

Plan de  
Ordenamiento  
del Embalse **POE**

Proyecto Hidroeléctrico Ituango

# PLAN DE ORDENAMIENTO DEL EMBALSE



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE COLOMBIA

EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN-E.P.M. E.S.P

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE MEDELLÍN

Contrato CW-78542

“ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL EMBALSE Y  
DESARROLLO DE LINEAMIENTOS DE ORDENAMIENTO PARA LOS  
MUNICIPIOS AGUAS ABAJO DEL PROYECTO ITUANGO”

## PLAN DE ORDENAMIENTO DEL EMBALSE



Embalse Hidroituango. Universidad Nacional de Colombia, 2020.

**JULIO DE 2021**

## EQUIPO TÉCNICO

### **Directora**

MARIA F. CÁRDENAS AGUDELO  
Ing. Forestal, MSc. Planeación Urbano  
Regional, PhD en Ingeniería

**Experto en Ordenamiento Territorial**  
JOAQUÍN GUILLERMO HINCAPIÉ PÉREZ  
Ing. Agrónomo, MSc. Estudios Urbano  
Regionales

**Experto en Transporte Fluvial**  
CARLOS E. GUTIÉRREZ MOSQUERA  
Ing. Civil, Esp. Mecánica de Suelo

**Experta en Gestion del Riesgo**  
DIANA MARÍA TOBÓN GIRALDO  
Ing. Geóloga, MSc. Estudios Socio Espaciales

**Experto en bsT e Incendios Forestales**  
ALVARO JAVIER VÁSQUEZ PEINADO  
Ing. Forestal, MSc. Bosques y Conservación  
Ambiental

**Profesional en Administración**  
CLAUDIA LORENA RINCÓN GRAJALES  
Administradora Pública, MSc. Estudios Urbano  
Regionales

**Profesional Social**  
PAMELA ISABEL MÚNERA LÓPEZ  
Antropóloga, Esp. Planeación Urbano Regional

**Profesional Social**  
TIFFANY ANDREA BOTERO RIVERA  
Politóloga, MSc. Estudios Urbano Regionales

**Profesional Social**  
GLADIMIRA VAHOS MESA  
Licenciada en Administración. MSc en  
Educación y Desarrollo Comunitario,  
Especialista en Gestión Ambiental

**Profesional Social**  
CARLOS EDUARDO LÓPEZ PIEDRAHITA  
Comunicador Social / Arquitecto  
Esp. Diseño Estratégico e Innovación

**Experta en Ordenamiento Territorial**  
LIDA CENAI DA CORREA ROJAS  
Arquitecta, MSc. Desarrollo

**Experto en Turismo**  
DANIEL STIVEN RANGEL COSSIO  
Ing. Ambiental, Estudiante Maestría en Estudios  
Urbano Regionales

**Profesional apoyo en Transporte Fluvial**  
VÍCTOR ALEJANDRO CORREA GÓMEZ  
Ing. Oceanográfico

**Experto en Ictiología**  
GIOVANY OLAYA BETANCUR  
Biólogo, Estudiante Maestría Medio Ambiente y  
Desarrollo

**Profesional experto en bsT**  
JHONATAN JOSÉ PÉREZ ROJAS  
Ing. Forestal

**Profesional Jurídico**  
CRISTIAN ARBEY ZAPATA CHAVARRÍA  
Abogado, MSc. en Derecho y Medio Ambiente

**Profesional Social**  
SANDRA MILENA LÓPEZ LOAIZA  
Politóloga - Periodista, MSc. Desarrollo  
Sostenible y Medio Ambiente

**Profesional Social**  
YAMILE CASTAÑO CUERVO  
Socióloga, MSc. Estudios Urbano Regionales

**Profesional apoyo SIG**  
DIANA CRISTINA CARDONA DUQUE  
Ing. Ambiental, Estudiante Maestría Estudios  
Urbano Regionales

**Profesional en SIG**  
DAVID OSWALDO CORTÉS TRASLAVIÑA  
Geógrafo, Esp. Gestión Ambiental



## Tabla de contenido

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>21</b>
<b>1. MARCO ESTRATÉGICO DEL POE</b>	<b>23</b>
<b>1.1. ÁMBITO DE PLANIFICACIÓN</b>	<b>23</b>
<b>1.2. ALCANCE</b>	<b>24</b>
1.2.1. Alcance espacial	24
1.2.2. Horizonte temporal	24
<b>1.3. VISIÓN DEL POE</b>	<b>25</b>
<b>1.4. OBJETIVOS</b>	<b>25</b>
<b>1.5. PRINCIPIOS</b>	<b>26</b>
<b>1.6. MODELO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL PARA EL EMBALSE</b>	<b>27</b>
<b>1.7. ESTRATEGIAS TERRITORIALES</b>	<b>28</b>
1.7.1. Infraestructura principal y de soporte	28
1.7.2. Restauración ecológica y ambiental	29
1.7.3. Restauración y mejoramiento de las condiciones económicas y de conectividad	29
1.7.4. Turismo de naturaleza	29
1.7.5. Articulación institucional	29
1.7.6. Monitoreo y evaluación	30
<b>1.8. IMAGINARIOS REGIONALES</b>	<b>30</b>
1.8.1. Aspectos generales	31
1.8.2. Síntesis de los referentes teóricos	32
1.8.3. Síntesis metodológica para la actualización de imaginarios regionales	33
1.8.4. Imaginarios actualizados por categorías	35
1.8.4.1. Imaginarios turismo	35
1.8.4.2. Imaginarios pesca	37
1.8.4.3. Imaginarios navegabilidad	40
1.8.4.4. Imaginarios protección ecológica y ambiental	43
1.8.4.3. Imaginarios conectividad	45
1.8.4.4. Imaginarios conflictos de uso	47
1.8.4.5. Imaginarios categorías emergentes	49



<b>1.9. PROCESOS PARTICIPATIVOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE PLAN DE ORDENAMIENTO DEL EMBALSE</b>	<b>52</b>
1.9.1. Talleres participativos y de relacionamiento con comunidades locales año 2015 y 2016	53
1.9.2. Talleres de Imaginarios Regionales año 2015	55
1.9.2.1. Identificación de los actores y actualización de datos	55
1.9.2.2. Objetivos	57
1.9.2.3. Trabajo por mesas temáticas	58
1.9.3. Presentación de resultados.	59
1.9.3.1. Zona Norte	59
1.9.3.2. Zona Occidente	61
1.9.3.3. Resultados del trabajo por zonas	62
1.9.4. Conclusiones	68
1.9.4.1. Procesos participativos con autoridades de orden departamental, nacional y Corporaciones Autónomas	69
1.9.4.2. con Instituciones educativas, estudiantes y comunidad educativa.	73
1.9.4.3. Talleres de Socialización y Validación de Resultados con las Administraciones Municipales del Área de Influencia	73
1.9.4.4. Actualización del POE y procesos de socialización 2020	74
1.9.4.5. Logros de las socializaciones	76
<b>1.10. EL RANGO NORMATIVO DEL POE Y SU ADOPCIÓN DEPARTAMENTAL VÍA ORDENANZA</b>	<b>77</b>
<b>2. METODOLOGÍA Y RESULTADOS DEL POE</b>	<b>85</b>
<b>2.1. ZONAS DEFINIDAS POR LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	<b>85</b>
<b>2.2. METODOLOGÍA DEL POE</b>	<b>86</b>
<b>2.3. ZONIFICACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DEL POE</b>	<b>89</b>
2.3.1. Zonificación categorías suelo de protección	91
2.3.2. Zonificación para turismo	92
2.3.2.1. Zona turística	92
2.3.2.2. Senderismo, cabalgatas, y ciclomontañismo	92
2.3.3. Zonificación para pesca	93
2.3.4. Zonificación para navegación	93
<b>2.4. NÚCLEOS DE ACTIVIDAD DEL POE AJUSTADOS</b>	<b>94</b>
2.4.1. Núcleo cola del embalse	95
2.4.2. Núcleo La Angelina	96

2.4.3.	Núcleo La Honda – La Floresta	96
2.4.4.	Núcleo Bocas de Niquia	97
2.4.5.	Núcleo quebrada Sardinias	98
2.4.6.	Núcleo La Cascarela – Alto de Chirí	98
2.4.7.	Núcleo muro de presa	99
<b>3.</b>	<b>PLAN DE TURISMO – POE</b>	<b>101</b>
<b>3.1.</b>	<b>SITUACIÓN ACTUAL DEL TERRITORIO PARA EL TURISMO: POTENCIALIDADES Y LIMITACIONES</b>	<b>105</b>
3.1.1.	Evolución del Mercado	106
3.1.2.	Atractivos turísticos	111
3.1.3.	Infraestructura	114
3.1.4.	Planta turística	114
3.1.5.	Superestructura	115
3.1.6.	Capacitación requerida	116
<b>3.2.</b>	<b>ANÁLISIS DOFA</b>	<b>117</b>
3.2.1.	Debilidades	117
3.2.2.	Oportunidades	118
3.2.3.	Fortalezas	119
3.2.4.	Amenazas	119
<b>3.3.</b>	<b>METODOLOGÍA ZONAS DE TURISMO</b>	<b>120</b>
3.3.1.	Definición de zonas turísticas	121
3.3.2.	Selección de senderos	121
<b>3.4.</b>	<b>RESULTADOS PARA TURISMO</b>	<b>122</b>
3.4.1.	Zonas turísticas	124
3.4.2.	Caminos para senderismo, cabalgatas y ciclomontañismo	124
3.4.3.	Puertos turísticos	125
<b>3.5.</b>	<b>FORMULACIÓN DE PROPUESTAS: PROGRAMAS Y PROYECTOS</b>	<b>126</b>
3.5.1.	Programas para la atraktividad y competitividad de las zonas turísticas	127
3.5.2.	Propuestas para la atraktividad y competitividad de las rutas de senderismo, cabalgata y ciclomontañismo	142
3.5.3.	Programas de capacitación	150
3.5.4.	Programas de promoción y marketing	152
3.5.5.	Recomendaciones de gobernanza y gestión	156

<b>3.6. ESQUEMAS DE PROPUESTAS PARA ADECUACIONES A ZONAS DE TURISMO, CENTROS DE ATENCIÓN AL VISITANTE, VIVEROS Y ESPACIOS COMUNITARIOS.</b>	<b>158</b>
3.6.1. Esquema de proyectos tipo para turismo	158
3.6.2. Centro de Atención al Visitante CAV	159
3.6.3. Viveros comunitarios – Aula ambiental	160
3.6.4. Establo 9x6 La Honda I y II	162
3.6.5. Centro de Atención PreHospitalaria APH	164
3.6.6. Zonas de Ecoalojamientos tipo Glamping (Tipos)	165
3.6.7. Miradores: Las Rodas, Guacamayas	170
3.6.8. Observatorio: Barbacoas	171
<b>4. PLAN DE PESCA - POE</b>	<b>173</b>
<b>4.1. MARCO REFERENCIAL</b>	<b>174</b>
4.1.1. DEFINICIONES DE PESCA	176
4.1.2. ESPECIES ÍCTICAS DE IMPORTANCIA PESQUERA, PRESENTES EN EL EMBALSE	177
<b>4.2. MARCO NORMATIVO</b>	<b>179</b>
<b>4.3. METODOLOGÍA</b>	<b>184</b>
4.3.1. MODELO DE CAPACIDAD DE ACOGIDA	184
4.3.2. CALIDAD DEL AGUA DEL EMBALSE PHI	184
4.3.2.1. Valoración de criterios	184
4.3.2.2. Acceso y conectividad	186
4.3.2.3. Profundidad del embalse	186
4.3.2.4. Zonificación calidad del agua	186
<b>4.4. RESULTADOS</b>	<b>187</b>
4.4.1. CALIDAD DEL AGUA	187
4.4.2. PESCA ARTESANAL DE SUBSISTENCIA	188
4.4.3. PESCA RECREATIVA	200
4.4.4. PESCA DEPORTIVA	204
4.4.5. PROPUESTA DE ORDENACIÓN PESQUERA	207
<b>4.5. ZONAS DE OPERACIÓN EXCLUSIVAS DE EPM</b>	<b>211</b>
<b>4.6. RECOMENDACIONES</b>	<b>212</b>
4.6.1. RECOMENDACIONES A LA PESCA ARTESANAL DE SUBSISTENCIA	213
4.6.1.1. Aparejos de pesca recomendados	213



4.6.1.2.	Aparejos de pesca no recomendadas	221
4.6.1.3.	Chinchorros y Chinchorras	222
4.6.2.	MODALIDADES DE PESCA DEPORTIVA RECOMENDADAS	223
4.6.2.1.	El Spinning	224
4.6.2.2.	El flote	224
4.6.2.3.	El flycast	225
4.6.2.4.	El baitcast	226
4.6.3.	RECOMENDACIONES A LAS EMBARCACIONES	226
4.6.4.	RECOMENDACIONES A LA PESCA RECREATIVA	227
<b>4.7.</b>	<b>PERFILES DE PROYECTO</b>	<b>227</b>
4.7.1.	PERFIL DE PROYECTO PARA PESCA ARTESANAL Y DE SUBSISTENCIA	227
4.7.1.1.	Descripción problema o necesidad	228
4.7.1.2.	Justificación	228
4.7.1.3.	Ubicación geográfica	229
4.7.1.4.	Indicadores de producto	231
4.7.1.5.	Tiempo de ejecución	232
4.7.1.6.	Síntesis de los perfiles de proyecto para pesca artesanal de subsistencia	233
4.7.2.	PERFIL DE PROYECTO PARA PESCA DEPORTIVA	238
4.7.2.1.	Descripción problema o necesidad	239
4.7.2.2.	Justificación	239
4.7.2.3.	Ubicación geográfica	239
4.7.2.4.	Indicadores del producto	240
4.7.2.5.	Tiempo de ejecución	242
4.7.2.6.	Síntesis del perfil de proyecto para la pesca deportiva	242
4.7.3.	PERFIL DE PROYECTO PARA LA PESCA RECREATIVA	245
4.7.3.1.	Descripción problema o necesidad	245
4.7.3.2.	Justificación	245
4.7.3.3.	Ubicación geográfica	246
4.7.3.4.	Indicadores de producto	247
4.7.3.5.	Tiempo de ejecución del proyecto	248
4.7.3.6.	Síntesis del perfil de proyecto para la pesca recreativa	249
<b>4.8.</b>	<b>ACUICULTURA EN JAULONES</b>	<b>251</b>

4.8.1.	IMPACTOS AMBIENTALES DE LA ACUICULTURA EN JAULONES	252
4.8.2.	CONFLICTOS ENTRE LA ACUICULTURA EN JAULONES Y LA GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA	253
4.8.3.	ZONIFICACIÓN ACUICULTURA EN JAULONES PARA EL EMBALSE DEL PHI	254
4.8.4.	RECOMENDACIONES FRENTE A LA ACUICULTURA EN JAULONES FLOTANTES	255
<b>5.</b>	<b>PLAN DE NAVEGACIÓN Y CONECTIVIDAD FLUVIAL</b>	<b>258</b>
<b>5.1.</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>259</b>
5.1.1.	Objetivo general	259
5.1.2.	Objetivos específicos	259
<b>5.2.</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>259</b>
5.2.1.	Análisis de información secundaria	259
5.2.1.1.	Revisión del Estudio de Navegabilidad y Conectividad	260
5.2.1.2.	Análisis de imágenes satelitales	260
5.2.2.	Información primaria	261
5.2.2.1.	Análisis de información de campo	261
5.2.3.	Contraste de los planteamientos del POE 2017 con las realidades del territorio	261
<b>5.3.</b>	<b>DIAGNÓSTICO</b>	<b>262</b>
5.3.1.	Centros de aforo	263
5.3.1.1.	Embarcadero el Ciruelar	263
5.3.1.2.	Embarcadero Guayabal	264
5.3.1.3.	Embarcadero Las Cuatro	264
5.3.2.	Tipos de navegación	265
5.3.2.1.	Navegación local como herramienta para la restitución de la conectividad	265
5.3.2.2.	Impedimentos para la navegación	266
5.3.3.	Navegación durante la contingencia	268
5.3.3.1.	Tránsito post contingencia en el sector de Muro de Presa	270
5.3.3.2.	Tránsito post contingencia sector Bocas de Niquia	272
5.3.3.3.	Presencia de Eichhornia crassipes en el cuerpo de agua	273
<b>5.4.</b>	<b>PLAN DE NAVEGACIÓN Y CONECTIVIDAD FLUVIAL</b>	<b>274</b>
5.4.1.	Tipos de puertos	274
5.4.1.1.	Puertos principales	276

5.4.1.2.	Puertos de Conectividad	283
5.4.1.3.	Puertos turísticos	299
5.4.1.4.	Puertos industriales	310
5.4.1.5.	Formalización de puertos	313
5.4.2.	Tipos de navegación	314
5.4.2.1.	Navegación para la restitución de la conectividad local	314
5.4.2.2.	Navegación para el mejoramiento de la conectividad regional	317
5.4.2.3.	Navegación recreativa y turística	318
5.4.2.4.	Zonas de exclusión para la navegación	319
5.4.3.	Tipos de embarcaciones en operación	320
5.4.4.	Diseño y tipología de puertos	321
5.4.4.1.	Infraestructura existente	321
5.4.4.2.	Diseños tipo para puertos	323
5.4.4.3.	Muelles flotantes	333
5.4.4.4.	Senderos	335
5.4.5.	Señalética	335
<b>5.5.</b>	<b>MARCO LEGAL EN EL QUE ESTÁ CIRCUNSCRITO EL PLAN</b>	<b>338</b>
<b>5.6.</b>	<b>RECOMENDACIONES GENERALES</b>	<b>340</b>
<b>5.7.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>342</b>
<b>6.</b>	<b>PLAN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA</b>	<b>346</b>
<b>6.1.</b>	<b>DEFINICIÓN DEL ECOSISTEMA DE REFERENCIA ESTRATIFICADO</b>	<b>347</b>
6.1.1.	Metodología	348
6.1.2.	Resultados	349
6.1.2.1.	Composición florística	349
6.1.2.2.	Diversidad y estructura	360
<b>6.2.</b>	<b>DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL ECOSISTEMA</b>	<b>366</b>
6.2.1.	Metodología	366
6.2.2.	Resultados	370
6.2.2.1.	Fauna y Flora	370
6.2.2.2.	Clima	372
6.2.2.3.	Relieve	376
6.2.2.4.	Suelos	382
<b>6.3.</b>	<b>ANÁLISIS DEL PAISAJE</b>	<b>383</b>



6.3.1.	Análisis de coberturas terrestres	383
6.3.1.1.	Metodología	383
6.3.1.2.	Resultados	383
6.3.2.	Análisis de conectividad	386
6.3.2.1.	Metodología	386
6.3.2.2.	Resultados	387
6.3.3.	Análisis multitemporal	392
6.3.3.1.	Metodología	392
6.3.3.2.	Resultados	393
<b>6.4.</b>	<b>ZONIFICACIÓN DE ÁREAS PRIORITARIAS PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA</b>	<b>397</b>
6.4.1.	Metodología	398
6.4.1.1.	Áreas de compensación y protección	398
6.4.1.2.	Zonificación de áreas para la conservación, restauración y uso sostenible	398
6.4.1.3.	Zonificación por pendiente	399
6.4.1.4.	Modelo para la zonificación de la calidad de sitio basado en supervivencia de especies plantadas	399
6.4.1.5.	Modelo de distribución de especies potenciales para la restauración	403
6.4.2.	Resultados	403
6.4.2.1.	Áreas de compensación y conservación	403
6.4.2.2.	Zonificación de áreas para la conservación, restauración y uso sostenible	404
6.4.2.3.	Zonificación por pendientes	408
6.4.2.4.	Zonificación por condición de sitio	411
6.4.2.5.	Capacidad de sitio para establecer especies nativas	413
<b>6.5.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DE TENSIONANTES</b>	<b>416</b>
<b>6.6.</b>	<b>PROGRAMAS PROPUESTOS PARA ORIENTAN LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA</b>	<b>417</b>
<b>6.7.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>427</b>
<b>7.</b>	<b>GESTIÓN DEL RIESGO: PERÍODO DE ESTABILIZACIÓN DE LADERAS Y DE LAS COMUNIDADES DE PECES</b>	<b>430</b>
7.1.	EL PERÍODO DE ESTABILIZACIÓN DE LADERAS EN LA ZONA DEL EMBALSE DEL PHI	431

<b>7.2. ESTABILIZACIÓN DE LADERAS EN LOS EMBALSES: DISCUSIONES Y EXPERIENCIAS</b>	<b>432</b>
7.2.1. Análisis de la estabilidad de laderas con el proceso de llenado y tras la futura puesta en operación del embalse	447
7.2.2. Inestabilidad en las laderas del embalse del PHI	451
7.1.1.1. Componente espacial: tramos críticos por inestabilidad de laderas	452
7.1.1.2. Componente temporal: período de estabilización de las laderas del embalse del PHI	463
<b>7.3. PROPUESTA DE SEÑALIZACIÓN DE ZONAS DE INESTABILIDAD EN LAS LADERAS DEL EMBALSE</b>	<b>471</b>
<b>7.4. PERIODO DE ESTABILIZACIÓN COMPONENTE ÍCTICO</b>	<b>473</b>
7.4.1. Restricciones a la pesca durante el periodo de estabilización	474
7.4.2. Recomendaciones a las artes de pesca durante el periodo de estabilización	475
7.4.3. Artes de pesca no recomendadas durante el periodo de estabilización	476
<b>7.5. DINÁMICA EN LA COLA DEL EMBALSE</b>	<b>476</b>
7.5.1. Cambios geomorfológicos del cauce: acumulación de sedimentos	477
7.5.2. Acumulación de residuos flotantes y crecimiento de macrófitas	480
<b>7.6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>483</b>
<b>7.7. PERÍODO DE ESTABILIZACIÓN POR INESTABILIDAD DE LADERAS</b>	<b>484</b>
7.7.1. Período de Estabilización Componente Íctico	486
<b>8. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>488</b>

## Lista de Figuras

Figura 1. Estructura del marco estratégico.....	27
Figura 2. Estrategias territoriales .....	28
Figura 3. Fragmento instrumento de recopilación de fuentes secundarias .....	34
Figura 4. Categorías de análisis para los imaginarios .....	34
Figura 5. Momentos del Plan de Ordenamiento del embalse POE.....	53
Figura 6. Áreas de compensación ambiental por municipio .....	85
Figura 7. Resultados del Modelo de Capacidad de Acogida del territorio.....	87
Figura 8. Zonificación de usos del embalse y su zona de influencia .....	90
Figura 9. Localización de núcleos de actividad .....	95
Figura 10. Estrategias Territoriales .....	104
Figura 11. Aporte porcentual de hoteles y restaurantes al PIB nacional.....	107
Figura 12. Inversión Extranjera directa.....	108

Figura 13. Porcentajes de visitas del turismo interno en Antioquia por municipio.....	109
Figura 14. Porcentajes de visitas del turismo extranjero en Antioquia por municipio.....	110
Figura 15. Productos ofrecidos para el turismo en Antioquia .....	111
Figura 16. Resultados del Modelo de Capacidad de Acogida por sectores .....	122
Figura 17. Zonificación de las actividades de turismo .....	123
Figura 18. Imaginario de viveros comunitarios .....	133
Figura 19. Infraestructuras de soporte propuestas .....	149
Figura 20. Esquema básico Centro de Atención al Visitante CAV .....	159
Figura 21. Esquema básico Vivero Comunitario – Aula ambiental .....	161
Figura 22. Esquema básico, Isométrico Vivero Comunitario – Aula ambiental .....	162
Figura 23. Esquema básico Centro de Atención Prehospitalaria APH.....	164
Figura 24. Esquema básico, Glamping .....	165
Figura 25. Esquema básico Miradores.....	170
Figura 26. Esquema básico Observatorio .....	171
Figura 27. Esquema de la regulación pesquera en Colombia .....	183
Figura 28. Mapa con las aptitudes para pesca artesanal de subsistencia en el Embalse del PHI .....	189
Figura 29. Resultados especializados de calidad de agua para el futuro embalse de Ituango .....	190
Figura 30. Capacidad para el uso de pesca artesanal de subsistencia .....	191
Figura 31. Ubicación espacial de la zona de exclusión para las actividades de pesca por motivos de operación de EPM .....	198
Figura 32. Resultados de capacidad para la actividad de pesca recreativa .....	202
Figura 33. Detalle de las áreas con capacidad del territorio para la pesca recreativa ....	203
Figura 34. Aptitud para la actividad de pesca deportiva en el embalse del PHI.....	205
Figura 35. Detalle del núcleo de actividad de Bocas de Niquia, donde se evidencia la capacidad del territorio para la pesca deportiva .....	207
Figura 36. Mapa de zonificación para las actividades de pesca PHI .....	209
Figura 37. Detalle de la zonificación para las actividades de pesca PHI con aptitudes alta y media.....	210
Figura 38. Zona de operación propia EPM, relleno sanitario Mogotes. ....	211
Figura 39. Esquema de uso de una atarraya .....	214
Figura 40. Esquema de una calandria o línea de anzuelos .....	216
Figura 41. Esquema de una caña de pescar o línea de mano .....	218
Figura 42. Esquema de diferentes tipos de nasas .....	220
Figura 43. Esquema de trasmallos y sus diferentes formas de uso.....	220
Figura 44. Esquema del arte de pesca con trasmallo liso o deslizado .....	221
Figura 45. Esquema de Chinchorros y Chinchorras .....	222
Figura 46. Esquema de redes de arrastre .....	223
Figura 47. Esquema del spinning en pesca deportiva .....	224
Figura 48. Esquema del Flote en pesca deportiva .....	224
Figura 49. Esquema de pesca con mosca o flycast .....	225
Figura 50. Zonas con capacidad para el desarrollo de la actividad de pesca artesanal .	229
Figura 51. Tramos aptos para el desarrollo de la pesca deportiva .....	240
Figura 52. Núcleos de actividad donde se recomienda la pesca recreativa .....	246



