reunión



LISTA DE ASISTENCIA DE LA COMUNIDAD

IDIGER | BOGOTÁ

TEMA DE LA ACTIVIDAD: Actividad Comunidad Proyecto IDIGER — FECHA: 19 Diciembre 2023

No. DE CONTRATO: 205-2023 — RESPONSABLE: Jam Ingeniería

No.	NOMBRE Y APELLIDOS	N° DOCUMENTO DE IDENTIDAD	CENTRO POBLADO	N° TELÉFONO FIJO Y/O CELULAR	CORREO ELECTRONICO	FIRMA
1	Flor Marina Martinez	51565479	Bulevar Sur	3202680501	flormarinamartinez26@gmail.com	
2	Alexandra Martinez	1000774136	Bulevar Sur	3213193409	alejandra130446@gmail.com	
3	Rosmery Rocha	52206514	Compostela I	3183468866	rosar 40.ro @gmail.com	
4	Hermelinda Duarte S.	39717189	Compostela I	3124660436	duartesalcar634@gmail.com	
5	Irma Lucia Rozo	52100793	Compostela I	3114483466	irmaluciarozo@gmail.com	
6	Edith Ramos	79411966	El curvo	3014868883	sofuso2009@hotmail.com	
7	Lina Mary Cortes	30310924	San Andres	3103134474		
8	Glenda Paterson	EC.231828	Sierra morena 5	3004783969	glepaterson@Hotmail.com	
9	Biviano Riaño	C5641935	Sierra Morena	3042928144		
10	Flovo Alfonso	3098980	Valle del Edén	3103381328	alfonso1232020@hotmail.com	
11	Jaime Ruiz	52102946	Rosal Mirador	3162273816	JAIMORERUIZ@GMAIL.COM	
12	Martin Julio	79605719	La Esperanza	3103453094		
13	Hernando Galeano	79593895	Transmilenio	3165896		
14	Sonia I Bolivar	52115153	Altos de Betania III	3156533798	Crespaolarte@Gmail.com	
15	Gloria Olivares	51743664	Altos de Betania 3	3233752		
16	Onayda Castañeda	51592120	JAC. Sierra Morena	3158448588	onayda castaneda@gmail.com	
17	Mª Angela de la Torre	52060854	Ciudadela Colombia	3123018528	M.delatorre@gmail.com	
18	Yeffi Katerine Rodriguez G	52887263	—	3015203018	geodoingenieria@gmail.com	Yeffi Rodriguez G
19						
20						

ELABORÓ — FIRMA: — NOMBRE: Maria Alejandra Guarnizo M.

REVISÓ — FIRMA: — NOMBRE:

6.5 Cartografía de las propuestas conceptuales de las SbN a nivel de diseño de Prefactibilidad

En la GDB denominada Yomasa_SBN_.gdb está conformada un grupo de Datasets en el Dataset Zonas_de_Priorizacion están los objetos relacionados con los puntos y tipo de actuación a desarrollar de acuerdo con el trabajo realizado por el equipo profesional de la consultoría.