Figura 53. Capacidad para la acuicultura en jaulones en el Embalse del PHI .....	255
Figura 54. Mancha de buchón de agua durante el embalse .....	267
Figura 55. Consolidados de total tipo de vehículos transportados en ferris sector muro de presa .....	271
Figura 56. Transporte de personas sector muro de presa.....	271
Figura 57. Transporte en Ferri sector muro de presa del 15 de junio al 15 de diciembre	272
Figura 58. Transporte en ferry sector Bocas de Niquia del 1 de septiembre del 2018 al 2 de enero del 2020.....	273
Figura 59. Ubicación de los puertos POE 2020.....	275
Figura 60. Ubicación Puertos Principales POE 2020 .....	276
Figura 61. Ubicación Puerto Brujas POE 2020 .....	277
Figura 62. Ubicación Puerto La Niquia POE 2020 .....	279
Figura 63. Ubicación Puerto Juan García POE 2020 .....	281
Figura 64. Ubicación puertos de conectividad POE 2020.....	284
Figura 65. Ubicación puerto Barbacoas .....	285
Figura 66. Condiciones actuales Puerto Totumo.....	288
Figura 67. Condiciones actuales Puerto Guayabal.....	290
Figura 68. Ubicación Puerto las Cuatro POE 2020 .....	292
Figura 69. Ubicación Puerto Carauquia POE 2020 .....	294
Figura 70. Ubicación Puerto La Angelina POE 2020.....	298
Figura 71. Localización puertos turísticos .....	300
Figura 72. Ubicación Puerto Bombillo POE 2020.....	301
Figura 73. Ubicación puerto Sardinias POE 2020.....	303
Figura 74. Ubicación puerto Guacamayas POE 2020 .....	305
Figura 75. Ubicación puerto La Floresta .....	307
Figura 76. Ubicación puerto La Playa del Amor POE 2020 .....	308
Figura 77. Ubicación Puerto El Diomate POE 2020 .....	309
Figura 78. Ubicación puertos industriales POE 2020 .....	311
Figura 79. Ubicación Puerto El Ciruelar POE 2020.....	312
Figura 80. Rutas de navegación para transporte de personas, semovientes y carga liviana sector central, muro de presa y cola del embalse .....	315
Figura 81. Ruta de navegación regional.....	318
Figura 82. Rutas de navegación turística y recreativa .....	319
Figura 83. Ubicación de zonas de exclusión para la navegación .....	320
Figura 84. Esquema básico infraestructura existente, Establo (confinar la estructura) ...	322
Figura 85. Esquema básico infraestructura existente, Zona de espera (confinar la estructura) .....	323
Figura 86. Planta tipo zona general del Puerto Principal.....	328
Figura 87. Corte zona general del Puerto Principal.....	329
Figura 88. Planta y corte tipo del establo para el Puerto Principal.....	329
Figura 89. Planta y corte tipo de la Zona Administrativa para el Puerto Secundario.....	330
Figura 90. Planta y corte tipo Zona Administrativa de Espera para el Puerto Terciario ..	332
Figura 91. Muelle tipo, Puerto Principal.....	334
Figura 92. Muelle tipo, Puerto Secundario y Terciario .....	334

Figura 93. Importancia ecológica de especies registradas en Arbustal abierto (Izq.). Representatividad de familias registradas en Arbustal abierto (Der.) .....	350
Figura 94. Importancia ecológica de las 15 especies con mayor IVI registradas en Bosque ripario. Familias más representativas registradas en Bosque de galería y ripario .....	352
Figura 95. Importancia ecológica de las 15 especies con mayor IVI registradas en Bosque denso. Familias más representativas registradas en Bosque denso .....	354
Figura 96. Importancia ecológica de especies registradas en Herbazal denso. Representatividad de familias registradas en Herbazal denso .....	355
Figura 97. Importancia ecológica de especies registradas en Pasto enmalezado. Familias más representativas registradas en Pasto enmalezado .....	356
Figura 98. Importancia ecológica de especies registradas en Pasto limpio. Representatividad de familias registradas en Pasto limpio.....	357
Figura 99. Importancia ecológica de las 15 especies con mayor IVI registradas en Vegetación secundaria alta. Familias más representativas registradas en Bosque denso .....	359
Figura 100. Importancia ecológica de las 15 especies con mayor IVI registradas en Vegetación secundaria baja. Familias más representativas registradas en Bosque denso .....	360
Figura 101. Valores de diversidad de los índices inverso de Simpson y alfa de Fisher para las coberturas analizadas .....	362
Figura 102. Estructura diamétrica asociada a las coberturas analizadas .....	363
Figura 103. Estructura altimétrica asociada a las coberturas analizadas .....	365
Figura 104. Zonas de vida contenidas en el área del POE.....	374
Figura 105. Resultados espaciales de las variables climáticas obtenidas para el área de estudio del POE.....	375
Figura 106. Resumen gráfico del Aspecto en el área del POE donde se muestra el porcentaje de superficie orientada hacia cada uno de los puntos cardinales .....	379
Figura 107. Resultados espaciales de las variables topográficas evaluadas en el área de estudio del POE.....	381
Figura 108. Coberturas terrestres identificadas en el área de influencia del POE .....	385
Figura 109. Hábitats priorizados para la restauración ecológica .....	388
Figura 110. Componentes priorizados de parches conectados a una distancia $\leq 200$ m .....	389
Figura 111. Resultado gráfico de la importancia ecológica de los parches priorizados para fragmentos de vegetación.....	392
Figura 112. Representatividad de los cambios en el NDVI entre los años 2012 y 2018 al interior del área de influencia del POE .....	394
Figura 113. Comportamiento del NDVI para el área total y para el área priorizada al interior de los clusters.....	394
Figura 114. Resultado de la diferencia entre los NDVI calculados para el área de influencia del POE entre los años 2012 y 2018.....	397
Figura 115. Diagramas de caja que muestran el comportamiento de la supervivencia en las variables analizadas .....	401
Figura 116. Resultado del Análisis de Componentes Principales (PCA) para las variables priorizadas .....	402

Figura 117. Áreas de compensación definidas para el PHI (Izq.). Figuras de protección y/o conservaciones declaradas en el área de influencia del PHI (Der.).....	404
Figura 118. Representación gráfica de las categorías de restauración definidas a partir del análisis de las coberturas terrestres.....	407
Figura 119. Distribución de pendientes en términos de la restauración ecológica.....	410
Figura 120. Condición de sitio para implementar acciones de restauración ecológica en términos de probabilidad de supervivencia de las especies .....	412
Figura 121. Calidad de sitio para establecer núcleos de restauración con especies nativas .....	414
Figura 122. Esquema general de la línea estratégica de restauración ecológica .....	418
Figura 123. Incremento del nivel freático que se genera con el llenado de embalses ....	437
Figura 124. Superposición entre unidades litológicas y fallas en el área del futuro embalse del PHI.....	442
Figura 125. Grado de fallamiento en el área del futuro embalse del PHI.....	445
Figura 126. Zonas críticas por combinación de litología y grado de fallamiento (encerradas en líneas discontinuas de color negro).....	454
Figura 127. Mapa de amenazas por movimiento en masa (zonas más críticas encerradas en líneas discontinuas de color amarillo) .....	455
Figura 128. Sitios con inestabilidad y erosión en las laderas del embalse (zonas más críticas encerrada en líneas discontinuas de color amarillo).....	458
Figura 129. Localización general de tramos con condiciones más críticas de estabilidad de laderas, durante el llenado y operación del embalse. T1: Tramo 1; T2: Tramo 2 .....	459
Figura 130. Localización de Tramo 1, limitado entre líneas discontinuas de color fucsia	461
Figura 131. Localización de Tramo 2, limitado entre líneas discontinuas de color fucsia	462
Figura 132. Nivel de impacto asociado a cada actividad y uso del suelo .....	468
Figura 133. Sitios y sectores donde se debe disponer señalética para alertar sobre las amenazas.....	472
Figura 134. Avance de la cuña de sedimentos.....	478
Figura 135. Localización de puntos para seguimiento de agradación del lecho del río ..	479
Figura 136. Representación de la evolución del lecho durante 50 años de los Puntos 2-al Punto 5 .....	479

## Lista de Tablas

Tabla 1. Extensión territorial del POE por municipio y veredas .....	23
Tabla 2. Resultados de la convocatoria para los talleres participativos con administraciones municipales.....	54
Tabla 3. Síntesis de las expectativas municipales preliminares .....	55
Tabla 4. Resultados de la convocatoria, taller de imaginario regional, zonas occidente y norte .....	56
Tabla 5. Guía para orientar el trabajo por las mesas temáticas.....	58
Tabla 6. Representación de los municipios, por mesas temáticas, zona norte.....	60
Tabla 7. Representación de los municipios, por mesas temáticas, Zona Occidente.....	61
Tabla 8. Resultado del trabajo por mesas temáticas, Zona Norte .....	62
Tabla 9. Resultado del trabajo por mesas temáticas, zona occidente .....	64

Tabla 10. Socialización autoridades de orden departamental, nacional y corporaciones autónomas regionales.....	70
Tabla 11. Socialización comunidad Educativa .....	73
Tabla 12. Socialización con Administraciones Municipales y comunidades .....	73
Tabla 13. Agenda de socializaciones con comunidades .....	74
Tabla 14. Socializaciones año 2020.....	75
Tabla 15. Zonas definidas por Licencia Ambiental .....	86
Tabla 16. Área definida para cada uno de los usos zonificados .....	91
Tabla 17. Senderos con aptitud para senderismo y cabalgata .....	93
Tabla 18. Rutas y puertos propuestos en el POE .....	94
Tabla 19. Número de prestadores de servicios que cuentan con RNT activo.....	115
Tabla 20. Zonas con alta y media capacidad de acogida para zonas turísticas .....	124
Tabla 21. Senderos con aptitud para senderismo y cabalgata .....	125
Tabla 22. Puertos turísticos del embalse .....	125
Tabla 23. Programa Atractividad y competitividad de las zonas turísticas.....	127
Tabla 24. Proyecto viveros comunitarios.....	131
Tabla 25. Proyecto Más Bosques .....	133
Tabla 26. Proyecto camping galáctico.....	135
Tabla 27. Proyecto Casa museo del bosque seco tropical .....	138
Tabla 28. Proyecto laboratorio al aire libre .....	139
Tabla 29. Adecuación y marcación de las rutas de senderismo cabalgata y ciclomontañismo .....	142
Tabla 30. Rutas interpretativas del aviturismo.....	144
Tabla 31. Proyecto recorridos culturales .....	147
Tabla 32. Proyecto Alianzas estratégicas con instituciones de educación superior.....	150
Tabla 33. Proyecto capacitaciones .....	151
Tabla 34. City marketing .....	152
Tabla 35. Pasantías de investigación.....	154
Tabla 36. Propuesta de nominación de zonas turísticas .....	156
Tabla 37. Información secundaria revisada para la actualización del POE-PHI .....	175
Tabla 38. Especies migradoras de peces con interés comercial, presentes en el embalse del PHI.....	179
Tabla 39. Especies residentes en el embalse del PHI.....	179
Tabla 40. Grupo de expertos encuestados para las actividades relacionadas con la pesca. Proyecto Hidroeléctrico Ituango .....	185
Tabla 41. Algoritmos generados mediante la encuesta Delphi a expertos para alimentar el modelo de capacidad de acogida.....	185
Tabla 42. Áreas destinadas a las diferentes actividades de pesca.....	208
Tabla 43. Veredas con capacidad alta media y baja para el desarrollo de la pesca artesanal de subsistencia .....	230
Tabla 44. Población potencialmente beneficiaria para el desarrollo de perfiles de proyectos de pesca artesanal de subsistencia .....	231
Tabla 45. Fomento a las buenas prácticas pesqueras para el fortalecimiento de la pesca artesanal de subsistencia en el Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango .....	233

Tabla 46. Construcción de sedes de asociaciones de pescadores para el fortalecimiento de la pesca artesanal de subsistencia en el Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango .	235
Tabla 47. Formación y capacitación de las comunidades en la construcción y manejo de artes de pesca para el fortalecimiento de la pesca artesanal de subsistencia en el Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango .....	236
Tabla 48. Población potencialmente beneficiaria para el desarrollo de perfiles de proyectos de pesca deportiva.....	241
Tabla 49. Fomento de la pesca deportiva en el Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango para la restitución de las condiciones económicas y de conectividad de las poblaciones aledañas al Embalse.....	242
Tabla 50. Población potencialmente beneficiaria para el desarrollo de perfiles de proyectos de pesca recreativa.....	248
Tabla 51. Fomento de la pesca recreativa en el Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango para la restitución de las condiciones económicas y de conectividad de las poblaciones aledañas al Embalse.....	249
Tabla 52. Ventajas y desventajas de la acuicultura en jaulones flotantes .....	253
Tabla 53. Conflictos entre la acuicultura en jaulones flotantes y la generación hidroeléctrica .....	254
Tabla 54. Características técnicas y de uso del Puerto Brujas.....	278
Tabla 55. Características técnicas y de uso del Puerto La Niquia .....	279
Tabla 56. Características técnicas y de uso Puerto Juan García .....	282
Tabla 57. Características técnicas y de uso para Puerto Barbacoas.....	286
Tabla 58. Características técnicas y de uso del Puerto Totumo .....	288
Tabla 59. Características técnicas y de uso de Puerto Guayabal.....	291
Tabla 60. Características técnicas puerto y de uso de Puerto Las Cuatro .....	293
Tabla 61. Características técnicas y de uso para puerto Carauquia.....	295
Tabla 62. Características técnicas y de uso para Puerto La Angelina .....	298
Tabla 63. Características técnicas y de uso para Puerto Bombillos .....	301
Tabla 64. Características técnicas y de uso del puerto Sardinas .....	303
Tabla 65. Características técnicas y de uso del puerto Guacamayas .....	305
Tabla 66. Características técnicas y de uso del Puerto La Floresta .....	306
Tabla 67. Características técnicas y de uso del puerto Playa del Amor .....	308
Tabla 68. Características técnicas y de uso del puerto El Diomate .....	310
Tabla 69. Características técnicas y de uso para el Puerto el Ciruelar.....	312
Tabla 70. Características Puertos tipo .....	324
Tabla 71. Importancia ecológica de especies registradas en AA.....	350
Tabla 72. Importancia ecológica de las 15 especies con mayor IVI registradas en BG ..	351
Tabla 73. Importancia ecológica de las 15 especies con mayor IVI registradas en BD ..	352
Tabla 74. Importancia ecológica de las especies registradas en HD.....	354
Tabla 75. Importancia ecológica de las especies registradas en PE .....	355
Tabla 76. Importancia ecológica de las especies registradas en PL .....	357
Tabla 77. Importancia ecológica de las 15 especies con mayor IVI registradas en VSA	358
Tabla 78. Importancia ecológica de las 15 especies con mayor IVI registradas en VSB .	359
Tabla 79. Resultados de índices de diversidad alfa para las coberturas muestreadas ...	361
Tabla 80. Resumen de variables estructurales para las coberturas estudiadas .....	362



Tabla 81. Variables calculadas para la caracterización del relieve en el área de interés	368
Tabla 82. Variables que intervienen en el diagnóstico del estado actual del ecosistema	369
Tabla 83. Resumen de especies registradas en el área del PHI para distintos grupos de fauna taxonómicos.....	370
Tabla 84. Resumen de las variables climáticas evaluadas en el área de estudio.....	373
Tabla 85. Distribución de pendientes para el área terrestre del POE .....	377
Tabla 86. Distribución de área ocupada por los distintos ambientes topográficos según los índices SPI y LFC .....	378
Tabla 87. Coberturas de la tierra categorizadas en el área de interés.....	384
Tabla 88. Índices de conectividad calculados para el área de estudio .....	390
Tabla 89. Matriz de cambios del NDVI entre los años 2012 y 2018 asociados a las coberturas de la tierra en el área de influencia del POE .....	396
Tabla 90. Distribución de coberturas terrestres en categorías de restauración .....	398
Tabla 91. Coeficientes obtenidos en el modelo lineal generalizado para cada una de las variables involucradas .....	402
Tabla 92. Categorías de restauración definidas a partir del mapa de coberturas .....	405
Tabla 93. Distribución de pendientes en el área de influencia del POE.....	408
Tabla 94. Listado de especies nativas potenciales para su establecimiento en el área de interés.....	416
Tabla 95. Perfil de proyecto recolección de semillas de especies nativas .....	419
Tabla 96. Perfil de proyecto establecimiento de viveros.....	421
Tabla 97. Perfil de proyecto plan de restauración .....	423
Tabla 98. Perfil de proyecto brigadas de vigilancia, prevención y control de incendios ..	425

## Lista de Fotografías

Fotografía 1. Área de alta capacidad para la implementación de zona turística. Terraza antiguo corregimiento de Barbacoas (Municipio de Peque). .....	36
Fotografía 2. Muro de presa. Destino turístico actual y futuro en el territorio del PHI .....	37
Fotografía 3. Pescadores del Cauca en el sector Sardinas, provenientes del Valle de Toledo .....	38
Fotografía 4. Izq. Pesca con atarraya desde la orilla del río Cauca en Liborina, vereda La Angelina. Der, Pesca con trasmallo y en profundidad en el embalse, cerca al sector Naranja .....	38
Fotografía 5. Pescador del Cauca, proveniente de la vereda La Honda, Ituango .....	39
Fotografía 6. Pesca con trasmallo en el embalse, pescadores provenientes del Valle de Toledo.....	40
Fotografía 7. Navegación en el embalse .....	41
Fotografía 8. Navegación actual en el río Cauca, Vereda Angelina (Buriticá) .....	42
Fotografía 9. Un “embarcado” recorre un tramo del río flotando en un neumático, Vereda La Angelina (Buriticá).....	42
Fotografía 10. Ferris Wirohenson y Buenavista, Puerto Bocas de Niquia .....	43
Fotografía 11. Buchón de agua en el embalse .....	44
Fotografía 12. Puente La Angelina (municipios de Liborina y Buriticá).....	46



Fotografía 13. Conectividad vs. Navegabilidad a través del Embalse para personas y carga liviana .....	47
Fotografía 14. Oficio de barequeo, Vereda Angelina, (Buriticá) .....	48
Fotografía 15. Casa Abandonada en Puerto Valdivia, tras contingencia del proyecto en 2018 .....	50
Fotografía 16. Calle paralela al río Cauca en Puerto Valdivia, sobre la margen natural izquierda del río .....	51
Fotografía 17. Barequero del Cauca, Vereda Angelina (Buriticá) .....	52
Fotografía 18. Talleres Participativos y de Relacionamiento con las Autoridades Locales, 2015 .....	54
Fotografía 19. Taller de Imaginario Regional, San Andrés de Cuerquia .....	57
Fotografía 20. Socialización actualización POE .....	75
Fotografía 21. Salto de agua de la quebrada Burundá sobre el embalse en el municipio de Ituango.....	101
Fotografía 22. Muro de presa del proyecto Ituango.....	103
Fotografía 23. Pareja de Guacamayas verde ( <i>Ara militaris</i> ) en zona turística Guacamayas (fotografía izquierda), y cascada de la quebrada El Orejón en la vereda La Calera del municipio de Briceño (fotografía derecha).....	112
Fotografía 24. Producto final de la actividad extractiva de oro por bareque en el Río Cauca (fotografía izquierda, y cabalgata en la ruta Sabanalarga- Bocas de Niquia (fotografía derecha) .....	113
Fotografía 25. Camping desembocadura río San Andrés (Toledo).....	113
Fotografía 26. Artes de pesca en el Río Cauca, sector La Angelina – Mogotes .....	117
Fotografía 27. Nidos de mochilero en un Diomate - <i>Astronium graveolens</i> .....	126
Fotografía 28. Mochilero - <i>Psarocolius decumanus</i> .....	127
Fotografía 29. Estado actual de la zona propuesta para zona turística Sardinias .....	130
Fotografía 30. Zona turística Barbacoas propuesta para camping galáctico y observatorio astronómico .....	137
Fotografía 31. Casa tradicional en zona turística Mogotes .....	139
Fotografía 32. Riqueza íctica de la región para desarrollar platos gastronómicos .....	141
Fotografía 33. Rutas propuestas para cabalgata y senderismo Sabanalarga- Bocas de Niquia (fotografía izquierda), y para senderismo y ciclomontañismo Membrillal- Embalse (fotografía derecha) .....	144
Fotografía 34. Sitios propuestos para mirador, en zona de ruta de senderismo Membrillal- Embalse (fotografía izquierda) y zona turística Sardinias .....	147
Fotografía 35. Paisaje del embalse del PHI .....	154
Fotografía 36. Pescadores haciendo uso de trasmallo en las inmediaciones de la quebrada Sardinias .....	193
Fotografía 37. Trasmallo monofilamento en las inmediaciones de la quebrada Pená ....	193
Fotografía 38. Trasmallo de polifilamento Quebrada San Andrés .....	194
Fotografía 39. Bocachico de cerca de 40 cm LE ( <i>Prochilodus magdalenae</i> ) capturado en la parte central del embalse mediante el uso de trasmallo sumergido a 2 m de profundidad .....	195
Fotografía 40. Zona de exclusión para las actividades de pesca por motivos de operación de EPM.....	196

Fotografía 41. Pescadores utilizando medios poco convencionales en la zona de exclusión para las actividades de pesca por motivos de operación de EPM.....	196
Fotografía 42. Vegetación emergida que afecta la actividad de pesca Artesanal de subsistencia. Zona de tributo de la quebrada Santa María.....	199
Fotografía 43. Movimientos en masa activos .....	199
Fotografía 44. Movimientos en masa activos .....	200
Fotografía 45. Zona turística propuesta en La Juan García .....	204
Fotografía 46. Pescadores con atarraya Bajo Cauca (Corregimiento Angelina).....	215
Fotografía 47. Pescador con Atarraya medio Cauca, Buriticá .....	215
Fotografía 48. Línea de anzuelos o Calandria, Río Man (Caucasia), Bajo Cauca .....	217
Fotografía 49. Pescador vereda Membrillal (Sabanalarga) .....	218
Fotografía 50. Pesca vereda el Sauce (Peque).....	219
Fotografía 51. Condiciones actuales del sector donde está ubicado puerto Ciruelar.....	263
Fotografía 52. Condiciones actuales puerto Guayabal.....	264
Fotografía 53. Condiciones actuales puerto Las Cuatro.....	265
Fotografía 54. A) foto en campo Mancha de buchón sector La Floresta. B) Foto en campo mancha de buchón de agua sector desembocadura río Peque .....	267
Fotografía 55. Ferri La Tranquilidad, medio de transporte utilizado durante la contingencia .....	269
Fotografía 56. Vía que sobre la cuesta del muro de presa. ....	270
Fotografía 57. Condiciones del camino de arrieros hacia Sabanalarga.....	280
Fotografía 58. Condiciones actuales Puerto Totumo.....	287
Fotografía 59. Condiciones actuales puerto Guayabal.....	290
Fotografía 60. Condiciones actuales puerto Las Cuatro.....	293
Fotografía 61. Perspectiva visual Norte-Sur del cañón del río Cauca en el área de influencia del PHI. Municipio de Sabanalarga .....	376
Fotografía 62. Coberturas con vegetación en estado de desarrollo avanzado asociada a la categoría Áreas de protección y conservación (Izq.). Cobertura dominante de herbazales en laderas pronunciadas asociada a la categoría Prioritario para restauración (Der.)....	405
Fotografía 63. Pendientes moderadas (0-20°) a la altura de la quebrada Las Cuatro (Izq.). Altas pendientes (35 – 90°) en la zona sur del área del POE, municipio de Peque (Der.) .....	410
Fotografía 64. Condición de sitio contrastante para el establecer acciones de restauración .....	413
Fotografía 65. Movimiento en masa ocurrido en el embalse Tres Gargantas, China.....	434
Fotografía 66. Desprendimiento en la orilla del embalse Topocoró, en zona de valle encañonado del río Sogamoso. Proyecto Hidrosogamoso.....	439
Fotografía 67. Escarpes en movimiento en masa ubicado en margen derecha del embalse Topocoró. Valle encañonado del río Sogamoso en el embalse Topocoró, Proyecto Hidrosogamoso.....	439
Fotografía 68. Erosión concentrada en talud desprovisto de vegetación, embalse Topocoró. Valle encañonado del río Sogamoso en el embalse Topocoró, Proyecto Hidrosogamoso .....	440
Fotografía 69. Terraza aluvial margen izquierda embalse, municipio de Peque.....	446

Fotografía 70. Flujo de derrubios en margen izquierda del embalse, en jurisdicción de Peque	448
.....	
Fotografía 71. Acumulación de material flotante, embalse el sumidero México.....	481
Fotografía 72. Acumulación de material flotante, embalse Hidrosogamoso, Santander. Capturada en junio 2016.....	481

## INTRODUCCIÓN

La futura entrada en operación del Proyecto Hidroeléctrico Ituango -PHI- reclama, para su apropiado desempeño, la puesta en marcha de un conjunto de instrumentos de planificación y ordenamiento territorial que señalen la conveniente disposición espacial de usos y actividades en aquellas zonas aledañas al embalse y con influencia directa del proyecto, en concordancia con la generación de energía como propósito central del embalse. Atendiendo a tales requerimientos surge el Plan de Ordenamiento del Embalse -POE-.

Dicho documento se elaboró entre 2015 y 2017 por la Universidad Nacional de Colombia para EPM, empleando como base la metodología de capacidad de acogida para los usos que no se consideran incompatibles con el uso principal del área de influencia del embalse que es la protección y restauración de las coberturas para que dicho cuerpo de agua sea empleado para la producción de energía hidroeléctrica, el mayor tiempo posible. No obstante, la contingencia presentada en el año 2018 en el proyecto hidroeléctrico Ituango llevó a tomar la decisión de inundar el área prevista para el embalse de manera anticipada y acelerada, con lo cual pudieron ocurrir cambios imprevistos en las condiciones físicas del territorio y físico-químicas en el agua. Por tanto, se decidió hacer una revisión, ajuste y actualización del Plan de Ordenamiento del Embalse y de los lineamientos de ordenamiento territorial que de él se derivaron, a la luz de la situación actual, que es el objeto de esta solicitud de servicio.

El POE busca recoger y localizar de manera ordenada los usos posibles en inmediaciones del proyecto, pero también limitar la exposición a las amenazas preexistentes y a aquellas que se generan como consecuencia de la inundación de la zona embalsada. Para ello, la Universidad Nacional de Colombia realizó la evaluación de un conjunto de usos potenciales y complementarios compatibles con el uso principal del territorio, cual es la producción de energía, mediante la implementación de un modelo de capacidad de (Gómez Orea y Gómez Villarino, 2013; Muñoz-Pedrerros, 2004; Orellana Macías, 2011; Ríos, 2014).

En el POE se tuvieron en cuenta las expectativas y demandas locales que surgen a raíz de la implementación del PHI, en materia de restitución de la vida social y de la base económica de los pobladores; se consideraron, entre otras actividades, la valoración de nuevos usos asociados como la navegación, la pesca y el turismo, los cuales, en sus diversas modalidades, pudieran servir como un complemento económico para la región.

Así mismo, este ejercicio busca impedir que algunas de las expectativas se traduzcan en maneras desordenadas e inconsultas de apropiación de los territorios, considerando que el interés adicional a la generación de energía es proteger y conservar el entorno natural.

Como ejercicio inédito, es prudente mencionar que ninguna de las entidades que participan en la construcción del PHI tienen competencia en la formulación y adopción de un plan de ordenamiento de un embalse -POE-. En ese sentido, este documento ratifica la necesidad y conveniencia de articular y estructurar la discusión en torno al ordenamiento territorial como instrumento fundamental en la orientación del desarrollo y carta de navegación de la región, por ello se esfuerza en componer un marco legal de entendimiento que reconozca tanto escalas de actuación como procedimientos.

Para cumplir con la intensidad señalada, la revisión y ajuste del POE examina sus tres componentes, a saber:

- El **marco estratégico** que da cuenta del ámbito de planificación, alcance, principios, objetivos, modelo de ordenamiento y estrategias territoriales;
- La **zonificación de usos** resultante de la aplicación del modelo de capacidad de acogida; y
- Las facultades normativas para la adopción del POE.

Finalmente, es necesario recordar que una de las recomendaciones del POE (UNAl y EPM, 2017) fue declarar un periodo de estabilización de cuatro años una vez terminado el llenado del embalse, al cabo del cual se evaluarían de nuevo el conjunto de actividades en virtud del comportamiento de las laderas, la hidrodinámica del embalse y la calidad de sus aguas. Justo es esto lo que la revisión y ajuste de POE se propone.

## 1. MARCO ESTRATÉGICO DEL POE

### 1.1. ÁMBITO DE PLANIFICACIÓN

El Plan de Ordenamiento del Embalse abarca territorios de nueve municipios que tienen tierras en cercanías al espejo de agua, que hacen parte de las subregiones Norte y Occidente antioqueño: Briceño, Buriticá, Ituango, Liborina, Olaya, Peque, Sabanalarga, Santa fe de Antioquia y Toledo.

El área incorporada a la zonificación o área de estudio se divide básicamente en el cuerpo de agua, es decir, el embalse que ocupa un total de 3.812 ha, y el área de influencia del embalse, en un total de 30.307 ha (Tabla 1). Es importante destacar que la delimitación del área de influencia se hizo con base en un criterio geomorfológico o de unidad geomorfológica; es decir, se parte de la idea de que, si la unidad aledaña al cuerpo de agua es homogénea, entonces tendrá las mismas prestaciones naturales en toda su extensión. Con este criterio se supera la contradicción aparente entre la franja de preservación estricta de 100 metros contigua a la cota máxima de inundación, definida por la Licencia Ambiental y la programación de actividades en el área aledaña al cuerpo de agua o área de influencia del embalse.

**Tabla 1. Extensión territorial del POE por municipio y veredas**

Municipio	Veredas en el Área de influencia directa del POE	Área de la vereda dentro de unidad de análisis (ha)*	Área inundada (por debajo de la cota 420 msnm)	Área del municipio dentro del POE (ha)*	Proporción del municipio dentro del POE (%) *
Briceño	Orejón	116,4	36,4	704,4	1,9
	La Calera	336,9	93,8		
	Alto El Chirí	251,0	113,9		
Buriticá	Buena Vista	760,2	31,7	4579,4	13,0
	La Fragua	1467,5	143,3		
	Carauquia	1094,8	139,3		
	Mogotes	436,5	20,6		
	La Angelina	820,4	51,4		
Ituango	Los Galgos	768,0	441,6	1854,3	0,7
	Cortaderal	295,9	120,0		
	La Honda	790,4	206,4		
Liborina	Llano Grande	437,7	29,3	2488,7	11,3
	La Sucia	2051,0	180,4		
Olaya	El Pencial	12,6	0,0	12,6	0,14
Peque	Renegado-Valle	1083,3	186,8	4443,4	10,2
	Nueva Llanada	628,5	33,2		
	La Bastilla	1404,5	214,5		
	Barbacoas	1327,1	232,8		
Sabalarga	La Aurora	5,3	7,5	4939,2	18,8
	Orobajo	1010,7	416,8		
	San Cristóbal Pená	706,1	158,2		
	Membrillal	1403,3	243,4		



	Remartín	1145,6	187,9		
	El Junco	668,2	91,8		
Santa Fe de Antioquia	Cativo	300,8	20,2	462,8	0,9
	El Tunal	161,9	2,8		
Toledo	Brugo	741,2	181,2	1815,2	13,5
	La Cascarela	1073,9	224,8		

\* Área excluyendo el área inundada (cota 420 msnm).

Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020), contrato CW-78542.

Dentro del POE también se incluyen lineamientos de ordenamiento territorial para San Andrés de Cuerquia y Valdivia, que tienen en sus territorios vías de acceso y servidumbres para la infraestructura de las líneas conductoras de energía. Cabe aclarar que por no estar dentro del área de influencia directa del embalse no se consideran en el ejercicio de capacidad de acogida. Los lineamientos dados responden a un diagnóstico puntual de la situación del territorio, de las tensiones identificadas y se limitan a unas sugerencias en materia de ordenamiento y planificación del mismo.

## 1.2. ALCANCE

### 1.2.1. Alcance espacial

Teniendo en cuenta el ámbito de actuación del POE (2017), el alcance del Plan de Ordenamiento del Embalse tiene un carácter regional con competencias en materia de ordenamiento territorial enmarcadas en diferentes niveles, a saber:

- *A nivel departamental:* En tanto el proyecto se realiza en una porción específica de la jurisdicción departamental, es tenido como un hecho territorial de carácter regional.
- *A nivel municipal:* Es de alcance territorial municipal ya que cada municipio está obligado a ordenar los territorios bajo su jurisdicción por la Ley 388 (Congreso de la República de Colombia, 1997); y la nueva condición espacial generada por el llenado de un embalse que ocupa parcialmente su territorio, exige al municipio a reconocer esa situación e incorporarla en su ordenamiento territorial.

### 1.2.2. Horizonte temporal

El modelo de ocupación del POE y los usos propuestos constituyen una apuesta de desarrollo territorial con un horizonte de largo plazo, formulados con base en la implementación del modelo de capacidad de acogida.

Inicialmente se había propuesto un horizonte temporal a 2030, pero teniendo en cuenta que se busca articular el POE con los Planes de Ordenamiento Territorial de los municipios y con el Plan de Ordenamiento Territorial Departamental de Antioquia, de modo que coincidan en la

definición de los usos del suelo en el área del POE y en los determinantes ambientales y de infraestructura que se constituyen en lineamientos de largo plazo para los Planes de las distintas Entidades Territoriales, el horizonte del plan se establece de 12 años a partir de su adopción.

### **1.3. VISION DEL POE**

Con la ejecución de este plan se busca promover:

- Un territorio líder en esta porción del río Cauca en Antioquia, articulado con la región a la que sirve como un centro de actividades turísticas y ambientales de alcance departamental y nacional.
- Una región ambientalmente sostenible, mediante el establecimiento de reglas claras, posibles y transparentes para el aprovechamiento respetuoso y eficiente de sus recursos naturales.
- Una región equitativa en lo social y equilibrada desde el punto de vista espacial.
- Una región cuyas municipalidades sean capaces de atender su desarrollo territorial y crecimiento a través de estrategias y políticas de planificación que aseguren la sostenibilidad de los recursos (económicos y de infraestructura) necesarios para tal fin.
- Una institucionalidad que entienda la necesidad de limitar procesos urbanos en zonas de alto riesgo y garantizar la conservación y protección de las áreas identificadas para ello.
- Un escenario en el que se garantice la participación ciudadana en el ordenamiento territorial local y regional.

### **1.4. OBJETIVOS**

El Plan de Ordenamiento del Embalse -POE- tiene los siguientes propósitos:

- Proponer una perspectiva de desarrollo sobre la porción del territorio departamental que le compete, a partir de la ordenación de los usos y actividades posibles.
- Reconocer las particularidades ambientales y del ecosistema de este territorio y, por tanto, su capacidad de soporte, su vulnerabilidad y su capacidad de acogida a los usos compatibles con la producción de energía hidroeléctrica.
- Identificar y localizar las zonas aptas para usos y actividades compatibles con la producción de energía hidroeléctrica en el área de estudio.
- Identificar y situar las zonas con restricciones para cualquier uso, actividad y localización de infraestructura permanente o temporal, por estar asociadas a amenazas naturales, o por tratarse de zonas destinadas a la protección o restauración de ecosistemas.

- Promover una armonización institucional y de instrumentos de ordenamiento territorial que coincidan sobre este territorio.
- Priorizar a las comunidades de la región como actores del territorio, como participantes y beneficiarios potenciales de los usos y actividades que se propongan allí, de manera que puedan mejorarse sus condiciones de vida o ampliar las posibilidades de su base económica.

### 1.5. PRINCIPIOS

En primera medida, este ejercicio ordenador se basa en los principios generales del ordenamiento territorial contenidos en la Ley 388 de 1997 a saber: función social y ecológica de la propiedad, prevalencia del interés general sobre el particular y distribución equitativa de las cargas y los beneficios.

A partir de los principios generales mencionados, el proceso de ordenamiento del Embalse está construido sobre la base de ocho principios rectores adicionales.

1. **Identidad:** Como el sello histórico, ambiental, geográfico y cultural que impone el sentido de pertenencia, arraigo y patria definiendo formas de relación con el entorno, con el otro ciudadano y con las instituciones.
2. **Justicia territorial:** Como el reconocimiento de los desequilibrios en el desarrollo económico, social y ambiental y la oportunidad a través de un nuevo contrato social de remediarlas.
3. **Equidad social:** Entendida como la igualdad de oportunidades de acceso a bienes y servicios para todos los pobladores y sectores del territorio, favoreciendo la inclusión de las comunidades rurales y disminuyendo las asimetrías sociales.
4. **Corresponsabilidad:** Dado que este Plan se construye bajo el supuesto de una visión y responsabilidad compartida y multidireccional, con participación de la ciudadanía e instituciones públicas y privadas en los ámbitos municipal y regional.
5. **Sostenibilidad ambiental:** Como el conjunto de relaciones prudentemente razonadas entre las formas de ocupación y el entorno natural.
6. **Competitividad territorial y económica:** habilidad del territorio para crear, adaptar e integrar un sistema productivo y social dinámico a nivel local que logre insertarse en el mercado regional, contando con soporte en su capital social, especificidad y potencial geográfico, reconociendo los distintos sectores económicos como parte del desarrollo presente y futuro.
7. **Participación:** La política de ordenamiento territorial promoverá la participación, concertación y cooperación para que los ciudadanos tomen parte activa en las decisiones que inciden en la orientación y organización territorial.

8. **Protección a moradores:** protección de los habitantes de sectores en procesos de transformación, teniendo en todo caso como norte la prevalencia del interés general y promoviendo un ordenamiento democrático e incluyente para el bienestar de la población.
9. **Diversidad:** Como el reconocimiento de los contrastes geográficos, ambientales, económicos, sociales y culturales del municipio, fundamento de la unidad e identidad local, la convivencia pacífica y el desarrollo.
10. **Resiliencia territorial:** En términos genéricos se entiende como la capacidad de los territorios para prepararse, resistir o adaptarse a cambios externos.

## 1.6. MODELO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL PARA EL EMBALSE

El modelo de ordenamiento territorial es la propuesta de organización espacial definido en el Plan de Ordenamiento del Embalse –POE-. Se fundamenta en los principios rectores y la visión del Plan, al tiempo que recoge las expectativas sociales analizadas como aceptables teniendo en cuenta las oportunidades de proyectar un conjunto de actividades, lo que implicó a su vez estudios orientados a conocer la aptitud del territorio para acoger las actividades propuestas, entre las que se destacan aquellas relacionadas con el turismo, el ocio y la recreación (Figura 1).

Figura 1. Estructura del marco estratégico



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020), contrato CW-78542.

Luego de aplicar diferentes técnicas de ordenación, además de otros procedimientos, cuya principal herramienta fue el “Modelo de Capacidad de Acogida”, se genera como principal producto la zonificación del territorio, que se verá en detalle en el siguiente capítulo del presente Plan.

En ese orden de ideas, es un escenario construido empíricamente a partir del análisis de las condiciones territoriales actuales, investigación de expertos y participación de actores institucionales (Ver documento sobre el Modelo de Capacidad de Acogida).

## 1.7. ESTRATEGIAS TERRITORIALES

Estas estrategias reúnen el grupo de acciones que, aplicadas sobre cada ámbito (embalse y área adyacente) favorecen la materialización del modelo de ordenamiento territorial recomendado. Se plantean seis líneas estratégicas territoriales para eventuales alianzas en torno al turismo, a la pesca, a la restauración y al resto de actividades en el embalse y su zona de influencia directa, en cumplimiento de los objetivos ya referidos. Las estrategias se sintetizan en la Figura 2 y se describen a continuación.

Figura 2. Estrategias territoriales



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020), contrato CW-78542.

### 1.7.1. Infraestructura principal y de soporte

Se orienta a generar y mejorar la infraestructura necesaria para desarrollar las actividades propuestas. Todo ello, al tenor de los requerimientos de la población local, independientemente de si llega o no el turismo a la zona del POE.

Esto implica, por ejemplo, la construcción de embarcaderos para la conectividad fluvial, la construcción, mejoramiento y adecuación de caminos, así como la infraestructura relacionada con zonas turísticas, hospedaje, miradores y sitios de observación.

### **1.7.2. Restauración ecológica y ambiental**

Esta línea busca apoyar los programas y proyectos de restauración ecológica y ambiental como la implementación de viveros comunitarios con especies del bosque seco tropical, la producción de material vegetal necesario en esta actividad, así como la vinculación y capacitación de las comunidades para la siembra, cuidado, mantenimiento y aprovechamiento sostenible de dichos ecosistemas.

### **1.7.3. Restauración y mejoramiento de las condiciones económicas y de conectividad**

Esta estrategia trata de contribuir en los procesos de restitución y mejoramiento de las condiciones económicas de la población afectada por el proyecto, al igual que de las condiciones de conectividad entre ellas y con el entorno.

Entre las actividades que se consideran en esta línea estratégica, se cuenta el fomento de la pesca deportiva, buenas prácticas para la pesca artesanal, capacitación en el manejo de equipo fluvial para la navegación comercial tanto local como regional, el adiestramiento de actores locales en la operación y mantenimiento del sistema de conectividad fluvial del embalse.

### **1.7.4. Turismo de naturaleza**

Una de las actividades que ha generado mayor expectativa en las comunidades vecinas al embalse tiene que ver con la promoción de actividades de turismo natural, para lo cual en el POE se contemplan rutas, circuitos, senderos, miradores y demás recursos turísticos que pueden aprovecharse en la zona, así como la formación para el turismo, la navegación y la pesca.

Cabe resaltar que esta actividad no tiene precedentes en la región, más allá del turismo de sol que ha llegado hasta la cola del embalse. Esta línea se orienta a turismo ecológico, de bajo impacto, de bajas densidades y muy básico, ya que no existe ni infraestructura ni personal capacitado en dichas actividades.

### **1.7.5. Articulación institucional**

Es fundamental gestionar y concretar enlaces con las instituciones vinculadas con la articulación del POE a los planes de gestión del riesgo y con los planes de ordenamiento territorial para garantizar los usos compatibles con el embalse y su zona de influencia directa.



### 1.7.6. Monitoreo y evaluación

Esta línea estratégica se enfoca en llevar a cabo actividades de monitoreo y evaluación para legitimar, analizar y –de ser necesario- tomar medidas correctivas frente a la implementación de los usos compatibles bajo las condiciones técnicas y ambientales requeridas.

Entre las actividades que demandan monitoreo periódico se encuentran el comportamiento biológico íctico y su actividad económica asociada, la dinámica pesquera. También se incluye el monitoreo de las laderas y estudios geotécnicos detallados en puntos críticos, relacionados con la estabilización de las zonas aledañas al embalse.

Otra necesidad de monitoreo identificado tiene que ver con el cumplimiento de las normas de orden público en la operación del embalse y la eficacia de los usos y actividades propuestos, a fin de considerar la intervención correctiva ante sucesos que contraríen tales indicaciones.

Para ello, y a fin de reforzar las condiciones monitoreo de orden público y seguridad en la zona, se evaluará, en compañía de las autoridades públicas competentes, la posibilidad de creación de una Inspección Fluvial para el embalse, así como la instauración de un Comando de Atención Inmediata -CAI- fluvial en el mismo, operado por la Policía Nacional, que aporte al control y vigilancia de las actividades desarrolladas en embalse, y como efectivamente se ha podido instaurar en otras experiencias pasadas de operaciones de embalses.

### 1.8. IMAGINARIOS REGIONALES

*“Los imaginarios sociales se refieren al conjunto de elementos culturales que remiten a una identidad colectiva y operan en el subconsciente de la población. (...) no hay imaginario sin cultura ni identidad colectiva. La capacidad de los imaginarios para influir en la sociedad pasa por crear relaciones de pertenencia, en un primer nivel, y por despertar deseos y desatar miedos en un segundo nivel más hondo. Por eso son tan eficaces.”*

(Rodríguez Carmona, Castro, y Sánchez, 2013).

En el marco del proyecto de “Actualización del Plan de Ordenamiento del Embalse y desarrollo de lineamientos de ordenamiento para los municipios aguas abajo del Proyecto Ituango”, se consideró necesario actualizar, además del componente técnico realizado en 2017, el contenido relacionado con los imaginarios regionales, teniendo en cuenta que estos no permanecen inmutables y, sobre todo, que las condiciones sociales y ambientales han variado significativamente desde que se formuló el estudio hasta la actualidad.

### 1.8.1. Aspectos generales

La construcción de grandes centrales hidroeléctricas genera transformaciones significativas en los territorios y en los imaginarios sociales que los individuos o comunidades construyen a lo largo del tiempo como producto de su interacción permanente con el entorno.

Por tanto, los cambios o transformaciones que se generan por la realización de un proyecto, además de impactar en los medios abiótico (aire, agua y suelo) y biótico (flora y fauna), inciden en gran medida en el comportamiento del medio social; de ahí que las percepciones y expectativas de los grupos sociales den lugar a la conformación de imaginarios colectivos que, en última instancia, determinan la forma como estos se relacionan e interactúan con el entorno.

Algunos de los imaginarios sociales y construcciones de la identidad de las comunidades derivan su existencia de los impactos positivos y negativos que genera un proyecto en el territorio. Unos impactos suelen ser más visibles que otros y darse de manera más acelerada (por ejemplo, el cambio en la vocación productiva de la tierra comparado con la alteración de los patrones culturales). En esta medida, es posible que algunos imaginarios sufran transformaciones en un periodo de tiempo menor, en tanto la conciencia colectiva frente a las realidades inmediatas advierte rápidamente los cambios que se presentan, lo cual sucede no sólo en relación con los escenarios naturales sino también frente a los usos posibles de estos escenarios, sobre todo cuando las economías familiares están ligadas a ellos.

Estas percepciones colectivas suelen ser tanto de naturaleza positiva como negativa. Por ejemplo, puede suceder que las represas o embalses, dependiendo de su finalidad, sean percibidas por algunas comunidades locales como una oportunidad de progreso y desarrollo para la región y sus habitantes; incluso, en algunos casos se atribuyen características de mayor belleza al paisaje con un embalse que a aquel que está sin intervenir. Pero también se da el caso de que las percepciones colectivas son negativas cuando el proyecto amenaza los modos de vida y la estabilidad social y económica de quienes habitan el territorio.

De otro lado, es preciso considerar que los imaginarios frente al embalse también suelen estar mediados por los usos que puedan desarrollarse en él, ya que estos determinan las posibilidades que tiene la población local para desarrollar actividades asociadas al embalse. En el caso del PHI los usos principales son la *generación de energía eléctrica* y la *protección y conservación del embalse y su área de influencia*, y el Plan de Ordenamiento del Embalse define como usos complementarios la navegación (se excluye la navegación de carga pesada), la pesca (se excluye la pesca en jaulones) y el turismo.

Como un hito fundamental en cuanto a la transformación de los imaginarios alrededor del Proyecto Hidroeléctrico Ituango puede mencionarse la contingencia que se presentó el 28 de abril del 2018: cuando el Proyecto se encontraba en el 87% de ejecución se taponó de manera imprevista el túnel auxiliar de desviación del río Cauca,<sup>1</sup> generando afectaciones en las poblaciones localizadas aguas abajo del sitio de presa (inundación, daño de infraestructuras,

---

<sup>1</sup> Contingencia Hidroituango 1. En: <https://www.epm.com.co/site/home/camino-al-barrio/historias-de-barrio/especial-contingencia-1>

etc.) y obligando al desalojo de algunas viviendas del corregimiento de Puerto Valdivia. A las comunidades de las localidades aguas abajo del sitio de presa empezó a preocuparles la posibilidad de eventuales afectaciones durante la construcción y futura operación del Proyecto; y una de estas preocupaciones a partir de la contingencia tenía que ver con la posibilidad de la rotura o fallas de la presa. Esta situación se expone apenas para explicar la importancia de los imaginarios en tanto que ellos se constituyen en el referente más importante para la comprensión y la reflexión en torno a fenómenos y eventos sociales. Así, se considera que los procesos mentales y los raciocinios lógicos son los que permiten a los grupos sociales construir el entramado simbólico de significaciones para dar forma a una estructura imaginaria.

Es necesario advertir que el ejercicio para la revisión y ajuste de los imaginarios regionales, en el marco del proceso de actualización del Plan de Ordenamiento del Embalse, está delimitado por una metodología que se concentra en reconocer los imaginarios sociales relacionados con las categorías de usos que se proponen para el embalse, por los hechos ocurridos en el territorio después del año 2017, y otras categorías de interés para el POE; de esta manera, la actualización de los imaginarios considera el proceso participativo desarrollado en la primera etapa de formulación del POE como un antecedente clave, pero se apoya además en la revisión de fuentes de información secundaria, teniendo en cuenta las condiciones de aislamiento social que se viven actualmente en el país en el momento de desarrollar la actualización del imaginario regional.

### **1.8.2. Síntesis de los referentes teóricos**

En un sentido general, el término imaginario hace referencia a un proceso de construcción socio-cultural de significados que no es inmutable y, por el contrario, se transforma como respuesta a las condiciones sociales de un determinado momento histórico.

Como referentes teóricos se tuvieron en cuenta diferentes autores como Cornelius Castoriadis, Cantó-Milá y Seebach, Escobar, Pintos y Silva. No obstante, el ejercicio considera especialmente los planteamientos del filósofo Armando Silva Téllez, en tanto expresa que el concepto de imaginarios sociales puede incorporarse a los análisis relacionados con el territorio, porque permite descubrir la realidad que se presenta en él desde la percepción de quien lo habita, configura y apropia.

Es así como bajo este enfoque se propone una interpretación del territorio y de todos los hechos que en él confluyen, a partir de los imaginarios de los actores que lo habitan. Los imaginarios sociales aplicados al territorio, en este caso al territorio de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Ituango, serían precisamente “aquellas representaciones colectivas que rigen los sistemas de identificación social y que hacen visible la invisibilidad social” (Silva, 2006, p. 29).

Finalmente, es posible afirmar que los imaginarios sociales planteados en los documentos resultantes del Contrato CT-2015-000678 (2017) pudieron haber sufrido alguna transformación, por cuanto la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Ituango generó nuevas dinámicas territoriales las cuales inciden en las perspectivas de desarrollo de los actores

regionales pero también potencializan la aparición de conflictos socio ambientales<sup>2</sup>, nuevos usos en el embalse y formas de relacionamiento con el río Cauca, así como la aparición de riesgos inherentes a la existencia del embalse.

### **1.8.3. Síntesis metodológica para la actualización de imaginarios regionales**

La identificación y lectura de imaginarios sociales no dispone de una metodología específica, por lo que se sirve de los métodos propios de las ciencias sociales y la investigación cualitativa, retomando también elementos de tipo cuantitativo. De esta manera, tal como lo afirma Armando Silva, identificar los imaginarios sociales no es una cuestión caprichosa, sino que obedece a reglas y formaciones discursivas y sociales muy profundas (Silva T., 2006).

Por lo anterior, el proceso de actualización de los imaginarios regionales propuso una metodología de carácter cualitativo-interpretativo a partir de la aplicación de dos técnicas fundamentales: *el análisis del discurso y el registro de imágenes fotográficas del contexto actual*. De lo anterior, se planteó la lectura de imágenes de la realidad<sup>3</sup>, captadas a través de fotografías tomadas en las salidas de campo realizadas por el equipo técnico y social del proyecto, en lugares estratégicos del embalse que dieron cuenta de variados aspectos y posibilitaron la actualización del imaginario regional.

Teniendo en cuenta la contingencia presentada por el COVID 19 en el territorio antioqueño, esta estrategia metodológica se apoyó en la búsqueda, registro y análisis de información secundaria, a través de la técnica de análisis del discurso.

Se utilizaron las fotografías de campo realizado entre mayo y junio de 2020 así como el diseño y diligenciamiento de una matriz para recopilación de información secundaria cuya periodización comprendió los años 2018, 2019 y 2020, como se observa en la Figura 3.

---

<sup>2</sup> Entre otras múltiples causas, estos conflictos pueden estar relacionados a la contraposición de intereses por el uso del suelo, la falta de participación de las comunidades en la toma de decisiones, y los impactos ambientales que se generan a raíz de los cambios en el uso del suelo.

<sup>3</sup> Aunque el texto suele ser considerado como el único vehículo del discurso lógico, para la actualización de los imaginarios regionales alrededor del PHI se considera que la imagen es un hecho social en sí misma, en tanto es un 'reflejo' verosímil, neutral y, en un sentido, objetivo de la realidad.

Figura 3. Fragmento instrumento de recopilación de fuentes secundarias

Fragmento	Autor	Zona	Municipios específicos mencionados	Uso al que alude								Actores que vincula	Acciones derivadas del imaginario (p. e. Denuncias públicas, movilización, acciones legales, desplazamiento, organización social, iniciativa económica...)	Fecha DD/MM/AAAA	Nombre del artículo, video, etc...	Fuente	Link	Observación/Análisis		
				Tur	Pes	Nav	Pro	Con	UA	CU	CE									
No más desplazamientos forzosos para los pescadores y barequeros de las playas del Río Cauca porque ya no se puede barequear ni pescar, solicitan proyectos productivos acorde a las culturas porque ya los cultivos no producen como antes, reforestación en las partes donde ha generado desastres y reparar las víctimas	Asociación de mujeres defensoras del agua y la vida AMARU	Norte, Occidente y Aguas abajo																Hacen alusión a la persecución que reciben barequeros y pescadores por acudir al río a hacer sus actividades, solicitan que puedan hacerse nuevamente		
"Han cambiado nuestra forma de vida. Nos han desplazado y ahora afectan nuestros modos de subsistencia. Ahora solo queda tratar de recuperarnos por nuestros propios medios, porque el daño parece irreversible. El Cauca es nuestra fuente de sustento, es una tradición de 300 años vivir del río. Es nuestra vida y nos lo están quitando". "Testimonio de Jorge Guitaio, líder social del municipio de Ituango y uno de los afectados por la contingencia de Hidroituango en 2018"	BBC (Boris Miranda)	Aguas abajo	N/A									1		Líderes sociales	Denuncia	08/02/2019	Hidroituango seca el río Cauca: cómo la controversial represa redujo en 80% el caudal del segundo río de Colombia	BBC Mundo	<a href="https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-47169139">https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-47169139</a>	Se presenta una denuncia explícita de desplazamiento y cambio en las actividades productivas de la población residente aguas abajo, como consecuencia de la contingencia que se presentó en el proyecto en 2018.
Antes se desplazaba de la vereda El Valle hasta Ituango para trabajar y le tomaba 45 minutos, ahora 2 horas, antes uno iba más ligero, no había que esperar horario, uno iba directo a la hora que fueron, ahora pasan cada dos horas y hasta determinada hora, después de las 5 no puede pasar uno por el ferri (despeste por EPM)	Alonso Jaramillo	Norte	Ituango				1							EPM, Transporte	Afectaciones a la movilidad	28/04/2019	Así cambió la vida de las comunidades un año después de la emergencia en Hidroituango	Caracol Noticias	<a href="https://www.youtu.be.com/watch?v=8wCZYCb0">https://www.youtu.be.com/watch?v=8wCZYCb0</a>	Afectaciones en la regularidad del transporte entre veredas luego del proyecto.
Antes comprábamos zanahorias por 700 y ahora a 2000 pesos, la papa, estaba a 1000 pesos el kilo y ahora esta a 2000 se ha incrementado la tasa alimentaria.	Caracol Radio	Norte	Ituango											EPM, Transporte	Afectaciones a la movilidad	28/04/2019	Así cambió la vida de las comunidades un año después de la emergencia en Hidroituango	Caracol Noticias	<a href="https://www.youtu.be.com/watch?v=8wCZYCb0">https://www.youtu.be.com/watch?v=8wCZYCb0</a>	Afectaciones en la regularidad del transporte entre veredas luego del proyecto.

Fuente: Universidad Nacional de Colombia y EPM (2020).

Para la aplicación de la metodología se definieron siete categorías de análisis asociadas al embalse y su área de influencia, la mayoría derivadas del primer ejercicio del POE 2017, y otras relacionadas con la realidad actual y los cambios dados en el territorio (Figura 4).

Figura 4. Categorías de análisis para los imaginarios



Fuente: Universidad Nacional de Colombia y EPM (2020).

#### **1.8.4. Imaginarios actualizados por categorías**

Los usos principales contemplados en el POE para el embalse son la *generación de energía* y la *protección y conservación del embalse y su área de influencia*. Como usos complementarios se contemplaron la navegación, la pesca y el turismo (dentro del cual se contemplan actividades por fuera del espejo de agua como senderismo, camping y cabalgatas).

Históricamente en el río Cauca se realizaban actividades de minería, pesca y navegación, por lo cual muchos de los pobladores locales derivaban sus ingresos de actividades asociadas al río antes de que fuera embalsado. En la actualidad algunos usos persisten, aunque con significativas transformaciones.

A continuación, se presenta la descripción de los imaginarios de acuerdo con cada categoría definida y los contenidos que permiten evidenciar la actualización de los mismos dadas las nuevas condiciones a raíz del llenado del embalse.

##### **1.8.4.1. Imaginarios turismo**

Los imaginarios turísticos representan tanto una manera de entrar en relación con el espacio como una parte específica de la visión del mundo que tienen los individuos o los grupos sociales, tanto en lo que concierne a los lugares distintos a su residencia principal como en lo referente a contextos cercanos en los que podrían desarrollarse ciertos tipos de actividades de turismo (Graburn, 2000).

A menudo estos imaginarios están profundamente arraigados en contextos donde las primeras e íntimas experiencias de las personas o los grupos están asociadas a actividades de turismo, pero también estos imaginarios pueden construirse a partir de experiencias o contextos inmediatos o recientes, que se transforman para permitir el desarrollo de estas actividades no solo a quienes las practican sino a quienes se sirven de ellas como formas de vida (por cuanto su economía depende de ellas).

Si bien los imaginarios turísticos contribuyen a consolidar tipologías de prácticas y orientan su desarrollo en los espacios identificados para ello, es necesario tener en cuenta que, en el caso del Proyecto Hidroeléctrico Ituango, estos usos turísticos están supeditados a aquello que se defina dentro del Plan de Ordenamiento del Embalse en cuanto a las actividades permitidas.

Esta categoría de análisis resulta especialmente importante para el PHI ya que desde la concepción del proyecto hasta su construcción (etapa actual) y posterior puesta en operación, tanto las comunidades locales como foráneas tienen grandes expectativas alrededor de cuáles actividades turísticas podrán desarrollarse dentro del embalse. En el ámbito local, el turismo está asociado al desarrollo de las regiones; si bien el Occidente de Antioquia es por excelencia una región con alto potencial turístico (especialmente en los municipios de Santafé de Antioquia, San Jerónimo y Sopetrán), no sucede lo mismo con los municipios del Norte.

A pesar de las disparidades en esta materia en ambas regiones, en el imaginario colectivo se instaló la idea de que el turismo, tanto para el Occidente como para el Norte, puede contribuir



en la dinámica económica municipal, permitiendo que los municipios ganen competitividad y mejoren su nivel de ingresos. Ello por cuanto el turismo es una actividad que promueve la creación de cadenas productivas, empleo, genera ingresos, permite mayores inversiones en la conservación de espacios naturales, evita la emigración de la población local y fomenta la comercialización de los productos locales que es lo que se proyectaría para los municipios del área de influencia del embalse.

Por ejemplo, los municipios de Occidente como Santa Fe de Antioquia, Olaya y Liborina podrían recibir un mayor impacto del turismo, por la vocación turística de la zona y la infraestructura que se ha construido para desarrollar la actividad, aunque en estos municipios existe incertidumbre por los sedimentos y material que arrastre el río hacia su territorio. En cambio, para los municipios del norte del departamento, como Ituango, Toledo, Briceño o San Andrés de Cuerquia, sería necesario primero invertir en infraestructura y seguridad, que permita el desarrollo de esta actividad económica.

**Fotografía 1. Área de alta capacidad para la implementación de zona turística. Terraza antiguo corregimiento de Barbacoas (Municipio de Peque).**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia y EPM (2020).

El POE (2017) planteó un escenario frente a los imaginarios de turismo que hoy sigue vigente: se identificó un interés por el turismo ecológico y rural, donde se puedan apreciar las calidades escénicas del paisaje que se podrían potenciar por el embalse, pero con especial énfasis en la conservación del territorio. En tal sentido, resultan compatibles actividades como el camping, el senderismo y las cabalgatas.

Es común en todos los municipios la expectativa por la navegabilidad tanto para la expansión y diversificación de las actividades turísticas, como para la movilidad de pasajeros y carga liviana.

En la actualidad tanto las comunidades como los demás actores del territorio saben que el turismo es altamente influenciado o determinado por las condiciones sociales, ambientales y de seguridad. No obstante, ello no ha sido impedimento para que se estén desarrollando actividades turísticas, principalmente visitas al muro de presa.

## Fotografía 2. Muro de presa. Destino turístico actual y futuro en el territorio del PHI



Fuente: Universidad Nacional de Colombia y EPM (2020).

De otro lado, es preciso afirmar que existe algún nivel de incertidumbre en los municipios del área de influencia del embalse en relación con las actividades que podrán desarrollarse en el embalse, hasta que estos usos turísticos no se establezcan definitivamente y se socialicen con los actores del territorio. Adicionalmente, es necesario tener en consideración el hecho de que el turismo tiene un alto grado de sensibilidad no solo respecto de las condiciones ambientales sino también frente a la situación de orden público y seguridad en la zona.

### 1.8.4.2. *Imaginario pesca*

Estos imaginarios están ligados con los imaginarios del “río”, entendiéndolo como algo/alguien que da vida en un sentido biológico, y de subsistencia, es decir de dar sustento diario. Previo a la situación de emergencia en el embalse primaba esta idea y el río era llamado “Patrón mono”, con lo cual lo reconocían como gran empleador del territorio y también hacían alusión a su color caramelo.

Luego de el taponamiento del túnel que desviaba el Cauca en 2018 y los demás sucesos que llevaron a avalanchas y a la disminución del 80% del caudal del río, los imaginarios sociales representaban sentimientos de nostalgia por haber perdido lo que antes proporcionaba esta fuente hídrica, reafirmando el sentimiento por hechos como el desplazamiento forzoso ocasionado por la fuerza pública para la inundación de sectores o construcción del embalse, la llegada del buchón de agua, la omisión del censo a algunas playas y el cierre de vías estratégicas para realizar actividades como la pesca.

**Fotografía 3. Pescadores del Cauca en el sector Sardinias, provenientes del Valle de Toledo**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia y EPM (2020).

En las afectaciones a la pesca están la disminución de peces y de ingresos de los pescadores, tal como se registra en el siguiente testimonio: *“allá nos hacíamos 600, 800 y ahora no se hace nada, da brega coger los pescados”*<sup>4</sup>. Pero también se dio el desarraigo cultural de las comunidades indígenas y las economías de tradición, puesto que las actividades de pesca y barequeo datan de tiempo atrás en el territorio y eran enseñadas de generación en generación: *“Mi hijo ha sido pescador desde los 12 años y yo barequera artesanal”*<sup>5</sup>. Este modelo económico derivado de la pesca, estaba ligado con el barequeo, porque cuando el caudal del río estaba muy alto recurrían a la pesca, mientras que estando bajo recurrían al barequeo. También denuncian la llegada de malos olores por el buchón de agua.

**Fotografía 4. Izq. Pesca con atarraya desde la orilla del río Cauca en Liborina, vereda La Argelina. Der, Pesca con trasmallo y en profundidad en el embalse, cerca al sector Naranjal**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia y EPM (2020).

<sup>4</sup> Entrevista realizada el día 7 de febrero de 2019 al señor Hernán Darío Upegui, Pescador en El Tiempo.

<sup>5</sup> Entrevista realizada el día 8 de mayo de 2018 señora, Estela Posada, Barequera en El Tiempo.

Entre las múltiples transformaciones de algunas actividades se encuentra el cambio en las artes de pesca dentro del embalse: anteriormente era común el uso de atarraya en el río, pero en la actualidad se utiliza el trasmallo, instrumento útil para pescar en cuerpos de agua sin corriente, y en menor medida, la pesca con anzuelo. La existencia del embalse ha cambiado la percepción de las comunidades con respecto a las posibilidades de uso para la pesca. Antes del llenado del embalse había comunidades dedicadas al tejido de atarrayas y la manufactura de bateas y pilones para minería, pero en la actualidad estas actividades no persisten en tanto que la demanda de estos objetos es mínima. Ramón Flórez, pescador del Cauca expresa que “luego del muro de presa ha disminuido la cantidad de peces, afectando los ingresos económicos.”<sup>6</sup>

Ante la imposibilidad de tener las prácticas de subsistencia de antes, situación develada por habitantes de la zona *“si yo quiero tomar agua, bajo y tomo; que, si quiero comida, bajo y pesco; que, si quiero oro, bajo y barequeo”*, una cantidad importante de pescadores han migrado a otros municipios en búsqueda de trabajo en otras actividades, por lo que hay un desajuste en las redes de apoyo, encuentro e intercambio económico que se daban en el río. *“si no tengo amigos, no tengo vecinos, quedé solo... antes teníamos el trueque que era cambiar yuca por pescado, eso en este momento ya no lo hay”*<sup>8</sup>.

#### Fotografía 5. Pescador del Cauca, proveniente de la vereda La Honda, Ituango



Fuente: Universidad Nacional de Colombia y EPM (2020).

Vinculan las afectaciones con la vulneración a derechos como el mínimo vital, la seguridad alimentaria y la salud. En cuanto al imaginario del río, ahora al “mono” lo llaman “zarco” por la mancha verde de ocho kilómetros del buchón de agua, ya no con su color caramelo, sino

<sup>6</sup> Entrevista al señor Ramón Flórez, pescador. 20-06-2020. Equipo social POE, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

<sup>7</sup> Entrevista realizada el 2 de septiembre de 2020 al señor Jaime González, lanchero en Revista Semana.

<sup>8</sup> Entrevista realizada en 2019 al señor Mauricio Madrigal de ASOMIAVAL por la página Memoria Visible.



verdoso. Como soluciones contemplan: “que vuelvan a largar el agua del embalse”, proyectos productivos, o que se cumplan las expectativas de empleo que había generado EPM.

**Fotografía 6. Pesca con trasmallo en el embalse, pescadores provenientes del Valle de Toledo**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia y EPM (2020).

No obstante, pescar sigue siendo un imaginario instalado en los pobladores que, a pesar de la disminución de los peces por diversas razones, pervive esta práctica con la ilusión de retomar la abundancia que otrora les brindaba el río y continuar con la transmisión cultural y económica de sus antepasados. Incluso con el río embalsado se han implementado diversos métodos para pescar en aguas no corrientosas como el uso del trasmallo o manta.

**1.8.4.3. Imaginarios navegabilidad**

Hablar de navegabilidad implica contar con las condiciones apropiadas o adecuadas de cualquier cuerpo de agua para navegar algún tipo de embarcación, esto es, que permita el traslado desde un punto hasta otro por medio del agua. Si bien estos aspectos han sido considerados por los pobladores del área de influencia del proyecto, desde su conocimiento empírico del río, tradicionalmente el imaginario de navegabilidad para la fecha de la realización del POE, esta categoría se expresaba con grandes expectativas entre los habitantes del territorio para el transporte de pasajeros y de mercancías unido a la posibilidad de conectividad entre los poblados a partir del río que permitiría articular a toda la región.

### Fotografía 7. Navegación en el embalse



Fuente: Universidad Nacional de Colombia y EPM (2020).

Lo anterior se resume más que en un imaginario de navegación, en la posibilidad de restituir a través del embalse la conectividad entre los territorios y sus habitantes para restablecer las relaciones familiares, vecinales y de comercio que permite dinamizar la vida de los habitantes de la zona de influencia del proyecto.

Lo anterior se explica ya que el río no ofrecía la posibilidad de que sus aguas fueran navegadas en todo su recorrido, esto era posible solo en algunos tramos y algunas de las poblaciones no consideraban el río desde la posibilidad de recorrer largas distancias en él, sin embargo, el relacionamiento se daba a partir de actividades complementarias propias de las comunidades ribereñas, como se expresa:

*Antes y después de comer el pescado de todos los días, a las hamacas. ¿Qué se dice? No me ha devuelto la mula. Juguemos un partidito (de microfútbol, con alguna vereda vecina probablemente). Más o menos cada ocho días, baile. Con cerveza y chicha y vallenato, reguetón, salsas, rancheras. Pero los verbos rectores de la vida entonces eran, sobre todo, estos tres: pescar, barequear y descansar<sup>9</sup>.*

---

<sup>9</sup> Ardila a., Laura. (2019). Colombia: El territorio indígena que ahogó la poderosa Hidroituango. Especial Tierra de Resistentes. Abril 23 de 2019. Disponible en: <https://es.mongabay.com/2019/04/colombia-el-territorio-indigena-que-ahogo-la-poderosa-hidroituango/>



**Fotografía 8. Navegación actual en el río Cauca, Vereda Angelina (Buriticá)**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia y EPM (2020).

También se observa como en la actualidad se realiza la práctica de los llamados “embarcados”, que son personas oriundas de los municipios del área de influencia del PHI, que ingresan con un neumático al río para dejarse llevar por la corriente hasta llegar algún paraje cercano al municipio donde desean trasladarse. Esta actividad refleja la necesidad de alternativas de conectividad entre los territorios y/o la alternativa de generar una ruta de navegación longitudinal que permita el traslado entre municipios de las personas, pero de manera segura, y bajo la garantía que da una embarcación perteneciente a una naviera que preserve la vida de las personas y que en un caso adverso responda por daños o pérdidas ocasionadas durante los trayectos navegables del río.

**Fotografía 9. Un “embarcado” recorre un tramo del río flotando en un neumático, Vereda La Angelina (Buriticá)**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia y EPM (2020).

En suma otras actividades conexas al río han proporcionado el sustento diario y han tejido las relaciones sociales entre sus pobladores, de ahí que la categoría de navegabilidad se podría ver expresada en el imaginario a partir de las actividades propuestas para las zonas adyacentes al embalse como es la navegación recreativa asociada a propuestas de ecoturismo en las zonas demarcadas para una de las categorías de uso definidas en las

porciones terrestres como lo es el camping, en las cuales las aguas brindarán la posibilidad de navegar en bicicletas acuáticas, pequeños veleros y algunos kayak.

Así mismo, pensar en la navegación por el embalse se acuñaría como ya se indicó a la necesidad imperante de la conectividad de las personas, que precisamente no implica navegación libre ante la dificultad de controlar por parte de una capitanía de puerto las velocidades de las embarcaciones utilizadas –como es el caso de Guatapé - sino a través de una navegación direccionada desde un operador o naviera que a su vez podría dar garantías a los usuarios que cruzan el embalse para conectarse con otros territorios, asegurando o velando por sus vidas, sus cargas y sus pertenencias en general en caso de cualquier accidente o inconveniente en los cruces autorizados, ya sea para navegación local, regional o turística.

#### **Fotografía 10. Ferris Wirohenson y Buenavista, Puerto Bocas de Niquia**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia y EPM (2020).

Por tanto, la navegación comercial de personas y carga liviana es la encaminada a restituir la conectividad a las poblaciones que se vieron afectadas en este aspecto con la construcción del proyecto, y que en su imaginario siempre estaba la posibilidad de concebir el río como elemento vinculante entre los territorios.

#### **1.8.4.4. Imaginarios protección ecológica y ambiental**

El imaginario que se identifica en cuanto a la categoría de uso de Protección que debe ser considerada en el Plan de Ordenamiento territorial, se relaciona en principio, con una visible inconformidad de los actores sociales por los impactos ambientales ocasionados al ecosistema y al río Cauca en particular, pues la construcción de centrales hidroeléctricas sin duda, genera impactos irreversibles en los recursos naturales, debido a la intervención de extensas áreas, el desplazamiento de especies de flora y fauna y el uso intensivo del recurso hídrico.

*La obra implicará la pérdida de casi 4,000 hectáreas de bosque tropical seco y húmedo. De acuerdo al EIA del proyecto, su construcción, entre otras cosas, contaminará y dañará la calidad de las aguas, modificará el paisaje, cambiará cobertura vegetal, fragmentará y*

*destruirá hábitats, aumentará la presión por recursos naturales y afectará la migración de peces. (Ortúzar, Puentes, Muriel, y Marcela, 2018).*

Este imaginario se hizo más evidente, una vez se dio inicio a las obras del proyecto y se reforzó con los efectos de la contingencia ocurrida en el proyecto Hidroituango en el año 2018, marcando la memoria de los actores que tradicionalmente han habitado el territorio, con la transformación del paisaje y de los elementos que hacen parte del ecosistema que por años habían reconocido, y con ello, sus medios y modos de vida.

De otro lado, una vez el llenado de la presa se hizo realidad y las aguas del río Cauca fueron embalsadas efectos reales como el buchón de agua hacen su aparición, con todas sus repercusiones en el sistema acuático, situación que es evidente ante la mirada de las comunidades, generando una resistencia a aceptar y reconocer las acciones de compensación y gestión ambiental que ha realizado y realizará el proyecto, pues modificar un imaginario que fue instituido por las comunidades que habitan el territorio, a partir de un hecho concreto, es muy complejo y toma tiempo, además requiere de acciones precisas que permitan la vinculación amplia y activa de la misma población, en el proceso de planeación, ejecución y evaluación.

#### **Fotografía 11. Buchón de agua en el embalse**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia y EPM (2020).

De esta manera los actores sociales que habitan en el territorio y aquellos que no habitan, pero están interesados en la defensa y conservación del ecosistema que rodea al río Cauca, esperan que se realice un adecuado y ambicioso plan de restauración, compensación y protección del ecosistema. Acompañado de una declaratoria de un área natural protegida para que la zona del embalse sea un área donde se posibilite conservar la biodiversidad natural y cultural de la región, así como los bienes y servicios ambientales, promoviendo a la vez, el uso de actividades económicas responsables y compatibles con el ambiente, de esta manera

posibilitar el desarrollo sostenible de comunidades locales, especialmente aquellas que dependían del río para su supervivencia.

#### **1.8.4.3. Imaginarios conectividad**

Si bien la conectividad no es una categoría de uso en el embalse, tal como se mencionó anteriormente, si representa para el proceso de planificación un elemento clave a considerar, en la medida en que se relaciona con un interés de las comunidades, asociado al uso de la navegabilidad en el embalse.

Por lo tanto, en este proceso de actualización del POE, se limita el análisis de este imaginario a las representaciones mentales de la población asociadas al transporte fluvial en el embalse. En este sentido el imaginario que se identifica en las diferentes fuentes de información consultadas, da cuenta de la relación con un hecho representativo para las comunidades que habitan el área de influencia del embalse, y que ha sido reiterativo en todos los discursos analizados; la emergencia ocurrida en el mes de mayo del año 2018, que afectó notablemente la movilidad de la población en la zona y aunque la construcción del proyecto ya planteaba cambios en la conectividad, este hecho inesperado marco la vida de la población.

Limitar la movilidad de los habitantes y las dinámicas económicas de la región a un horario establecido, a unas condiciones particulares determinadas por la empresa encargada de la operación de los ferris, generó afectaciones en la población, a sus actividades económicas y cotidianas, alterando su tranquilidad y sus rutinas diarias. Tal como se registra en el siguiente testimonio. “Anteriormente uno iba más ligero, no había que esperar horarios, sino que uno iba directo a la hora que fuera, en este momento están pasando primero cada dos horas y ahora lo pusieron cada hora, y hasta determinada hora, porque después de las cinco ya no puede pasar uno por el ferri.”<sup>10</sup> (Caracol Noticias, 2019).

En este momento, estas afectaciones generaron en la población incertidumbre y una amenaza a la estabilidad económica de la región, creando imaginarios relacionados con la limitación a la libre movilidad, a la conectividad entre los pueblos y la pérdida de un derecho que antes se consideraba como público.

---

<sup>10</sup> Testimonio de Alonso Jaramillo, habitante de la vereda El Valle citado en Noticias Caracol, emisión del 28 de abril de 2019. Título de la noticia: “Así cambió la vida de las comunidades un año después de la emergencia en Hidroituango”. Recurso digital disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=9xvCZYCloX0>



**Fotografía 12. Puente La Angelina (municipios de Liborina y Buriticá)**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia y EPM (2020).

En ese mismo sentido y dos años después de la contingencia las comunidades siguen manifestando la pérdida del derecho colectivo que tenían sobre el río, pues la construcción del embalse sin duda restringe el uso que se tenía sobre él y por tanto dificulta la conectividad que se posibilitaba a través de la navegación, necesaria para el desarrollo de las actividades económicas y el intercambio social e intermunicipal de la población. “Hay que recordar que cuando se habilitó la vía principal de acceso directo a Ituango, por la cresta de la presa del proyecto Hidroituango, dejaron de utilizarse los ferris La Tranquilidad y La Esperanza, eso generó que EPM cerrará la vía de acceso al puerto por seguridad, sin embargo, la comunidad de la zona reclama paso al río”. (Caracol Radio, 2020).

Reconocer los imaginarios relacionados con la transformación y desaparición de las rutas de conectividad entre los municipios del área de influencia directa del embalse, implica reconocer no solo la necesidad de instalación de nueva infraestructura, sino también el establecimiento de redes de vecindad, que posibiliten el desarrollo económico, incrementando la oferta de los productos locales, el intercambio de productos, la conexión del territorio especialmente con la región y el país y con ello el desarrollo y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población.

### Fotografía 13. Conectividad vs. Navegabilidad a través del Embalse para personas y carga liviana



Fuente: Universidad Nacional de Colombia y EPM (2020).

De esta manera los pobladores esperan la recuperación de puntos de conectividad que fueron inundados por la represa, para preservar la conectividad de los pueblos y la instalación de nueva infraestructura que, de soporte a las dinámicas económicas y sociales de la región, acordes con sus necesidades, realidades y dinámicas sociales, culturales y productivas.

#### 1.8.4.4. *Imaginarios conflictos de uso*

Los imaginarios relacionados con conflictos de uso en el embalse cobran importancia porque si bien no se refieren a un uso en particular, dan cuenta de la percepción de la realidad que tienen las comunidades de manera integral, relacionando el principio de uso público que se tenía con el río Cauca y la transformación de esa relación, con la llegada de la hidroeléctrica al territorio.

Por lo anterior, estos imaginarios, hacen alusión principalmente a los usos relacionados con las actividades socioeconómicas que se vieron afectadas por el llenado de la presa. Refiriéndose al río como su fuente de sustento a través de la pesca y barequeo, lo cual lo refuerzan con la tradición cultural de dedicarse a estas actividades históricamente, tal como lo afirma Boris Miranda *“El Cauca es nuestra fuente de sustento, es una tradición de 300 años viviendo del río. Es nuestra vida y nos lo están quitando”*<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> Entrevista realizada en el año 2018 a Jorge Guisao, líder social por BBC Mundo.



#### Fotografía 14. Oficio de barequeo, Vereda Angelina, (Buriticá)



Fuente: Universidad Nacional de Colombia y EPM (2020).

De esta manera se perciben conflictos de uso entre las prácticas tradicionales de las comunidades ribereñas y los nuevos usos que se imponen en el río y en la zona de influencia del embalse, porque estas prácticas sociales eran realizadas de manera ancestral como una forma de relacionamiento con el río, que abarcaba actividades cotidianas y de subsistencia de orden productivo, pero también social y cultural, partiendo de un derecho de uso público, un patrimonio ambiental pero fundamentalmente colectivo, que hoy ya no tienen, este derecho según la percepción de las comunidades ha sido vulnerado, a través de la privatización del agua del río Cauca y sus área de influencia.

De otro lado, también hacen alusión a los impactos ambientales que ha causado la construcción del embalse y el impacto que esto ha tenido en otras actividades económicas asociados con los usos del suelo, específicamente se refieren a procesos erosivos que han tenido lugar en el territorio y que han repercutido en los usos agropecuarios, “el río Cauca era fuente de vida, mi familia vivía del río, de ahí salía el agua para los cultivos de yuca y plátano y las frutas”<sup>12</sup>.

Relatos académicos refuerzan estas afectaciones, pero especialmente referidos al ecosistema del territorio, el bosque seco tropical, señalando que se han perdido cuatro mil hectáreas de este ecosistema estratégico y que EPM debe trabajar en la mitigación de los impactos relacionados con el bajo caudal del río, la disponibilidad y la calidad del agua, y las afectaciones sobre las actividades productivas como en la producción agrícola y pecuaria.

---

<sup>12</sup> Entrevista realizada en febrero de 2019 a María del Rosario Castañeda, agricultora.

#### 1.8.4.5. *Imaginarios categorías emergentes*

Las siguientes categorías se derivan del rastreo de fuentes secundarias realizado por el equipo social, sin embargo, no se asocian a los usos del embalse, pero aportan elementos que deben de considerarse para engrosar el “imaginario regional” desde las realidades sociales actuales y la posición de las comunidades que las expresan:

- **Víctimas**

El fenómeno de violencia desatado en la zona donde se construyó el proyecto energético generó en los pobladores imaginarios relacionados con la guerra, el desplazamiento y el desarraigo, que ha conducido inicialmente a una pérdida de identidad y a una fragmentación de la cohesión social, y finalmente al debilitamiento del sentido de pertenencia al lugar de vida que los acogía a lo largo de las aguas del río Cauca.

*Me siento afectado por Hidroituango, porque me desplazaron del Cauca donde trabajaba y ahora mi familia está aguantando hambre, víctima del conflicto y ahora víctima de Hidroituango, porque para mí ellos y la fuerza pública dice el estado que no son actores armados pero yo lo he comprobado que sí son actores armados, nos sacaron de la arenera, Hidroituango también tiene que ver mucho con las masacres del cañón del río Cauca, porque nos desplazan de las playas con los actores armados y luego llega Hidroituango, nos masacraron en los 12 municipios del área de influencia, el censo no fue a las playas donde estábamos y citaban a una reunión y había una masacre allá.<sup>13</sup>*

Si bien el fenómeno de violencia no es una categoría asociada a ningún uso establecido en el cuerpo de agua ni en su área de influencia, el derecho de las víctimas a la verdad, la justicia y la reparación emerge como un fenómeno que bien podría asociarse a uno de los aspectos más simbólicos en el ser humano relacionado con el sentido de trascendencia: la muerte.

Enterrar a los muertos ha sido durante la historia humana algo imperante, y necesario para que la vida continúe a pesar de la pérdida. Sepultar al ser querido es lo que permite en el ser humano empezar a elaborar el duelo desde los rituales fúnebres de cada sociedad. Embalsar el río, acabó con la posibilidad de hallar los restos de muchas personas afectadas por el conflicto desarrollado en la zona, lo que produce heridas sin cicatrizar que con seguridad debilitan el tejido social entre las comunidades, las sociedades no pueden reconciliarse si no mantienen en el colectivo el recuerdo de lo que sucedió.

Por tanto, las aguas del Cauca embalsadas podrían generar un imaginario del miedo, del peligro y de la incertidumbre para muchas personas que difícilmente tendrán una relación armónica con estas aguas.

---

<sup>13</sup> Tomado de: Hidroituango, ¿un proyecto de paz? Siembra de Cuerpos Gramaticales. Canal YouTube: <https://youtu.be/ZsE0gva56k>. Recuperado el 20 de junio de 2020.

- **Memoria**

Muy de la mano de la categoría anterior están los procesos de memoria colectiva, entendida como la producción del pasado en la identidad que nos integra tanto individual como socialmente en el ahora, en el presente.

**Fotografía 15. Casa Abandonada en Puerto Valdivia, tras contingencia del proyecto en 2018**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia y EPM (2020).

Como lo indica Rocha (2019), a nombre de las memorias, el Estado colombiano ha construido una “memoria histórica” del conflicto armado y una “memoria colectiva” de las víctimas de la guerra; sin embargo, el carácter de diálogo de las memorias cuestiona hasta qué punto está claro en el país aquello de las “políticas y los deberes de la memoria”, porque la génesis de los conflictos socioambientales que hoy tienen a las comunidades cañoneras desarraigadas del río Cauca es la ausencia de espacios de diálogo.

Es así como la inundación de lugares de memoria local de los pobladores del cañón, la restricción de los pobladores cañoneros a ciertas zonas del embalse, ha desatado desarraigo, fragmentación y pérdidas culturales que difícilmente se podrán reponer, pero que si dejan como labor a los pobladores tradicionales la posibilidad de lograr a través de la memoria que sus voces sean escuchadas, es decir, desde la impronta de que no es necesario haber vivido una experiencia para que el conjunto de la sociedad la recuerde.

**Fotografía 16. Calle paralela al río Cauca en Puerto Valdivia, sobre la margen natural izquierda del río**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia y EPM (2020).

La Fotografía 15 y Fotografía 16 muestran las viviendas afectadas por el desbordamiento del río, causado por el taponamiento del túnel de servicio.

- **Desaparición de actividades económicas ancestrales**

El llamado barequeo o minería artesanal, como actividad económica tradicional de muchas comunidades asentadas junto al río Cauca, principalmente las formas de vida de los denominados cañoneros, poblaciones que incluyen además a la autodenominada comunidad indígena Nutabe de Orobajo ha sido invisibilizada tras el embalsamiento de las aguas del Cauca.

Las playas del río Cauca les entregaban lo necesario para vivir a las comunidades del cañón, y el estilo móvil de esta actividad les permitía ser libres, dueños de sus vidas, sus ingresos, sus horarios y su cotidianidad, tan importante y arraigada era este oficio que hacía parte de la endoculturación de las nuevas generaciones.

El barequeo es una tradición viva a través de la cual se trasmite el legado de competencias, conocimientos y representaciones sociales que una generación deja a la siguiente como garantía para su reproducción material (Castillo 2019).



### Fotografía 17. Barequero del Cauca, Vereda Angelina (Buriticá)



Fuente: Universidad Nacional de Colombia y EPM (2020).

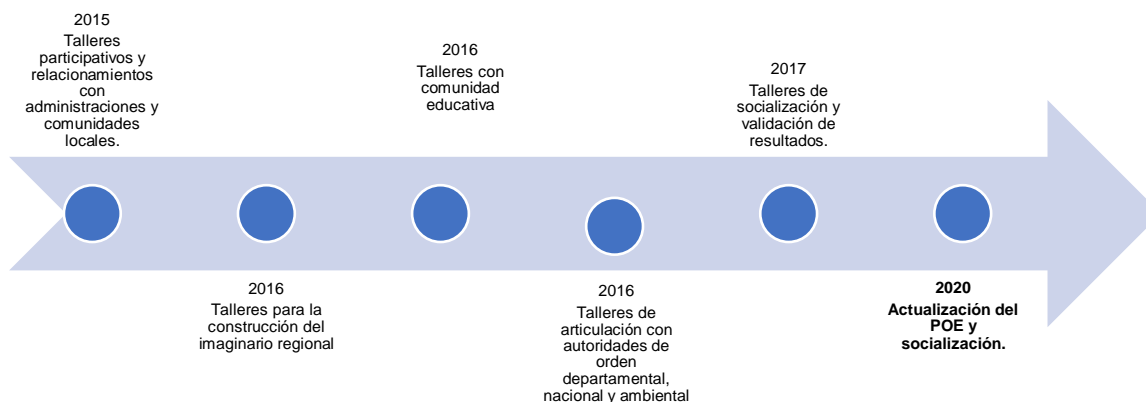
Desde el año 2012, fue radicada ante el ministerio de Cultura de Colombia, una solicitud para que éste oficio tradicional del barequeo o mazamorreo como también se conoce en otros lugares, con la que se obtiene el oro con herramientas manuales en el lecho y playas del río Cauca y sus afluentes, fuera incluida en la Lista Representativa del Patrimonio Cultural Inmaterial (LRPCI) de la nación, sin embargo no fue aceptada esta solicitud y las playas otrora símbolo de relaciones sociales y económicas de subsistencia entre los pobladores del cañón, fueron sumergidas ante el llenado de la presa.

Nuevas dinámicas se han dado entre las poblaciones muy distantes del barequeo, como lo es el nuevo territorio indígena reconocido por el Estado y entregado por parte de EPM ante el proceso de consulta previa realizado con los Nutabe del cañón del Cauca, donde sus nuevas pautas de asentamiento requerirán de adaptaciones en sus actividades de subsistencia y de relacionamiento con la madre tierra.

### **1.9. PROCESOS PARTICIPATIVOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE PLAN DE ORDENAMIENTO DEL EMBALSE**

Los procesos de participación con las comunidades, líderes comunitarios, autoridades locales, corporaciones autónomas regionales, administraciones municipales, concejos municipales y autoridades nacionales en la construcción del Plan de Ordenamiento del Embalse, fueron parte fundamental del modelo de participación diseñado y que se desarrolló en varios momentos:

**Figura 5. Momentos del Plan de Ordenamiento del embalse POE**



Fuente: elaboración propia (2021).

### **1.9.1. Talleres participativos y de relacionamiento con comunidades locales año 2015 y 2016**

Con el propósito de dar a conocer el alcance, objetivos y metodología propuesta para el estudio sobre la capacidad de acogida del embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango -PHI- y de su zona de protección, y buscando identificar de manera preliminar las expectativas de los actores convocados de cada municipio frente a los usos potenciales, compatibles y complementarios del futuro embalse, para, a su vez, generar un insumo que alimentara la discusión del taller de imaginario regional que sería llevado a cabo posteriormente, se hace un primer ejercicio en cada uno de los municipios. En total se desarrollaron **11 reuniones con la participación de 109 asistentes**, ver Tabla 2.

Como parte del proceso de acercamiento con los actores involucrados en el PHI se presentó el alcance del estudio sobre los usos potenciales del futuro embalse y su zona de protección, haciendo énfasis en las expectativas de las autoridades municipales y líderes locales frente a dicha temática.

A partir de la conversación que se entabló con los participantes de las reuniones, motivada por la presentación del estudio, se abrió el espacio para dialogar sobre las expectativas que los municipios han construido en torno al proyecto hidroeléctrico.



**Tabla 2. Resultados de la convocatoria para los talleres participativos con administraciones municipales**

Municipio	Fecha	Asistentes
Ituango	3 de agosto 2015	13
Toledo	4 de agosto 2015	8
San Andrés de Cuerquia	5 de agosto 2015	9
Sabanalarga	11 de agosto 2015	5
Liborina	12 de agosto 2015	10
Peque	24 de agosto 2015	25
Valdivia	18 de agosto 2015	5
Briceno	19 de agosto 2015	14
Olaya	25 de agosto 2015	5
Santa fe de Antioquia	26 de agosto 2015	5
Buriticá	30 de octubre 2015	10
	<b>109</b>	

Fuente: Elaboración Propia, PHI – EPM – UNAL, 2016.

**Fotografía 18. Talleres Participativos y de Relacionamiento con las Autoridades Locales, 2015**



Municipio de Valdivia



Municipio de Briceño

Fuente: Elaboración Propia, PHI – EPM – UNAL, 2016.

A continuación, se describen los resultados de dicha actividad en cada territorio, presentando en primer lugar los correspondientes a los municipios del Norte (Briceño, Ituango, San Andrés de Cuerquia, Toledo y Valdivia) y luego los de la subregión Occidente (Buriticá, Liborina, Olaya, Santa Fe de Antioquia y Sabanalarga): Ver tabla 3 síntesis de las expectativas municipales preliminares.

**Tabla 3. Síntesis de las expectativas municipales preliminares**

Región	Municipio	Expectativas
Norte	Puerto Valdivia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte por la nueva vía. Se requeriría Plan Especial para nueva zona de asentamiento</li> <li>• Cable aéreo, conectividad para la cabecera.</li> </ul>
	Ituango	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Turismo: senderismo, cabalgatas, camping, turismo cultural, deportes extremos.</li> <li>• Piscicultura. Cables para conectar con Peque, Briceño y Toledo</li> </ul>
	Briceño	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cable aéreo, navegación y turismo. Restricción por zonas minadas. Incertidumbre por minería y pesca</li> </ul>
	San Andrés de Cuerquia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cable aéreo, turismo (balnearios) cerca a la vía al embalse</li> </ul>
	Toledo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Turismo: hospedaje, miradores, parapentismo.</li> <li>• Conectividad con San José de la Montaña (por la cabecera)</li> </ul>
Occidente	Buriticá	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Navegación para el turismo. Oferta menos urbana, más rural comunitario. Conexión vial de la cabecera con Olaya reconstruyendo el puente</li> <li>• Turismo: navegación para turistas, senderismo, posadas campesinas, miradores.</li> <li>• Restricción de usos por DMI de bosque seco</li> <li>• Turismo: avistamiento de fauna, senderismo.</li> <li>• Conexión vial con el embalse y así con veredas de Peque y Buriticá</li> <li>• Navegación para el turismo. Incertidumbre por manejo de residuos y cadáveres en la cola del embalse</li> <li>• Conexión vial de la cabecera con el embalse. Senderismo, deportes extremos en el cañón</li> </ul>
	Santa Fe de Antioquia	
	Liborina	
	Sabanalarga	
	Olaya	
	Peque	

Fuente: Elaboración Propia, PHI – EPM – UNAL, 2016.

### 1.9.2. Talleres de Imaginarios Regionales año 2015

Para darle continuidad al proceso de relacionamiento con los municipios y construir de manera colectiva el Imaginario Regional en torno a las actividades que con la entrada en funcionamiento del embalse puedan surgir en el territorio, se llevaron a cabo dos talleres donde los diferentes actores plantearon sus inquietudes y propuestas para tener en cuenta en el estudio, con el propósito de complementar el modelo de capacidad de acogida que el equipo técnico de la Universidad Nacional de Colombia venía desarrollando.

Uno de los talleres se llevó a cabo en San Andrés de Cuerquia al cual se convocaron los actores de la subregión Norte. Por su parte, para los municipios del Occidente se realizó la actividad en Santa Fe de Antioquia.

#### 1.9.2.1. Identificación de los actores y actualización de datos

Con base en información aportada por entidades como la Cámara de Comercio, la Gobernación de Antioquia, las administraciones municipales, la Fundación Socya, las oficinas de atención al cliente de EPM, entre otras, se identificaron y contactaron los actores y agentes que posteriormente serían convocados a los talleres.

Se consolidó una base de datos compuesta por autoridades municipales, (Alcalde, Secretarios de Despacho, Concejo Municipal, igualmente se tuvieron en cuenta Alcaldes y Concejales electos), adicionalmente se contó con la participación de líderes comunitarios, presidentes de ASOCOMUNAL, presidentes de las Juntas de Acción Comunal de las veredas del área de influencia directa del proyecto, representantes de organizaciones sociales, y de asociaciones gremiales de la subregión, lo que dio como resultado la elaboración de un mapa de actores de las subregiones Norte y Occidente, que se jerarquizaron teniendo en cuenta su relación no sólo con el Proyecto, sino también, su vínculo con el desarrollo regional.

**La convocatoria:** La convocatoria para el Taller de Imaginario Regional se realizó a través de varios medios de comunicación y se llevó a cabo en varias etapas como fue la comunicación oficial por correo certificado, con los líderes se contactó vía telefónica, se envió un oficio y una pieza gráfica de invitación a los correos electrónicos y a sus teléfonos.

El resultado de la convocatoria por municipio se presenta en la Tabla 4.

**Tabla 4. Resultados de la convocatoria, taller de imaginario regional, zonas occidente y norte**

	Municipio	Oficios físicos enviados	Correos electrónicos enviados (Invitación y oficio)	Infografías de expectativas municipales	Llamadas	Confirmados	Nº de asistentes
Norte	Briceño	16	23	23	18	7	7
	Ituango	22	22	22	21	10	8
	San Andrés de Cuerquia	21	20	20	18	6	13
	Toledo	11	15	15	15	11	10
	Valdivia	19	23	23	23	3	3
	Entidades regionales	20	19	19	17	17	8
	<b>Total Subregión Occidente</b>	<b>109</b>	<b>122</b>	<b>122</b>	<b>112</b>	<b>54</b>	<b>49</b>
Occidente	Buriticá	14	23	23	31	13	6
	Peque	18	26	26	51	4	3
	Santa fe de Antioquia	25	28	28	38	17	11
	Sabanalarga	19	25	25	33	8	1
	Liborina	17	28	28	32	20	8
	Olaya	13	10	10	23	9	2
	Entidades regionales	15	16	16	16	7	7
	<b>Total Subregión Norte</b>	<b>121</b>	<b>156</b>	<b>156</b>	<b>224</b>	<b>78</b>	<b>38</b>

Fuente: Elaboración propia, Universidad Nacional de Colombia, 2015.

### 1.9.2.2. *Objetivos*

#### **Objetivo general**

Recoger y construir el imaginario colectivo regional en relación con los usos potenciales, compatibles y complementarios del futuro embalse de Hidroituango y de su zona de protección.

#### **Objetivos específicos**

- Reforzar y complementar la información suministrada en las reuniones de socialización en cada uno de los municipios de área de estudio, en cuanto a alcance, objetivos y metodología propuesta para el estudio sobre la capacidad de acogida del embalse de Hidroituango y de su zona de protección.
- Actualizar y consolidar el mapa de actores y la base de datos de agentes de carácter municipal y regional.
- Identificar las expectativas e imaginarios de los actores municipales y regionales, frente a los usos relacionados con Turismo, Navegación, Conectividad, así como Actividades Económicas actuales y futuras.

Se desarrollaron dos talleres regionales, uno en Santa Fe de Antioquia en el Auditorio de la Cámara de Comercio Seccional Occidente, en un horario entre las 8:00 a.m. y las 2:00 p.m. donde se reúnen personas de Olaya, Sabanalarga, Peque, Liborina, Buriticá, Santa Fe de Antioquia y de entidades regionales y otro en la zona norte donde se convocaron los municipios de Toledo, Briceño, Ituango, Valdivia y San Andrés de Cuerquia en este último municipio se llevó a cabo el taller en el Aula Vive Digital, entre las 9:00 a.m. y las 4:00 p.m.

#### **Fotografía 19. Taller de Imaginario Regional, San Andrés de Cuerquia**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia, 2016.

### 1.9.2.3. Trabajo por mesas temáticas

El trabajo por mesas temáticas se realizó alrededor de cuatro grandes temas, a saber, la Navegación, la Conectividad, Actividades económicas actuales y Actividades económicas nuevas, que puedan desarrollarse en la zona de estudio motivadas por la operación del embalse, cada mesa tuvo un equipo conformado por cuatro profesionales de la Universidad Nacional de Colombia con conocimientos sobre el tema a desarrollar.

De igual manera, los profesionales encargados motivaron la participación y guiaron la discusión, a partir de unas preguntas orientadoras que, de acuerdo con la mesa, se presentan a continuación, en la tabla 5.

**Tabla 5. Guía para orientar el trabajo por las mesas temáticas**

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Navegación</p>	<p>¿Cómo ha sido la navegación del río Cauca en la zona? Actualmente, ¿cuál es el papel que cumple el río Cauca en relación a la conectividad de los asentamientos y las veredas que se encuentran en la zona de influencia del mismo?</p> <p>¿Qué imaginarios (ideas) existen entorno a la navegación del río? De los imaginarios (ideas) planteados anteriormente, ¿cuáles creen que se pueden convertir en realidad cuando el embalse entre en operación?</p> <p>¿Con cuál fin se debería implementar la navegabilidad en el embalse? ¿Qué beneficios traerá la existencia del embalse para la comunidad, en cuanto a conectividad?</p> <p>¿Cuáles son los temas críticos respecto a la navegación? ¿En qué puntos del embalse y de las veredas sería posible instalar zonas de embarque para la población?</p> <p>¿Conocen ustedes la zona de inundación del río Cauca? ¿Saben ustedes que municipios y veredas tienen tierras sobre el río Cauca? ¿Conocen vías o caminos que actualmente desde sus municipios lleguen hasta el río?</p> <p>Ahora sí, ¿cómo y para donde se mueven ahora y como creen lo podrían hacer después? ¿Para ir a Medellín? ¿Para ir de Peque a? ¿de Ituango a? etc. ¿Piensa que podría usar el embalse para desplazarse de A a B? ¿Cree que el embalse será seguro? ¿Limpio? ¿Navegable? ¿Desde dónde hasta dónde?</p> <p>¿Cómo cree lo podría hacer? ¿En lancha? ¿Nadando? ¿En ferry? ¿Otro medio? Que factores determinan su decisión: ¿tiempo? ¿Presupuesto? ¿Seguridad? ¿Costumbre? ¿Familiaridad?</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Conectividad</p>	<p>¿Cómo y con cuáles centros poblados se comunican las veredas más cercanas al río y la zona del embalse?</p> <p>¿Cómo perciben el estado de las vías para conexión con otros centros poblados? ¿Cómo cree que podría mejorar la conexión vial con otros municipios?</p> <p>¿Cuál es la conexión más efectiva de su municipio con la zona del embalse una vez en funcionamiento? identificar los principales sitios de accesibilidad. ¿Qué expectativas tienen en su municipio con respecto a la conectividad interregional cuando entre en funcionamiento el embalse?</p> <p>Si tuvieran una conexión buena con el embalse, ¿la navegación fluvial sería alternativa como conexión a otros municipios, ¿cuáles?</p>



Turismo	<p>¿Consideran todas las actividades de turismo propuestas para Hidroituango como sostenibles?</p> <p>¿Qué podemos aprender de la experiencia del embalse de Guatapé?</p> <p>¿Cómo creen que se puede planear correctamente el uso turístico del embalse HI y de su zona de influencia?</p> <p>¿Por qué es tan importante para el uso turístico del embalse Hidroituango que se puedan identificar los usos adecuados del suelo y conservar en forma efectiva las zonas de protección?</p> <p>¿Cuáles creen que son (o serían) los principales apoyos necesarios (a nivel local, regional y nacional) para promover el turismo sostenible en el futuro embalse de HI?</p> <p>¿Cuáles serían las alianzas fundamentales que se deberían establecer para desarrollar el turismo a largo plazo en HI?</p> <p>¿Cuáles serían las principales obras de infraestructura y conexiones que favorecerían el turismo en HI?</p> <p>¿Cómo creen que se puede construir la base socioeconómica que se requiere para desarrollar el turismo en el área de influencia del embalse?</p> <p>¿Cuáles iniciativas (públicas o privadas) es necesario reconocer e impulsar para favorecer un turismo sostenible en el embalse Hidroituango?</p>
Otras actividades	<p>¿Qué actividades ustedes conocen que se desarrollan en la zona aledaña al río actualmente? Ubicarlos en el mapa</p> <p>¿Cómo se imaginan los alrededores del embalse cuando entre en operación el PHI?</p> <p>¿Con el embalse que actividades se seguirían llevando a cabo?</p> <p>¿Cuáles nuevos usos y actividades podrían surgir?</p> <p>¿Qué han escuchado sobre inversiones o proyectos que podrían llevarse a cabo para cuando el embalse entre en operación, para promover algunas actividades económicas?</p> <p>Para la subregión de Occidente ¿Saben si las expectativas del embalse han generado alguna actividad inmobiliaria (compra y venta de predios), de licencias de construcción para posibles parcelaciones?</p>
Nuevas Actividades	<p>¿Cuáles consideran ustedes que son las fortalezas y los atributos/atractivos actuales de cada municipio y de la subregión?</p> <p>¿Cuáles de ellos pueden desarrollarse en el mediano y en el largo plazo para aprovechar los a propósito del futuro embalse?</p> <p>¿Qué otro tipo de actividades o atributos/atractivos que no están presentes actualmente podrían surgir con la entrada en operación del embalse?</p>

Fuente: Elaboración Propia, Universidad Nacional, 2015.

### 1.9.3. Presentación de resultados.

#### 1.9.3.1. Zona Norte

El Taller de Imaginario Regional de la Zona Norte, contó con la participación de 49 personas pertenecientes a los municipios de la subregión que hacen parte del Área de Influencia Directa del Proyecto, la distribución de los asistentes de acuerdo a las mesas de trabajo se puede evidenciar en la tabla 6.



**Tabla 6. Representación de los municipios, por mesas temáticas, zona norte**

<b>Mesa</b>	<b>Integrante</b>	<b>Dependencia</b>	<b>Municipio</b>
Turismo	Fabio Alexander Torres	Asociación de productores de leche y cerdos. JAC	Ituango
	María Elena Rojas	Asociación de Municipios del Norte AMUNORTE	Toledo
	Elver Agudelo Builes	Parapentista profesional.	Toledo
	Alejandro Uribe	Asociación de productores de Ituango	Ituango
	Martha Urrego	Concejal de Toledo	Toledo
	Ancisar Echavarría	Concejal y comerciante	San Andrés
	Luz marina Posada	Asociación de Mujeres	Toledo
	Amparo Echavarría	Asociación de Mujeres	San Andrés
	Graciela Arango	Representante Legal de ASOM	San Andrés
	Sandra Areiza	ASOMANO Grupos de jóvenes y adolescentes.	San Andrés
	María Fernanda Zapata	Representante de la UMATA	San Andrés
	Fernando Cuartas	Organización Caminera de Antioquia OCA	
	Gregorio Echavarría		Briceño
	Clara Pino	ASOMANO.	San Andrés
	Yomaira Rosales	Mesa de Turismo del Departamento de Antioquia.	Medellín
	Camilo Vahos	Socya EPM.	El Valle
	Claudia Correa	AMUNORTE	Medellín
	Mauricio Castaño	Jóvenes Rurales Emprendedores del Sena	Subregión Norte
Navegabilidad	Yorladis Cuartas	Sector Transporte	Briceño
	Mauricio Zapata	Sector Transporte	Briceño
<b>Mesa</b>	<b>Integrante</b>	<b>Dependencia</b>	<b>Municipio</b>
	Adilia Posada		San Andrés
	Liliana Jaramillo		San Andrés
	Reynero Muñoz		Toledo
	Jorge Yarce		Toledo
	Adriana Zapata		Toledo
	SN	Sector Transporte	Puerto Valdivia
	SN	Sector Transporte	Puerto Valdivia
	SN	Sector Transporte	Puerto Valdivia

Conectividad	Jorge Jaramillo	ASOCOMUNAL	Ituango
	Sandra Rodríguez	ASOCOMUNAL	Toledo
	Miriam Chavarría	MUPA - Asociación manos unidas paz y alegría.	Briceño
	Vicente Patiño	ASDESEBRI	Briceño
	Gregorio Chavarría	MUPA	Briceño
	Cristian Zapata	MUPA	Briceño
	Fabián Arboleda		Ituango
	Elkin Darío Valbuena	Concejal	Ituango
Otras actividades	Alfonso Mejía	Comunidad	Toledo
	Jorge Alberto Yarce	Comunidad	Toledo
	Juan Carlos Piedrahíta	Técnico UMATA	Ituango
	Hilda Lucía Suarez	UMATA	Ituango
	Margarita María Torres	Cámara de comercio de Medellín Sede Norte	Medellín
	Juan Carlos Montoya	Alcalde	Toledo

Fuente: Elaboración Propia, Universidad Nacional, 2016.

### 1.9.3.2. Zona Occidente

El taller de imaginarios que convocó los municipios del área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Ituango pertenecientes a la zona Occidente (Buriticá, Olaya, Santa fe de Antioquia, Liborina, Peque y Sabanalarga) contó con la participación de representantes de las administraciones municipales, gremios, asociaciones y comunidad organizada con 38 asistentes ver Tabla 7.

**Tabla 7. Representación de los municipios, por mesas temáticas, Zona Occidente**

Mesa	Integrantes	Dependencia	Municipio
Conectividad	Jorge Alexis	JAC Vereda Carauquia	Buriticá
	Milagros Moreno	JAC La Angelina	Buriticá
	Jesús García	Concejo Municipal	Santa Fe de Antioquia
	Víctor M. Pino	Secretaria de turismo	Santa Fe de Antioquia
	Víctor G. Ospina	Alcaldía municipal	Santa Fe de Antioquia
	Alejandro Molina	ASOGUIAN	Medellín
	Ubeimar Arango	Organización caminera de Antioquia	Peque
Nuevas Actividades	Gladimira Vahos	EPM	Medellín
	Lina Gamboa	Alcaldía – Oficina Turismo	Santa Fe de Antioquia
	Mauricio Muñoz	Grupo HTM	Medellín
	Gabriel Henao	Concejal	Liborina
	Diógenes Cossio	Concejal	Buriticá

	Federico Sepúlveda	Presidente JAL La Honda	Liborina
	Henry Roldán	Asociación Liborina de Turismo	Liborina
	Oliverio Urrego	Concejal electo	Liborina
Navegabilidad	Gildardo Torres	COEMPA	Peque
	Nelson Jaramillo	Alcaldía	Sabanalarga
	Víctor Manuel Tuberquía	ASOPROCATÁ	Buriticá
	Bertulfo David	Tesorero	Buriticá
	Sandra Sepúlveda	Alcaldía	Santa Fe de Antioquia
	Oscar Serna	Concejo Municipal	Santa Fe de Antioquia
	Alba Lucía Bedoya	Alcaldía	Santa Fe de Antioquia
	Daniel Escudero	ASOCO	Olaya
	Xiomara Ríos Flórez	Dirección turismo. GobAnt	Medellín
	Viviana Valencia	ASOGUIAN	Medellín
	Actividades Actuales	Ubeimar Arango	OCA
Jaime Alberto Ramírez		Administración Santa Fe	Santa Fe de Antioquia
Marbely salas		Líder	Peque
Héctor Carvajal		Trapiche comunitario Manantial	Santa Fe
César Augusto		Líder	Liborina
Fernando Cuartas		Red de caminantes de Antioquia	Medellín
Gildardo Ruedas		Barequero	Buriticá
Jaime Alberto Uribe		Líder comunitario	Liborina
Hildebrando Jaramillo		ALITURC	Liborina

Fuente: Elaboración Propia, Universidad Nacional, 2016.

### 1.9.3.3. Resultados del trabajo por zonas

El resumen del trabajo realizado por mesas temáticas en cada uno de los talleres se presenta a continuación, zona norte tabla 8 y zona occidente tabla 9.

**Tabla 8. Resultado del trabajo por mesas temáticas, Zona Norte**

Mesa	Desarrollo
Turismo	Los participantes destacan en su mayoría la necesidad de vincular en los usos futuros del embalse a las personas y organizaciones de la región, de manera que el turismo implique desarrollo, oportunidades y fuentes de empleo en el mediano y largo plazo.
	Se hace un llamado a pensar en actividades turísticas alternativas y sostenibles, para lo cual se debe reflexionar acerca de experiencias próximas como la de Guatapé.
	Se sugiere pensar en el público objetivo para saber cómo desarrollar las actividades y cómo dirigir las a una organización eficiente y oportuna, pues debe entenderse al turista como el motor de la actividad turística misma y es el que define dónde se realiza, lo importante es saber cómo motivar a la gente para que llegue, vuelva y recomiende.
	Se destaca que esta es una excelente oportunidad para mostrarle a extranjeros y al mundo una faceta de la región distinta a la de la violencia.
	Se sugiere considerar como actividad turística relevante al parapentismo, pues se señala que sus potencialidades en términos paisajísticos y técnicos son enormes (las condiciones son mejores que las del Cañón de la Chicamocha) y, de hecho, ya cuenta

	<p>con rutas de vuelo trazados.</p> <p>Los participantes sugieren identificar y aprovechar no sólo los atractivos turísticos, sino los naturales, históricos, humanos y ofrecerlos en los términos más sostenibles (económica, ambiental y socialmente) posibles. Lo anterior, de acuerdo con la división clásica de atractivos naturales (prístinos y no prístinos) y culturales (tangibles o intangibles).</p> <p>Se llevó a cabo la identificación de atractivos en la región.</p>
Navegabilidad	<p>La discusión se centró en la intermodalidad de este tipo de transporte, especialmente en lo que se refiere a la posibilidad de usar esta “nueva vía” para conducir pasajeros del muro de presa a la cola del embalse, seguramente vía Puerto Valdivia (PV) y procedentes del sur de la costa Caribe con destino a Medellín.</p> <p>Respecto al movimiento de pasajeros y de carga desde las veredas a los centros poblados, y en especial a Medellín, piensan que con seguridad se va a dar, toda vez, las vías en ambos costados del embalse son muy pocas. En consecuencia, solicitamos nos señalaran que caminos conocían que llegaran al río y que en el futuro pudieran fungir como zonas de desarrollo de pequeños embarcaderos que cumplieran con ese fin.</p> <p>Aparecieron entonces 5 sitios localizados en las quebradas Santa María, Sardinias, Cañaveral y Mote, que bien podrían cumplir con el propósito de embarcar tanto los productos de la cosecha (básicamente café) como personas.</p>
	<p>Con los participantes de la mesa se realizó un diagnóstico del estado actual de las vías, indicando al mismo tiempo sus tiempos de recorrido, las comunidades y centros poblados que las usan y el medio de transporte utilizado.</p> <p>En Briceño, se resalta la importancia de conectar la vereda Buenavista, que es la que actualmente está más aislada, mediante la construcción de una vía que llegue cerca al El Valle de Toledo, esta vía ya tiene un tramo iniciado, debido a que la comercialización de los productos de varias veredas de Briceño se realiza en San Andrés de Cuerquia, se propone conectar de manera más eficiente ambos municipios.</p>
	<p>Se sugiere construir un puente que atravesase el río Cauca para que Briceño se pueda conectar con la Vía Puerto Valdivia-Presa.</p> <p>En Ituango, Los Galgos tiene una relación importante con el río Cauca por su cercanía.</p> <p>Cortaderal se encuentra ubicada a una hora en mula del río Cauca. Hay una vía vehicular en relativo buen estado, que sale de Ituango, pasando por el río, por Alto de Cenizas, llega al centro poblado de El Guadual y hasta el corregimiento de Pascuitá, este viaje se demora 4 horas. Las personas realizan actividades de pesca y se dirigen al río a caballo en un viaje con una duración aproximada de dos horas. La comunidad manifiesta la relevancia de abrir un camino carretable hasta el sitio de presa, teniendo en cuenta que se reducirían considerablemente los tiempos de viaje que sería aproximadamente de 25 minutos, más una hora y media para llegar a Ituango.</p> <p>La comunidad indica que desde Toledo sale una vía que pasa por Brugo, luego por La Cascarela y llega un poco más abajo de El Valle a un punto llamado Cañaveral. Esta vía ya tiene un tramo construido desde Toledo. La expectativa es terminar esta vía, ya que favorece a 7 veredas del municipio.</p>
Otras actividades	<p>En las veredas de Ituango ubicadas en la zona de protección se identificaron actividades económicas que posiblemente permanezcan en el territorio como el cultivo de café, frutales y maíz, la ganadería y la pesca. Se proyectan usos futuros como senderismo, cabalgatas, avistamiento de fauna, posadas campesinas asociadas a la pesca recreativa, cables aéreos y embarcaderos en el caso de que el embalse se navegable.</p>

	<p>En Briceño, las actividades económicas que se encuentran actualmente y que pueden permanecer en el territorio son el cultivo de café, cacao y maíz, así como los pastos para la ganadería. Por su parte, se proyectan usos futuros con el embalse tales como cabañas turísticas y camping asociado a la pesca recreativa.</p>
	<p>En Toledo se proyectan las siguientes actividades, con el embalse: siembra de frutales y hortalizas, turismo científico y de investigación en zona de bosque, cicloturismo, parque ecológico unido a corredores biológicos para recuperación de fauna y flora, parque cultural (tipo San Agustín), micro parque de las aguas (centro recreativo) en los alrededores de corregimiento de El Valle. Se piensa que podría ser actividad de economía mixta o manejada por privados (por ejemplo, Comfama, Comfenalco) y centro educativo regional de transición a educación superior (técnica y tecnológica) en el corregimiento de Toledo. La idea sería que se enfocará hacia capacidades para manejo de actividades turísticas y de otras actividades.</p>

Fuente: Elaboración Propia, Universidad Nacional, 2016.

**Tabla 9. Resultado del trabajo por mesas temáticas, zona occidente**

Mesa	Observación
Conectividad	<p>Los participantes del municipio de Buriticá sugieren que en la Vereda Carauquia sería útil un cable hacia el río, debido al potencial que ofrece el paisaje y con la posibilidad de acortar los recorridos.</p>
	<p>Los participantes comentaron que un cable aéreo beneficiaría las veredas de Buriticá: Buenavista, Guadual, Llanos de Uraco y La Fragua que quedan al norte del municipio, para tener mejor conexión con el embalse, hasta el punto de Bocas de Niquia, pensando incluso en que se potencie en turismo, a través de dicho cable. Se expresó preocupación por la posible inundación del puente de La Angelina, adicionalmente, la comunidad señala que, en caso de no ser inundado, la ampliación del mismo y de las vías del sector facilitarían el transporte de población y mercancía derivada de la actividad agrícola y minera.</p>
	<p>Los participantes del municipio de Liborina piensan en la posibilidad de un cable de uso turístico, debido al paisaje de la región, desde el Carmen de la Venta hasta el sitio identificado como La Porquera, ya que este es un punto estratégico porque hay una vía que se divide hacia el Carmen de la Venta y hacia San Diego. Actualmente, por la margen del río Cauca hay una vía desde el puente de La Angelina hasta la desembocadura de la quebrada La Clara, pero esta vía quedará inundada cuando el embalse sea llenado.</p>
	<p>El desarrollo de proyectos como cables paisajísticos en Santa Fe de Antioquia, podrían fomentar la actividad turística.</p>



	<p>Desde Peque hasta Renegado Valle se pensaría en tener un cable aéreo, ya que toda esta zona se caracteriza por tener buena visual hacia el río Cauca. Para que luego se conecte con la vía que hay de Renegado Valle hasta Barbacoas.</p> <p>Los participantes de la mesa mencionaron la posibilidad de mantener la conexión que antes se hacía de Peque con Buriticá, ya que este sería un trayecto mucho más corto para llegar a la cabecera municipal de Peque, y no como es actualmente el recorrido pasando por Uramita.</p> <p>Adicionalmente se menciona la posibilidad de realizar cables aéreos en los sectores Cordillera - Las Cuatro de Buriticá, El Carmen Cerro Guayabón - Río Cauca y La Honda en Liborina.</p>
	<p>Los representantes del municipio de Buriticá indicaron que en caso de que el embalse fuera navegable, los participantes lo plantearon como algo beneficioso ya que se conectarían mucho mejor y La Angelina tendría un alto potencial turístico.</p> <p>Se mencionó también que en caso de que el embalse fuera navegable, sería pertinente ubicar embarcaderos en Bocas de Niquia y La Angelina.</p>
	<p>Los participantes del municipio de Liborina plantearon la posibilidad de ubicar un embarcadero en la desembocadura de la quebrada Juan García en el embalse, igualmente tienen expectativas frente al establecimiento del puente en el sector La Angelina y su conectividad con el embalse.</p> <p>Para el caso del municipio de Sabanalarga en la desembocadura de la quebrada La Clara y la quebrada La Romero habría un punto estratégico para ubicar embarcaderos o pasos por el embalse.</p>
<b>Navegabilidad</b>	<p>Los asistentes del Municipio de Santa Fe de Antioquia, indicaron que la zona de El Tunal podría tener un embarcadero, para mostrar el cambio de color del río como potencialidad, igualmente se indica que las veredas más alejadas podrían hacer uso de embarcaderos desde el río.</p> <p>Se consideró como punto estratégico la ubicación de un embarcadero en la desembocadura del río Peque.</p>
	<p>De manera general, se lograron identificar espacialmente sitios naturales de paso que bien podrían ser utilizados como pequeños embarcaderos dados no solo las condiciones topográficas, sino además las relaciones familiares, vecinales y comerciales históricamente construidas. Estos fueron:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Sitio en la vereda El Tunal a la altura de la quebrada La Hondita en Santa Fe de Antioquia.</li> <li>● Sitios en la vereda El Pencal a la altura de las quebradas Guasimal y Curití en Olaya.</li> <li>● Sitio en el puente La Angelina en Buriticá.</li> <li>● Sitio en la vereda Remartín a la altura de la quebrada del mismo nombre en Sabanalarga.</li> <li>● Sitio en la vereda Nueva Llanada en la quebrada Peque del municipio de Peque.</li> <li>● Sitio en la vereda La Bastilla en la quebrada Pená del municipio de Peque.</li> <li>● Sitio en la vereda Carauquia en la quebrada Zanjón Sector del municipio de Buriticá.</li> <li>● Sitio en el puente La Garrucha entre la vereda Membrillal y San Cristóbal- Pená del municipio de Sabanalarga.</li> <li>● Sitio en entre las veredas La Bastilla, Nueva Llanada, Renegado-Valle y sitio entre las veredas de Barbacoas y San Julián en el municipio de Peque.</li> </ul>

<b>Usos actuales</b>	<p>En este momento en el municipio de Liborina se desarrolla Camping, canotaje, torrentismo, parapente, en la zona de Curití. Como atractivo turístico están los charcos naturales, actualmente se fomenta el turismo rural a través de posadas campesinas. Al igual que en Buriticá, se observa la agro-forestería (huertos mixtos tradicionales) y ganadería; existencia de cultivos de mango que pueden enlazarse al turismo. Entre Liborina (La Sucia), Sabanalarga y Mogotes hay avistamiento de aves (guacamaya).</p>
	<p>Santa Fe de Antioquia es conocido por su actividad turística, se cree que desarrollos como cables y embarcaderos podrían potencializar dicha actividad, sin embargo se evidencia que a pesar de la alta demanda turística existe una escasa planeación turística en este municipio, aunque sí tienen mucho interés en participar en el desarrollo actividades que involucren el turismo de aventura y que se conecten con otros municipios mediante rutas navegables, lo cual puede ampliar la oferta turística del municipio, actualmente se ubica también la presencia intensiva de actividad ganadera, adicionalmente, se está fomentando cultivo de la caña panelera.</p>
	<p>Para el caso del Municipio de Peque, se desarrolla la pesca desde Oro bajo hasta Barbacoas (la pesca en general es ocasional, excepto en Barbacoas que es de subsistencia) y barequeo con prácticas tradicionales, agro-forestería (huertos mixtos tradicionales). En las partes más altas se observa caficultura y se está fomentando cultivo de la caña panelera; en toda la franja a lo largo del río hay zona de bosque seco tropical; ganadería a pequeña escala; importante red de caminos que facilita el desarrollo de arriería.</p>
	<p>En el municipio de Buriticá se presenta la agro-forestería (huertos mixtos tradicionales) y se está fomentando cultivo de la caña panelera; existe gran cantidad de mango y mucho de éste se pierde en la vereda Mogotes. Adicionalmente se da la ganadería a pequeña escala; importante red de caminos que facilita el desarrollo de arriería.</p>
	<p>En Sabanalarga, existe la minería artesanal, el cultivo de café y frijol Liborino, así como la ganadería.</p>
<b>Nuevas actividades</b>	<p>Existe un camino real que sale de La Angelina hacia Mogotes, y de Mogotes a Buriticá, sin embargo, es un recorrido de alto grado de dificultad debido a las condiciones climáticas, la escasez de agua, las altas pendientes, lo que dificulta que se lleven a cabo actividades como senderismo.</p>
	<p>En el municipio de Liborina, se resalta la necesidad de fortalecer propuestas de rutas para el avistamiento de aves en el municipio y otras regiones, dado el interés que genera conocer el hábitat del guacamayo azul. Se señala la importancia de que el embalse se conecte con las propuestas de turismo rural y comunitario que están propuestas en su Plan de Desarrollo Turístico</p>
	<p>En cuanto al municipio de Peque, se indica que la Laguna Portachuelo, podría ser de potencial turístico, de igual manera, se indica que por la quebrada Peque hay muchos rápidos y cavernas que se pueden potenciar las actividades turísticas para la práctica de deportes de alto impacto. Adicionalmente, en Peque se ubican unos termales que, a pesar de estar alejados del embalse y más cercano a la vía hacia Urabá. Potencialidad de la ruta San José de la Montaña a Sabanalarga. Existe una posible ruta turística entre las veredas Armenia de Peque y La Peña de Ituango, puesto que la vía llega a penitenciaría de nueva colonia, antigua prisión donde llevaban los presos más peligrosos de Colombia.</p>

<p>Para el caso de Santa Fe de Antioquia, se discutió la necesidad de crear grupos organizados y con personas capacitadas para prestar los servicios de turismo, como guía, alojamiento y alimentación, con el fin de favorecer a las comunidades locales, para los representantes de las organizaciones comunitarias es fundamental que se estructure un programa de apoyo a pequeños operadores. También se cuenta con la existencia de grupos culturales tales como chirimías tradicionales, que no están conectadas con el desarrollo turístico, se plantean que en toda la zona se propongan programas educativos para la formación de Guías turísticos a través de entidades como el SENA.</p>
<p>Se propone rescate de la gastronomía (panela, tamarindo, algarroba) y la cultura local y que los muelles o embarcaderos estén conectados con caminos existentes. Se solicita que las reforestaciones se realicen con especies nativas que pueden a su vez servir para el establecimiento de corredores turísticos. De otro lado, en vereda Remartín Sabanalarga, hay asentamiento indígena (no reconocido por el ministerio) que será inundado, por lo que se propone reubicación y vinculación al turismo.</p>
<p>Adicionalmente, se ubicaron posibles puntos con potencial para realizar la actividad de miradores paisajísticos como Carauquia, quebrada La Clara en Buriticá), Camino El Percal – Curtí, Vía La Angelina – Las Cruces, Montenegro – sector La Meseta, San Miguel – El Porvenir pertenecientes al municipio de Liborina.</p>
<p>Por otro lado, se señalan sitios para desarrollar la actividad de senderismo en Buriticá, en los sectores de Camino La Fragua – Río, La Fragua – La Cuatro – El Totumo, Las cuatro – Llanos de Uarco, y el sector La Angelina; para el caso de Olaya y Santa Fe, tendrían potencial los puntos Quebrada El Guásimo y el Zanjo, en Liborina es posible realizar esta actividad en el sector Quebrada Rodas – quebrada Santa Bárbara. Es posible llevar a cabo actividades cabalgatas en quebrada Las Cuatro – Río y el sector La Angelina, para el caso de Buriticá, en Liborina sería posible en el sector Curtí.</p>
<p>Actividades como las posadas campesinas y el agroturismo, podrían tener potencial en los municipios de Olaya y Santa Fe, quebrada La Chorquina vereda El Tunal, en Liborina en el sector Curtí, Camino Estancias – El Carmen y en la quebrada Guasimal – Camino La Honda.</p>
<p>Igualmente se plantearon varias actividades como el parapentismo en el sector quebrada La Fragua de Buriticá, casas flotantes en Bocas de Niquia, en Olaya y Santa Fe, se podría dar el camping en quebrada El Guásimo, plantaciones forestales en la quebrada Santa María, para el municipio de Liborina el Manejo y gestión cola del embalse en la vía Liborina – puente la Angelina y la navegación turística en el puente La Angelina.</p>
<p>Se propone una ruta llamada la Herradura de Plata (se entregaría esta mención a quienes la realicen), que enlace turismo con historia empleando caminos tradicionales que se sabe históricamente (a ruta del Indio, la ruta de Robledo, etc.)</p>

<p>Existen lugares con potencialidad para pesca como la quebrada Barbuda (Olaya), río Peque, todas las quebradas de Liborina (Juan García, Rodas, La Honda), Sabanalarga: quebrada La Pená, La Niquia con referencia a la explotación de la fauna íctica en jaulones, se indica que la presa será un obstáculo para la movilidad de especies como el Bocachico que llegaba hasta límite norte de Santa Fe de Antioquia. Inicialmente se propone explotación en jaulas que sea asociativa y se podría darse acuicultura en quebradas afluentes el embalse en las zonas de desembocadura de quebradas al río Cauca, tal es el caso de la vereda Yerbabuena (Santa Fe de Antioquia). Sin embargo, se prevé que la acuicultura en jaulones es poco viable porque el río Cauca transporta muchos residuos (troncos y otros elementos) que podrían dificultar dicha actividad; además porque puede no ser compatible con la navegación de pasajeros. En contraposición a la acuicultura se propone repoblamiento de peces con especies nativas: Bagre, Sabaleta, cultivadas en la misma zona, dicho repoblamiento podría aprovecharse a través de: pesca artesanal e incluso recreativa, deportiva, etc.</p>
--

Fuente: Elaboración Propia, Universidad Nacional, 2016.

#### 1.9.4. Conclusiones

Las conclusiones que arrojó el Taller de Imaginario Regional en la subregión Norte están asociadas a la conservación de las actividades que también se han presentado en el territorio y a la posibilidad de incluir nuevos usos que sean compatibles con las características de la zona. De este modo, los participantes consideran favorable para la región el turismo debido a los ingresos para los municipios y las comunidades. Sin embargo, hacen énfasis en la importancia de que su implementación sea de carácter ecológico y respetuoso de la tradición campesina presente en el territorio.

En consecuencia, se propusieron en ambos talleres y en las reuniones con las administraciones municipales varias alternativas para ser tenidas en cuenta, de las cuales se destacan la construcción de cables aéreos, la promoción de parapentismo, el turismo rural en posadas campesinas, la implementación de un parque ecológico y cultural, así como la capacitación de la población en competencias asociadas con estos nuevos usos, actividades que serán estudiadas para establecer si son compatibles con el proyecto o pertinentes desde el punto de vista técnico en el territorio.

Adicionalmente se llamó la atención sobre la importancia de mejorar la conectividad entre los municipios y veredas para facilitar no solo la movilidad de los productos agrícolas y de pasajeros, sino también para promover el turismo ecológico.

Frente a la posibilidad de introducir la navegación en el embalse para mejorar la conectividad de la región, los participantes consideran que uno de los impactos positivos del proyecto sería la opción de viajar por el río hasta Santa Fe de Antioquia y llaman la atención sobre la importancia de poder cruzar el río para superar la barrera de conectividad que se generará tras su llenado. Sin embargo, la comunidad señala que las alternativas de movilidad y las expectativas de conectividad se centran en la intervención sobre las vías existentes y la construcción de nuevas.

De otro lado, los asistentes al taller de Imaginario Regional Zona Occidente plantearon que en cuanto a conectividad existen amplias expectativas sobre un embalse navegable que transporte pasajeros y mercancías, con posibilidad de conexión de los centros poblados y articulado a las vías, cables aéreos y embarcaderos ubicados en los lugares por donde actualmente acceden al río Cauca.

Se plantea la necesidad de potenciar el turismo en la región a través del embalse y plantean cuatro polos de desarrollo, tres con puertos de mayor tamaño: La Angelina en Buriticá, Bocas de Niquia en Sabanalarga y El Valle en Toledo, adicionalmente El Tunal en Santa Fe de Antioquia como el sitio para una gran terminal donde llega la vía y empieza el embalse.

En materia ambiental se propone buscar una declaratoria que permita que la zona del embalse sea un Parque Nacional Natural con el fin de proteger la gran riqueza ambiental, igualmente se expone la preocupación de los municipios de la cola del embalse debido a que recibirán todos los residuos sólidos que viajan a través del río y cómo se deberán plantear opciones adecuadas de manejo frente a dicha situación.

Existe la preocupación por el hecho de que lleguen personas externas, adquieran las tierras y se aprovechen del desarrollo económico que generará el futuro embalse. Se considera importante que haya impedimento de venta de tierras una vez inicie el proyecto, de manera que no sean los externos los que se aprovechen.

Es manifiesta la preocupación de los habitantes por la actividad minera (artesanal e industrial-pequeñas y grandes) toda vez que reconocen el uso indiscriminado de metales pesados cuyos residuos terminan en los tributarios del embalse. Se reconoce el impacto que esto pueda generar en la seguridad energética nacional. Así mismo se indica que se están contaminando las aguas de centros poblados como Mogotes entre otros, lo que afecta el desarrollo de actividades como agricultura y ganadería.

No existe un adecuado conocimiento del territorio asociado al embalse y su zona de protección, cota de inundación, veredas, hitos geográficos, entre otros. (Vale la pena mencionar que se les aclaró en los talleres, por parte de EPM, cual es la cota máxima de inundación y hasta dónde llega el embalse).

Tampoco existe un acervo cultural referido a las embarcaciones que un eventual ejercicio de navegación exija.

#### ***1.9.4.1. Procesos participativos con autoridades de orden departamental, nacional y Corporaciones Autónomas***

Se hicieron encuentros con autoridades nacionales como la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, la Asociación Colombiana de Generadores de Energía (ACOLGEN), el Ministerio de Medio Ambiente, la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca AUNAP, El Ministerio de Transporte, las Corporaciones autónomas CORPOURABA y Corantioquia, con todos ellos se socializó la propuesta del POE y se escucharon las inquietudes. Ver tabla 10.



**Tabla 10. Socialización autoridades de orden departamental, nacional y corporaciones autónomas regionales**

ENTIDAD	FECHA	HORA	LUGAR
CORANTIOQUIA	06/12/2016	2:00 PM	CORANTIOQUIA, Med
CORANTIOQUIA Y CORPOURABÁ	05/05/2016	2:00 PM	EPM-Piso 9
CORPOURABA (Apartadó)	30/01/2017	8:00 AM	CORPOURABA (Apartadó)
CORPOURABA (Apartadó)	23/03/2017	8:00 AM	CORPOURABA (Apartadó)
CORPOURABA (Apartadó)	09/06/2017	10:00 AM	CORPOURABA (Apartadó)
Gobernación de Antioquia (Departamento Administrativo de Planeación y otras Entidades)	23/06/2016	9:00 AM	EPM Piso 8
Gobernación de Antioquia Departamento Administrativo de Planeación y otras Entidades)	14/12/2016	8:00 AM	Edificio Gobernación Piso 4
Gobernación de Antioquia (Asamblea Departamental)	17/05/2017	7:30 AM	Comisión Cuarta, Asamblea Departamental
Gobernación de Antioquia (DAPARD)	10/07/2017	2:00 PM	DAPARD
AUTORIDADES NALES (Bogotá)	01/11/2016	8:00 AM	Claustro San Agustín- UNALBOG
ANLA	25/10/2016	2:40 PM	Sede ANLA (Bogotá)
AUNAP (Bogotá)	22/05/2017	2:00 PM	AUNAP (Bogotá)
AUNAP (Medellín)	02/05/2016	9:30 AM	AUNAP (Medellín)
AUNAP (Medellín)	15/05/2017	9:00 AM	AUNAP (Medellín)
MINTRANSPORTE	23/05/2017	8:00 AM	MINTRANSPORTE (Bogotá)

Fuente: Elaboración Propia, PHI – EPM – UNAL, 2016-

En síntesis, con estas reuniones en el tema de pesca se indagó si se ha evaluado el posible cambio en la población de peces, indicando que es posible que haya cambio en las especies y posiblemente se establezcan especies, el tema de acuicultura, se contempla el impacto sobre la calidad del agua. Se hace énfasis en la importancia de las especies nativas y la inclusión de paquetes tecnológicos.

Adicionalmente se cuestiona si el único posible uso agropecuario que tendrá el embalse será la acuicultura o si se han considerado sistemas de riego. El Ministerio de Ambiente enfatiza en la importancia de beneficiar a las comunidades y no a privados en el desarrollo de estas actividades productivas.

En materia de ordenamiento territorial, se indica que los municipios no están realizando la actualización de sus esquemas pues hacen falta en su mayoría los estudios previos de amenaza y riesgo, se aclara que EPM tiene la obligación por Licencia Ambiental de apoyar estos estudios, los cuales han presentado dificultades en su ejecución. El Plan de Ordenamiento del Embalse tendrá que articularse a éstos.

Se mencionó que el período de estabilización del embalse será determinante en el éxito de la

ordenación, y que se requiere una articulación de las competencias de cada una de las entidades vinculadas con cada uno de los usos. Se aclara que el estudio no pretende potenciar usos como la acuicultura, sino dar respuestas a las expectativas de diferentes actores.

En la reunión sostenida con la ANLA, se socializaron las fases y metodología del estudio y se dio seguimiento a las actividades que ha realizado EPM, en respuesta a las obligaciones de la licencia en los programas de restitución de las condiciones de vida de la población y la articulación institucional, que son los principales vinculados a la elaboración y recomendaciones del estudio realizado por la Universidad Nacional de Colombia. Para la ANLA, es importante que el estudio sea socializado en su totalidad y que sus resultados se den a conocer a las entidades gubernamentales y demás autoridades relacionadas con los usos estudiados.

Con la AUNAP (Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca), tanto en su sede nacional ubicada en la ciudad de Bogotá, como en su territorial Antioquia, se llevaron a cabo una serie de reuniones que buscaron complementar los resultados del estudio, el manifiesto interés en que la ANLA se articule con otras instituciones, para poner en marcha un Plan de Ordenamiento Pesquero (POP) no solo en el embalse del PHI sino en todos los embalses del país.

Desde la AUNAP se comenta que, la pesca no era una actividad con arraigo en la zona y que la prioridad del embalse Ituango debe ser la generación de energía, desde la AUNAP se solicita el censo de pescadores como soporte y se comenta que el tema presupuestal es complejo para la institución en cuanto a acompañamiento para el proyecto se refiere, se resalta la pertinencia del estudio, dado que se da previo a la existencia del embalse.

Dentro de los insumos que se utilizaron en esta reunión, se hizo llegar a la Autoridad un documento resumen que contenía los resultados en materia de pesca y acuicultura; este documento se allegó además a la territorial Antioquia y las observaciones del mismo se incorporarán a la versión final que se entregará a las autoridades competentes encargadas de regular este uso y de la aprobación del POP.

Para el caso del Ministerio de Transporte, se allegó el Resumen ejecutivo con radicado No. 20173210315282 de mayo 23 de 2017 que se complementará con informe completo de Navegabilidad, informe de Período de Estabilización y presentación expuesta, se aclaró que respecto a la navegación local (para conectividad entre ambas márgenes por parte de las comunidades) se adelantará cuando se realice el llenado del embalse y se habilitarán desde el Ministerio sólo las rutas establecidas para esta, así mismo se indica que el monitoreo de taludes será una actividad a cargo de EPM.

El espacio de socialización que contó con la participación de delegados de la Corporación Autónoma Regional de Antioquia (CORANTIOQUIA) y la Corporación Autónoma Regional de Urabá (CORPOURABA) se dispuso el día 5 de mayo de 2016. Durante la reunión el objetivo principal que los representantes de las autoridades ambientales conocieran el estudio, sus fases, su metodología y los resultados parciales del mismo, con el propósito de que fueran multiplicadores al interior de las entidades que representan y de buscar la forma de articular las competencias de las corporaciones para la adopción del POE, y la designación de zonas de protección.

Las dudas que se plantearon tuvieron que ver con los temas de navegación, coberturas vegetales y actividades como la pesca. Uno de los compromisos más significativos de esta

reunión fue la posibilidad de generar una sinergia entre las autoridades ambientales, EPM y el estudio propuesto por la Universidad Nacional de Colombia, para ello se plantearon otros espacios y se propuso llevar a cabo más reuniones donde se ampliará la convocatoria a otros funcionarios que requieran conocer a fondo los temas tratados.

Las siguientes socializaciones o encuentros de trabajo que se mencionan, y que fueron realizadas con CORPOURABÁ, tuvieron como objetivo principal discutir la adopción del POE, mediante la figura de Distrito de Manejo Integrado (DMI), decretada por la Corporación en la jurisdicción del municipio de Peque, pero con posibilidad de ampliarse al resto del área de influencia del Estudio. Tanto el equipo de la Universidad Nacional de Colombia, como la Dirección de la Corporación coinciden en que esta es una alternativa viable y que podría representar ventajas para usos como la conservación.

En las reuniones con la gobernación de Antioquia dentro de los temas tratados en el espacio de socialización lo que más resaltó fueron las consideraciones que tienen que ver con la posibilidad de articular el POE a las iniciativas de ordenamiento territorial que se están dando en cada uno de los municipios del área de influencia. En ese sentido, algunos funcionarios de la Gobernación mencionaron que no se tiene muy claro qué tan vinculantes y obligatorias son las disposiciones que otorga a la entidad departamental la ley orgánica de Ordenamiento Territorial, en su artículo 29, para acoger el plan y otras disposiciones de orden territorial, puesto que hasta la fecha se trata de un tema de autonomía municipal, donde la Gobernación no ubica de manera clara su competencia como ente administrativo.

La Gobernación además compartió algunas de las dudas o expectativas que se tienen con respecto a los usos y la posibilidad de implementarlos de manera organizada, al respecto, se habló de la navegación de carga, la pesca en jaulones y la potencialidad del turismo rural como temas que resaltaban y se revisten de importancia en el escenario futuro que plantea el proyecto para el desarrollo de la región. La subregión norte se muestra como la de mayores desafíos a la hora de implementar estos usos, sobre todo el turismo, al no ser una zona con una vocación económica o una infraestructura asociada a esta actividad.

La reunión organizada en conjunto con el Departamento Administrativo de Planeación contó con la participación de instancias como la Seccional de Salud de Antioquia, Secretaría de Infraestructura, la Gerencia de Municipios, la Secretaría de Minas, el INDER, el IDEA y la Secretaría de Agricultura. En ella, se dieron a conocer los resultados del estudio y se socializaron los mecanismos de adopción del POE, de manera que la administración departamental buscara integrarse en la búsqueda de activar los canales para la articulación interinstitucional en la regulación de los usos estudiados. Igualmente, se plantearon dudas e inquietudes que tenían que ver con el papel de la Gobernación de Antioquia como socia del PHI.

Durante el espacio realizado con comisión cuarta de la Asamblea Departamental, se mencionó el interés de adoptar los resultados del estudio y del modelo de integración territorial realizado por EPM a los ejercicios de planeación municipal y departamental, mediante un trabajo articulado entre las administraciones y EPM, igualmente se discutió la vía de adopción por Ordenanza Departamental como un escenario posible y se invitó a los diputados a que se comprometieran a realizar un esfuerzo en consolidar esta estrategia.

En la reunión sostenida con los funcionarios del Departamento Administrativo de Prevención y Atención al Riesgo (DAPARD), se plantearon varias inquietudes referentes al período de estabilización en el componente geológico, teniendo en cuenta que llenado del embalse.

**1.9.4.2. con Instituciones educativas, estudiantes y comunidad educativa.**

En el marco de la semana ambiental que realiza cada año el PHI con la comunidad educativa, se realizó una socialización a quienes asistieron al evento, es decir comunidad educativa, ver Tabla 11.

**Tabla 11. Socialización comunidad Educativa**

Actividad	Fecha	Hora	Lugar	Acompañante Equipo Técnico
<b>Semana Ambiental</b>	2 de junio	9:00 am a 12:00 m	Liborina (I.E. San Francisco de Asís)	<b>Joaquin Hincapié</b>
			Sabanalarga (Auditorio I.E)	<b>Giovanny Olaya</b>
			Ituango (Teatro Municipal)	<b>Carlos Gutiérrez</b>
			Toledo (Auditorio)	<b>Carolina Perez</b>
			Santa Fe (Museo)	<b>Johanna Arroyave</b>
			Olaya (Casa de la Cultura)	<b>Diana Tobon</b>
				<b>Carolina Pérez</b>

Fuente: Elaboración Propia, PHI – EPM – UNAL, 2017.

**1.9.4.3. Talleres de Socialización y Validación de Resultados con las Administraciones Municipales del Área de Influencia**

Para concluir el ejercicio participativo tanto con comunidades como con las administraciones municipales, se realizaron varios encuentros, para validar los resultados y escuchar las inquietudes finales, la programación se hizo acorde a la Tabla 12.

**Tabla 12. Socialización con Administraciones Municipales y comunidades**

Municipio	Fecha Tentativa
Briceño	Martes 14 de febrero 8:30 am
San Andrés de Cuerquia	Martes 14 de febrero 2:00 pm
Toledo	Miércoles 15 de febrero 2:30 pm
Santa Fe Antioquia	Viernes 17 de febrero 8:30 am
Olaya	Viernes 17 de febrero 2:00 pm
Valdivia	Lunes 20 de febrero 2:00 pm
Buriticá	Martes 21 de febrero 8:30 am

Liborina	Martes 21 de febrero 2:00 pm
Sabanalarga	Viernes 24 de febrero 2:00 pm
Peque	Lunes 27 de febrero 2:00 pm
Ituango	Miércoles 8 de marzo 2:00 pm

Fuente: Elaboración Propia, PHI – EPM – UNAL, 2017.

**Tabla 13. Agenda de socializaciones con comunidades**

Municipio	Fecha	Lugar
Sabanalarga	20 de junio de 2017	Parque educativo
Santa Fe de Antioquia	21 de junio de 2017	Cámara de Comercio
Toledo	23 de junio de 2017	Campamento Tacuí. Cuní

Fuente: Elaboración Propia, PHI – EPM – UNAL, 2017.

#### **1.9.4.4. Actualización del POE y procesos de socialización 2020**

Teniendo en cuenta que la primera fase del POE se inició en el 2015 y que para esta época no se contaba con embalse, para el año 2020 se inicia una nueva etapa de actualización del Plan de Ordenamiento del Embalse y de socialización de los resultados con las comunidades de la zona del embalse, teniendo en cuenta que a la fecha se cuenta con un embalse no programado, generado por la contingencia del Proyecto Hidroeléctrico Ituango.

En estos procesos de socialización se escuchan las preguntas de las comunidades, se aclaran las inquietudes y se orienta a las comunidades para tramitar aquellas dudas que no estén en el alcance de la Universidad Nacional de Colombia.

Es de anotar que, con el Municipio de Briceño, no se hicieron los procesos de Socialización, dado que el alcalde se negó al proceso, para el 2021 se hizo la socialización con las comunidades de las veredas El Orejón, Alto de Chirí y La Calera.



### Fotografía 20. Socialización actualización POE



Vereda El Cativo municipio de Santa Fe de Antioquia- noviembre 17 de 2020



Concejo Municipal municipio de Buriticá- octubre 28 de 2020

Fuente: Elaboración Propia, PHI – EPM – UNAL, 2020.

Para el período 2020 se realizaron 33 socializaciones, dado la presencia del COVID, varias de las reuniones se han tenido que hacer de manera virtual, a continuación, Tabla 14 relación de reuniones realizadas por municipio de zona de embalse.

**Tabla 14. Socializaciones año 2020**

Municipio	No. de reuniones	Actores	Fecha
Sabanalarga	3	Funcionarios de la Administración Municipal, ASOCOMUNAL y Concejo Municipal	Septiembre 15, octubre 24 y octubre 29 de 2020
Peque	3	Funcionarios de la Administración Municipal, comunidad y Concejo Municipal	Septiembre 11, 29 y noviembre 26 de 2020
Liborina	3	Funcionarios de la Administración Municipal, comunidad y Concejo Municipal	Septiembre 15, noviembre 4 y 27 de 2020
Buriticá	6	Funcionarios de la Administración Municipal, comunidades de La Angelina, Mogotes y Concejo Municipal	Julio 29, septiembre 1 y 15, octubre 28 y noviembre 9 de 2020
Olaya	4	Funcionarios de la Administración Municipal y Concejo Municipal	Septiembre 1, 7, 22 y noviembre 4 de 2020

Santa Fe de Antioquia	5	Funcionarios de la Administración Municipal, comunidad de Carauquia y Tunal y Concejo Municipal	Septiembre 22, octubre 10, noviembre 10, 17 y 18 de 2020
Ituango	4	Funcionarios de la Administración Municipal, mesa intersectorial y Concejo Municipal	Septiembre 22, octubre 10, noviembre 19 y 27 de 2020
San Andrés de Cuerquia	2	Funcionarios de la Administración Municipal	Julio 7 y diciembre 22 de 2020
Toledo	3	Funcionarios de la Administración Municipal, ASOCOMUNAL, concejo Municipal	Septiembre 15, noviembre 8 y 11 de 2020

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### 1.9.4.5. Logros de las socializaciones

- Los actores sociales y comunitarios de los municipios de zona de embalse como son: Peque, Sabanalarga, Olaya, Liborina, Santa Fe de Antioquia, Buriticá, Ituango y Toledo conocieron y aclararon dudas sobre el Plan de Ordenamiento del Embalse – POE.
- Actores Nacionales, Departamentales y Locales como son La Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca- AUNAP, Ministerio de Transporte, Super Intendencia de Transporte y Tránsito, Gobernación de Antioquia, La Universidad de Córdoba, Fundaciones como Humedales y la Corporación Autónoma Regional CORANTIOQUIA, han podido conocer los planteamientos de POE, hacer sus aportes y aclarar las dudas que se tienen al respecto.
- Se logra fortalecer las relaciones con actores institucionales y propiciar articulaciones entre éstos y las propuestas planteadas por el POE.
- Se escucharon y aclararon las inquietudes de funcionarios de las diferentes alcaldías municipales, de concejales y comunidad en general.
- Se acogen las inquietudes presentadas por los diferentes actores, las que son entregadas a EPM y que tienen relación con los proyectos en turismo específicamente.
- Se presentaron inquietudes en las comunidades de algunos municipios como la comunidad de La Angelina frente a la carencia de terrenos para sus proyectos agropecuarios debido a que están destinados a la zona de compensación.

- El municipio de Peque planteó que dado que las tierras aptas para camping y senderismo están en terrenos que pertenecen al proyecto se debe viabilizar la posibilidad de que las comunidades accedan al aprovechamiento de esas actividades.
- En el municipio de Liborina plantea que es necesario que se propongan una vía del embalse a las vías secundarias del municipio.

Las comunidades de Chirí, El Orejón y La Calera plantean la posibilidad de presentar proyectos adicionales a los contemplados por el POE en el municipio.

### **1.10. EL RANGO NORMATIVO DEL POE Y SU ADOPCIÓN DEPARTAMENTAL VÍA ORDENANZA**

Existen pronunciamiento legislativos, administrativos y judiciales que permiten concluir la posibilidad de que un Departamento, en son de sus funciones constitucionales, tome a un embalse como unidad de ordenamiento y planificación territorial, y adopte la reglamentación de los usos y actividades permitidos en el mismo en tanto que se tienen como usos compatibles con el uso principal de generación de hidroenergía. Esta podría ser la opción para este caso concreto con el PHI y el departamento de Antioquia. Esta vía de adopción departamental se tendría en todo caso como un instrumento normativo vinculante que no invadiría la órbita de competencias de otras entidades como las municipales.

Para empezar, desde la Constitución se dan una serie de facultades y autonomías a los departamentos para el tratamiento de temas relacionados con la regulación y la planeación. Así, por ejemplo, el artículo 300, señala que:

*“Corresponde a las Asambleas Departamentales, por medio de ordenanzas:*

*(...)*

*“2. Expedir las disposiciones relacionadas con la planeación, el desarrollo económico y social, el apoyo financiero y crediticio a los municipios, el turismo, el transporte, el ambiente, las obras públicas, las vías de comunicación y el desarrollo de sus zonas de frontera.*

*“3. Adoptar de acuerdo con la Ley los planes y programas de desarrollo económico y social y los de obras públicas, con las determinaciones de las inversiones y medidas que se consideren necesarias para impulsar su ejecución y asegurar su cumplimiento.”*

Lo que a su vez se complementa con el artículo 298 de la misma Constitución Política, que señala la facultad de coordinación y complementariedad de los departamentos respecto a los municipios y la Nación:

*“Los departamentos tienen autonomía para la administración de los asuntos seccionales y la planificación y promoción del desarrollo económico y social dentro de su territorio en los términos establecidos por la Constitución.*

*“Los departamentos ejercen funciones administrativas, de coordinación, de complementariedad de la acción municipal, de intermediación entre la Nación y los Municipios y de prestación de los servicios que determinen la Constitución y las leyes.”*

El desarrollo de estas facultades departamentales, relacionado en específico con el ordenamiento territorial, se dio a través de la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Ley 1454 de 2011. En ella se delimitaron las competencias y los niveles de autonomía que tienen los diversos entes territoriales involucrados en la función pública del ordenamiento del territorio.

Y en concreto, respecto a los departamentos, la Ley 1454 de 2011, en su artículo 29, señaló un listado de competencias en materia de ordenamiento territorial, de las cuales se destacan las siguientes por estar relacionadas con la presente propuesta de adopción del POE:

*a) Establecer directrices y orientaciones para el ordenamiento de la totalidad o porciones específicas de su territorio, especialmente en áreas de conurbación con el fin de **determinar los escenarios de uso** y ocupación del espacio, de acuerdo con el potencial óptimo del ambiente y en función de los objetivos de desarrollo, potencialidades y limitantes biofísicos, económicos y culturales.*

*(...)*

*c) **Orientar** la localización de la infraestructura física-social de manera que se aprovechen las ventajas competitivas regionales y se promueva la equidad en el desarrollo municipal.*

*(...)*

*e) En desarrollo de sus competencias, los departamentos podrán **articular** sus políticas, directrices y estrategias de ordenamiento físico-territorial con los planes, programas, proyectos y actuaciones sobre el territorio, mediante la adopción de planes de ordenamiento para la totalidad o porciones específicas de su territorio.”*

Del artículo citado se subrayan los verbos rectores de cada literal: determinar, orientar y articular, relacionados con las acciones que pueden ejecutar los municipios en materia de ordenamiento territorial. Ello dado que la interpretación de dichos verbos es la que permite

concluir si, en este caso en concreto, el departamento puede asignar usos alternativos al embalse del PHI, y su área de influencia, o si esta facultad radica únicamente en cabeza de los municipios.

La respuesta que se plantea aquí es afirmativa, en tanto al departamento le está dada esa facultad y no reñiría con el ordenamiento territorial municipal de los municipios incididos por el proyecto.

Ello debido a que adoptar por ordenanza departamental el POE se tiene como una directriz y orientación para el ordenamiento de una porción del territorio antioqueño que determinaría escenarios de uso del embalse, -literal a)- sólo en las porciones parciales del territorio municipal que aportan al proyecto los municipios incididos. A su vez que el proyecto se tiene también como un proyecto de infraestructura física y social sobre el cual se pueden dar orientaciones -literal b)-, contenidas en estrategias o planes de ordenamiento que sirven como herramientas articuladoras de los ámbitos regional y local -literal e)-.

Estos verbos, y la facultad de ordenamiento territorial de los departamentos y sus relaciones con la facultad constitucional que tienen los municipios como gestores del suelo, tuvo un reciente examen de constitucionalidad por la Corte Constitucional, en la cual se resolvió una demanda contra los literales del artículo 29 antes citado. Esta se resolvió en la sentencia C 138 de 2020, donde se dijo que dichos artículos eran exequibles y no vulneraban la autonomía municipal en materia de ordenamiento territorial.

En dicho fallo quedó claro que la función departamental de ordenamiento territorial es válida para aquellos casos en los cuales se tienen fenómenos que exceden el mero interés municipal de ordenamiento territorial local, y para el caso que nos concierne, un ejemplo de ello sería el PHI. Así se dice en la sentencia aludida:

*“Esto implica que sobre el territorio confluyen diversos intereses y, por lo tanto, en virtud del principio constitucional de concurrencia (artículo 288 de la Constitución), las competencias en la materia, no se agotan con la expedición de los POT, por parte de los municipios. “Las competencias en materia urbanística y de ordenamiento territorial son objeto de distribución constitucional y de coexistencia de competencias concurrentes de regulación normativa entre los niveles central, departamental y municipal, como suele darse en un estado descentralizado y con autonomía de sus entidades territoriales.” [...]*

*“... en virtud de los principios de subsidiariedad, concurrencia y de coordinación, previstos en el artículo 288 de la Constitución, para guiar las relaciones entre los diferentes niveles de la organización del territorio, con respeto de las respectivas autonomías, previó un mecanismo para articular las funciones de planeación de la Nación y de los municipios, incluida la planeación en materia de ordenación del territorio y, por lo tanto, dispuso que “Los planes y programas de desarrollo de obras públicas, serán coordinados e integrados con los planes y programas municipales, regionales y nacionales”. [...]*



*“En realidad, las normas bajo control coinciden con la idea según la cual la reglamentación de los usos del suelo no agota la función de ordenamiento territorial y, por el contrario, en esta función concurren competencias nacionales, departamentales y municipales, frente a las cuales, los departamentos cumplen el rol constitucional de coordinación que, en el presente caso, se materializa en directrices y orientaciones de la labor de los concejos las que, pueden incluso estar incluidas en un documento denominado PDOT...”*

Así las cosas, en ejercicio de esa facultad constitucional de coordinación en la ordenación del territorio, en cabeza de los Departamentos, según dicha jurisprudencia constitucional, éstos pueden formular planes y proyectos de ordenamiento y desarrollo, en cuestiones de infraestructura que son fenómenos supramunicipales, de necesaria articulación regional y nacional. Así lo afirma la Corte Constitucional en la sentencia C 138 de 2020:

*“Estas facultades parten de considerar que la intervención departamental se justifica por la existencia de intereses supramunicipales o intermunicipales, en asuntos en los que la coordinación en la ordenación del territorio, permitirá una mejor planeación del desarrollo en lo territorial y evitará contradicciones y pérdida de oportunidades para el aprovechamiento de potencialidades de diversa naturaleza. Es decir, que las normas bajo control también encuentran fundamento constitucional en la función propia de los departamentos de planear su desarrollo.” [...]*

*“La coordinación departamental en el ordenamiento territorial permite la consideración de realidades que sobrepasan los límites de determinado municipio, tales como las variantes geológicas, por ejemplo, la existencia de cuencas hidrográficas, los riesgos naturales y los asentamientos humanos y, a la vez, otorga un instrumento adecuado a los departamentos para mejorar la planeación del desarrollo ecológico, social, económico y cultural de su territorio frente a municipios rezagados, con lo que, se puede propender por un desarrollo más uniforme, equitativo, integral y ambientalmente sostenible. Gracias a estos instrumentos, los departamentos pueden formular estrategias generales de desarrollo que guíen a los municipios en la realización de acuerdos entre ellos para la realización de proyectos en común y para la instalación de infraestructura con beneficio mutuo como, por ejemplo, proyectos de conectividad vial o de transporte intermunicipal.”*

De esta forma entonces, se concluye que el proceder de un departamento que adopte planes de ordenamiento para una porción de su territorio, como sería el caso de Antioquia con el POE, se enmarca dentro de un proceder constitucional y no invasivo de la órbita de los municipios. Máxime si en este caso en particular, como se ha podido establecer en el estudio de este proyecto, los municipios incididos con el PHI cuentan con Esquemas y Planes básicos de ordenamiento territorial que en su mayoría han superado su vigencia, y ninguno de ellos contempla una regulación a la zona del embalse del proyecto que sugiera umbrales de protección o usos alternativos en escalas sostenibles del embalse y sus zonas aledañas. Por

tanto, ante este vacío normativo y este déficit de protección al suelo y los demás recursos naturales involucrados, es viable y constitucional que entre el departamento a tratar de suplirlo.

Y la viabilidad de adopción del POE por el Departamento se complementa también con la viabilidad de otro instrumento de ordenamiento que esta misma entidad territorial adoptó, que fue el Plan de Ordenamiento Departamental de Antioquia -PODA- adoptado mediante Ordenanza Departamental N° 031 del 2 de septiembre de 2019, de la Asamblea Departamental.

Como se vio en el pronunciamiento de la Corte, también se concluyó que la regulación que hagan los departamentos con los Planes de ordenamiento territorial departamental se tiene como constitucional. Y en este caso, el POD contempló al embalse del PHI como un fenómeno territorial a regular desde la norma urbanística departamental, llegando a considerar incluso, en su artículo 60, como una obligación del Departamento el tener que incluir los escenarios de riesgo derivados de la operación del proyecto como un criterio para adicionar en el Plan de Gestión del Riesgo Departamental.

Es así como el artículo 60, literal d, del Plan de Ordenamiento Departamental -POD- Ordenanza Departamental N° 31 de 2019, señala:

*“En concordancia con la obligación establecida en el artículo 37 de la Ley 1523 de 2012, en cuanto a la elaboración y actualización de los planes de gestión del riesgo de desastres y considerando lo planteado en el artículo 24 de la Ley 1931 de 2018 (Ley de cambio climático) sobre la incorporación de la adaptación al cambio climático en los planes de gestión del riesgo, el Departamento actualizará su PDGRD y la estrategia para la respuesta a emergencias, incluyendo: [...]”*

*“d) El escenario de riesgo asociado el Proyecto Hidroeléctrico Ituango, a partir del estudio detallado de riesgo elaborado por los responsables del proyecto, en el marco del Decreto 2157 de 2017.”*

Ante esto, entonces, la adopción del POE se vuelve además una obligación complementaria para articular contenidos de ambas herramientas por parte del Departamento.

De otro lado, el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, también se ha pronunciado favorablemente sobre la viabilidad de que un Departamento adopte un Plan de ordenamiento para el embalse de un proyecto hidroeléctrico. Y lo hizo a través del Concepto emitido en fecha 28 de marzo de 2017, ante la solicitud de conceptuar lanzada por el Departamento de Santander con relación al caso del Embalse de Topocoró.

En esa ocasión, en dicho concepto, el Ministerio expresó textualmente lo siguiente:

*“Es posible que la Asamblea Departamental en el ejercicio de las funciones legales conferidas, pueda reglamentar el embalse de Topocoró, siempre y cuando esta*

*reglamentación sea acorde con los planes de ordenamiento municipal establecidos por cada municipio dentro de su respectiva jurisdicción, esto en aras de garantizar el cumplimiento del principio de autonomía territorial, el cual se manifiesta en la posibilidad que tiene cada municipio de reglamentar los usos del suelo dentro de su respectivo territorio, lo que implica que ninguna autoridad del orden regional o nacional, pueda adoptar unilateralmente decisiones que excluyan la participación de quienes en el ámbito local, recibirán de forma directa los impactos que el desarrollo de cualquier actividad le puedan generar”*

Así las cosas, respecto a los dos requisitos que señaló en esa ocasión el Ministerio de Medio Ambiente para tener en cuenta: uno, que la reglamentación del POE no vaya en contravía de las disposiciones de los esquemas de ordenamiento municipal, y dos, que se brinden escenarios de participación a los municipios incididos, se debe decir lo siguiente.

Respecto a lo primero, se debe reiterar que, para este caso en particular, en ninguno de los instrumentos de ordenamiento territorial de ninguno de los municipios se contempla reglamentación alguna para la operación del PHI, ni se asignan o regulan usos alternativos al mismo. Por lo cual, una reglamentación que aporte los contenidos del POE, adoptada por el Departamento, hoy por hoy, no estaría en contravía de ninguna de las disposiciones de los Esquemas y Planes básicos de ordenamiento de los 14 municipios estudiados. Todo lo contrario, ampliaría el margen de protección a los territorios y los recursos naturales involucrados en la operación del PHI.

En segundo lugar, respecto a acatar un mandato de participación que en todo caso se le debe garantizar a los municipios impactados directamente con el PHI, una opción viable es acudir a la figura que ya se usó también en el caso del Embalse Topocoró, para garantizar el pluralismo en el tratamiento y la regulación del POE. Esto fue acudir a un órgano colegiado, que se tenga como la instancia máxima de gobernanza y donde tengan participación todos los municipios incididos.

Así, en el caso aludido mediante Ordenanza N° 038 del 10 de agosto de 2017, la Asamblea Departamental de Santander adoptó los lineamientos y directrices contenidos en el estudio técnico denominado “Embalse Topocoró, formulación del plan de ordenamiento central hidroeléctrica Sogamoso”. Y en dicha ordenanza se mencionó también la conformación e institucionalización del denominado Comité Interinstitucional del Área de Influencia Directa del Embalse Topocoró -CETOP-. El cual, a su vez, se dice, fue reglamentado mediante Decretos promulgados por el gobernador, y donde se le asignó como objeto el:

*“...articular los derechos y deberes civiles, sociales, económicos y ambientales, con el fin de generar un modelo de administración o gobernanza de los usos del embalse y su área de influencia directa, cuya función principal es la de coordinar, acompañar y apoyar las entidades responsables que hacen parte de la toma de decisiones que correspondan a cada una, de acuerdo a sus competencias como actores involucrados en el desarrollo y funciones del embalse.”*

Aclarando a su vez que en dicho Comité tienen representación los municipios de la zona de influencia del embalse, y que entre sus funciones están las de *“gestionar acciones para restringir, controlar, reglamentar y asignar responsabilidades directas, de acuerdo a las competencias de las instituciones, frente a las situaciones de desorden, inseguridad, ilegalidad, hechos imprevistos o de emergencia que se presentan en el embalse y sus alrededores.”*

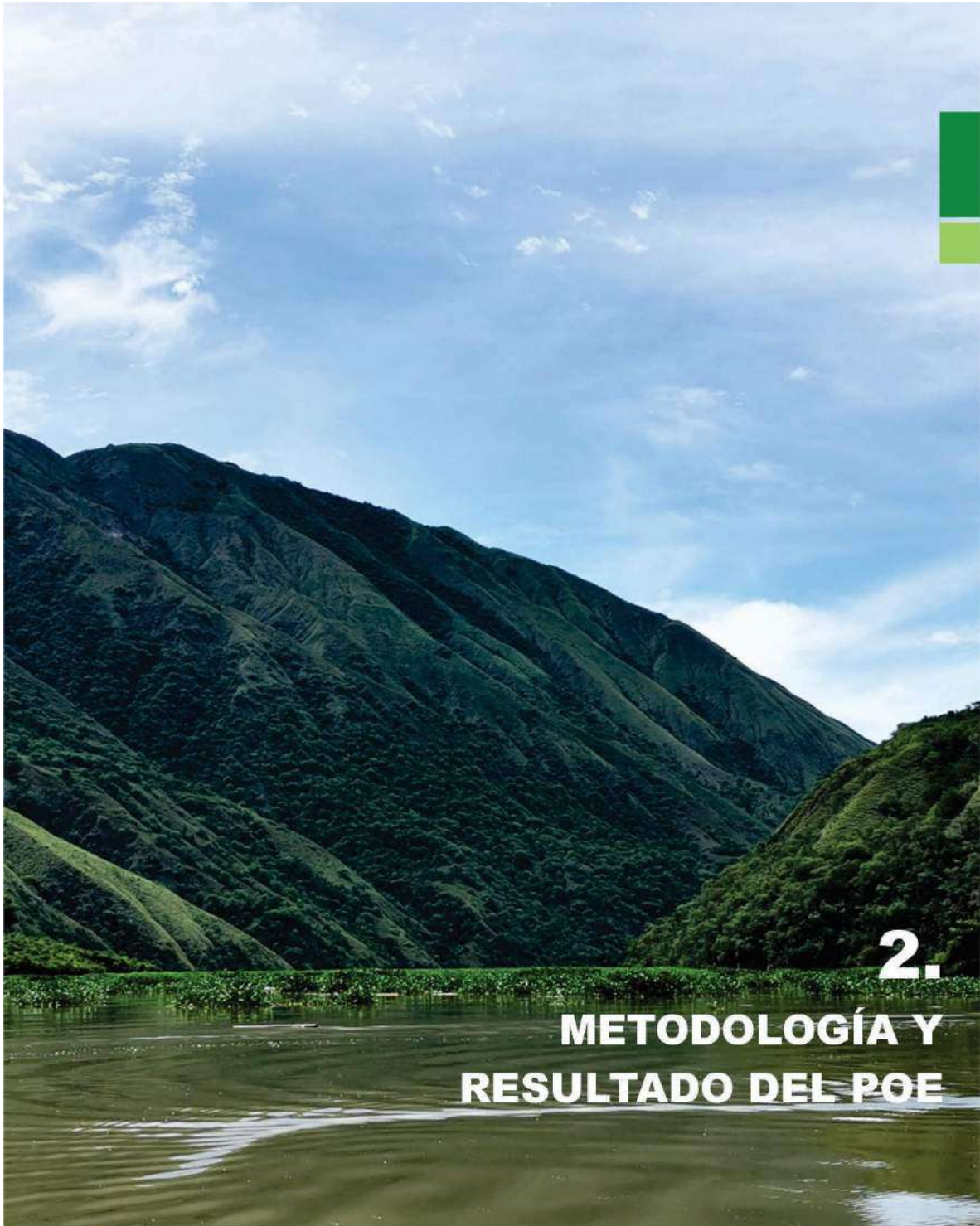
La opción de crear un cuerpo colegiado, con representación de los municipios involucrados, y que se tenga como espacio de interlocución para la regulación de los contenidos del POE, se tiene como una opción viable que lograría satisfacer las demandas de participación que requieren los municipios, en una eventual adopción del POE por la vía de ordenanza departamental.

Finalmente, se debe mencionar que esa autonomía del Departamento para crearse su propio órgano rector en materia de ordenamiento territorial, cuando adopte y ejecute herramientas específicas de ordenamiento como el POE, también está reglada y permitida en la misma Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, que expresamente señala en su artículo 28:

*“Artículo 28. Los departamentos y municipios tendrán autonomía para determinar su estructura interna y organización administrativa central y descentralizada; así como el establecimiento y distribución de sus funciones y recursos para el adecuado cumplimiento de sus deberes constitucionales.*

*“Sin perjuicio de su control de constitucionalidad o de legalidad, estos actos no estarán sometidos a revisión, aprobación o autorización de autoridades nacionales.”*





**2.**  
**METODOLOGÍA Y  
RESULTADO DEL POE**



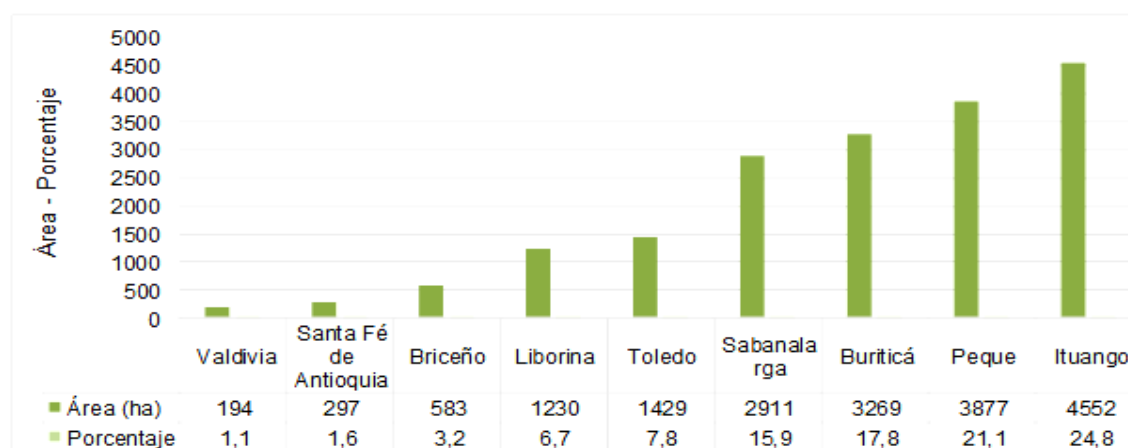
## 2. METODOLOGÍA Y RESULTADOS DEL POE

### 2.1. ZONAS DEFINIDAS POR LA LICENCIA AMBIENTAL<sup>14</sup>

De acuerdo con el Decreto 2041 de 2014 que reglamenta la Ley 99 (Congreso de la República de Colombia, 1993), las medidas de compensación pueden ser definidas como “...las acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos o mitigados.”

Así, la zona de compensación ambiental es el área donde se concretan espacialmente decisiones de resarcimiento de esos recursos o elementos medio ambientales de importancia social e interés ecológico. En la Figura 5 se muestra la relación entre el área de los municipios afectados y el porcentaje de la misma destinada a medidas de compensación del PHI. Las áreas de compensación ambiental se presentan por municipio de menor a mayor siendo Olaya (19 ha) el de menos e Ituango el de más (4.552 ha).

**Figura 6. Áreas de compensación ambiental por municipio**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia y EPM (2017).

En el mismo sentido, el artículo 8 de la Resolución 1980 de 2010, dispuso como obligación el establecimiento de una Zona de Protección que el mismo acto administrativo definió como una “... faja perimetral de terreno paralela a la cota máxima de inundación, con un ancho de 100 metros (cotas 420 a 520 msnm) con un total de 2.186,6 ha, donde se adelantarán actividades de reforestación en las áreas que actualmente están bajo coberturas de pastos o que carecen de ellas”. Dicha área deberá entenderse además en el sentido dispuesto en el artículo 4 de la

<sup>14</sup> Según las resoluciones de la ANLA (155/2009 art 4, 1891/2009 art 3, 1980/2010 art 3, 1041/2012 art. 8 numeral 1,3,15; 0132/2014 y 1052/2014) se deben compensar 12.868 ha en la zona de vida bs-T; 3.918 ha en bh-T; 3.50 en robledales para un total de 16.790 ha.

Ley 1242 de 2008 que determina como Área Protegida a la “zona declarada bajo régimen legal para la administración, manejo y protección de los recursos naturales y el ambiente” (Tabla 15).

**Tabla 15. Zonas definidas por Licencia Ambiental**

Zonas de Licencia	Área (ha)
Embalse	3.795
Franja de protección del embalse	2.250
Área de compensación ambiental	16.790
Área total	<b>22.852</b>

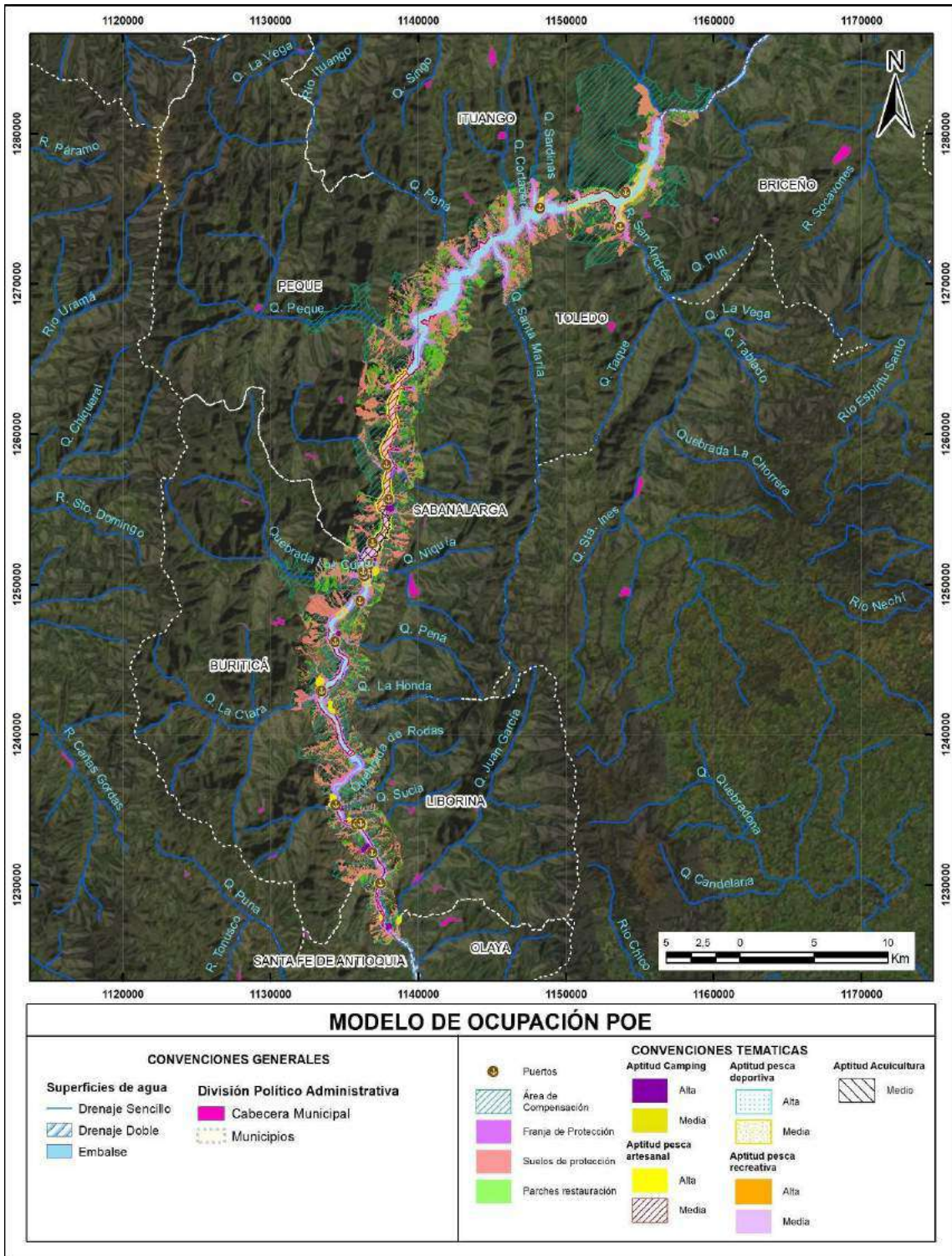
Fuente: UNAL y EPM (2017).

La zona de protección y compensación comprende ocho municipios y 28 veredas. En términos porcentuales, las mayores Zonas de Protección por municipio son: Sabanalarga (26%), Ituango (15,8%), Buriticá (15,5%), Toledo (9,5%), Liborina (9,1%), Briceño (5,6%) y Santa Fe de Antioquia (2,4%). Las veredas con más área protegida son Los Galgos (187 ha), La Sucia (159 ha), Orobajo (156 ha), Membrillar (138 ha), Barbacoas (136 ha), Remartín (125 ha), Brugo (109 ha), La Fragua (104 ha) y la Bastilla (101 ha).

## 2.2. METODOLOGÍA DEL POE

Este ejercicio tiene como base la propuesta de zonificación de usos del embalse del PHI y su área de influencia realizada en el Plan de Ordenamiento del Embalse (UNal y EPM, 2017), el cual recogió la asignación de los mejores usos posibles o las combinaciones derivadas del Modelo de Capacidad de Acogida. En dicho ejercicio, para aproximarse a la asignación idónea de usos, en primer lugar, se aplicó la metodología de capacidad de acogida para cada uno de los usos previamente seleccionados como los compatibles con el uso principal del embalse. Posteriormente se aplicó el modelo multiobjetivo para definir las prioridades según los propósitos del ordenamiento del territorio. El resultado de ello se resume en un modelo de ocupación propuesto (Figura 7). La descripción detallada de la metodología empleada y revisada, así como de los resultados validados y la propuesta de zonificación, se encuentra en el documento Modelo de Capacidad de Acogida (UNal y EPM 2020) correspondiente a este mismo contrato.

Figura 7. Resultados del Modelo de Capacidad de Acogida del territorio



Fuente: Elaboración propia, a partir de EPM – UNAL (2017).



Al superponer los resultados de las capacidades de acogida a los distintos usos, se encontraron coincidencias en algunas áreas, lo cual puede suponer una tensión, entendida como aquella situación en la cual, sobre un mismo espacio geográfico se tienen altos valores de aptitud a dos o más actividades. Ante tal escenario, en la segunda fase de la aplicación del modelo se resolvieron las tensiones o conflictos entre las diferentes actividades, mediante la aplicación de un análisis multiobjetivo, que para este caso priorizó las actividades considerando los siguientes criterios:

- Un impacto ambiental mínimo;
- La demanda esperada de dicha actividad;
- El mejoramiento de condiciones económicas de la población local;
- Y el restablecimiento de las condiciones de conectividad de la población local y regional.

Estos criterios fueron definidos teniendo en cuenta las exigencias de la licencia ambiental, las dinámicas tradicionales del territorio a fin de mantenerlas, restituirlas o mejorar sus condiciones, y los impactos que los distintos usos podrían generar en el territorio, buscando que sean mínimos. De acuerdo con lo anterior, si en el Modelo de Capacidad de Acogida resulta una tensión espacial o social por el uso del mismo recurso, prevalecerá aquel que cumpla con los criterios planteados.

Un ejemplo para ilustrar el asunto al que se hizo referencia fue el de la pesca artesanal o de supervivencia y el de pesca industrial o acuicultura en jaulones, las cuales evidencian una tensión dada la naturaleza e intensidad en el uso y aprovechamiento del recurso. En términos ambientales y sentadas las características conservacionistas del modelo, el criterio de mayor peso es el de minimización de los impactos en el entorno, razón por la cual prevalece la pesca artesanal sobre la pesca industrializada o en jaulones.

En la dirección anterior, es importante precisar que para efectos del Plan de Ordenamiento del Embalse, dado que la concesión de aguas de la Licencia Ambiental se hizo para un uso principal que es la generación de energía, los demás usos, aprovechamientos y potencialidades del recurso y del territorio, deben dialogar con dicho uso, en el sentido de compatibilizar, complementar o condicionar los demás usos en los términos del Decreto 3600 (Congreso de la República de Colombia, 2007), compilado por el Decreto 1077 de 2015 (artículo 9, numeral 3) así: "... cuando un determinado uso no esté definido [...] como principal, complementario, compatible o condicionado, se entenderá que dicho uso está prohibido."

Para el cuerpo de agua, la zonificación está compuesta por cuatro categorías de uso que corresponden a: i) pesca artesanal, ii) pesca deportiva, iii) pesca recreativa y iv) navegación comercial. Aunque también se menciona la navegación recreativa, ésta se asocia a rutas turísticas o a la pesca recreativa, por lo que coinciden en el espacio del embalse y no son señalizadas en los mapas.

Por su parte, para el área de influencia del Embalse, es decir, en la porción terrestre, la zonificación considera siete categorías de uso: i) Zona turística aptitud alta, ii) Zona turística aptitud media previo estudio de viabilidad técnico económica, iii) rutas identificadas para senderismo – cabalgatas, iv) Franja de protección del embalse, v) Área de compensación ambiental, vi) Suelo de protección que contiene las áreas con amenazas naturales no

mitigables y los bosques o relictos de ecosistemas naturales que deben conservarse y, vii) las áreas prioritizadas para restauración.

Dentro del área de compensación ambiental, en esta actualización se priorizaron las zonas donde se recomienda hacer restauración para mejorar las condiciones de conectividad ecológica entre los parches de vegetación remanente. Asimismo, se revisaron, ajustaron y validaron los resultados del modelo presentado. Mediante las visitas de campo se pudo corroborar que la mayoría de los sitios identificados como de aptitud alta y media para las actividades y los usos evaluados siguen cumpliendo con las condiciones exigidas para ello. No obstante, ha sido necesario hacer algunos ajustes en atención a dos situaciones: Por una parte, en función de las zonas con amenazas naturales, áreas inestables y/o con movimientos en masa activos, lo cual se debe al llenado del embalse que detonó este proceso, tal y como estaba previsto, pero también debido a que luego de la contingencia se han realizado estudios más detallados en los puntos críticos y se ha actualizado la cartografía sobre este tema con un mejor nivel de detalle. En segundo lugar, ha sido necesario excluir otros lugares propuestos para usos asociados al turismo, dado que están siendo utilizados por parte de EPM para el desarrollo de actividades institucionales relacionadas con la puesta en funcionamiento del embalse.

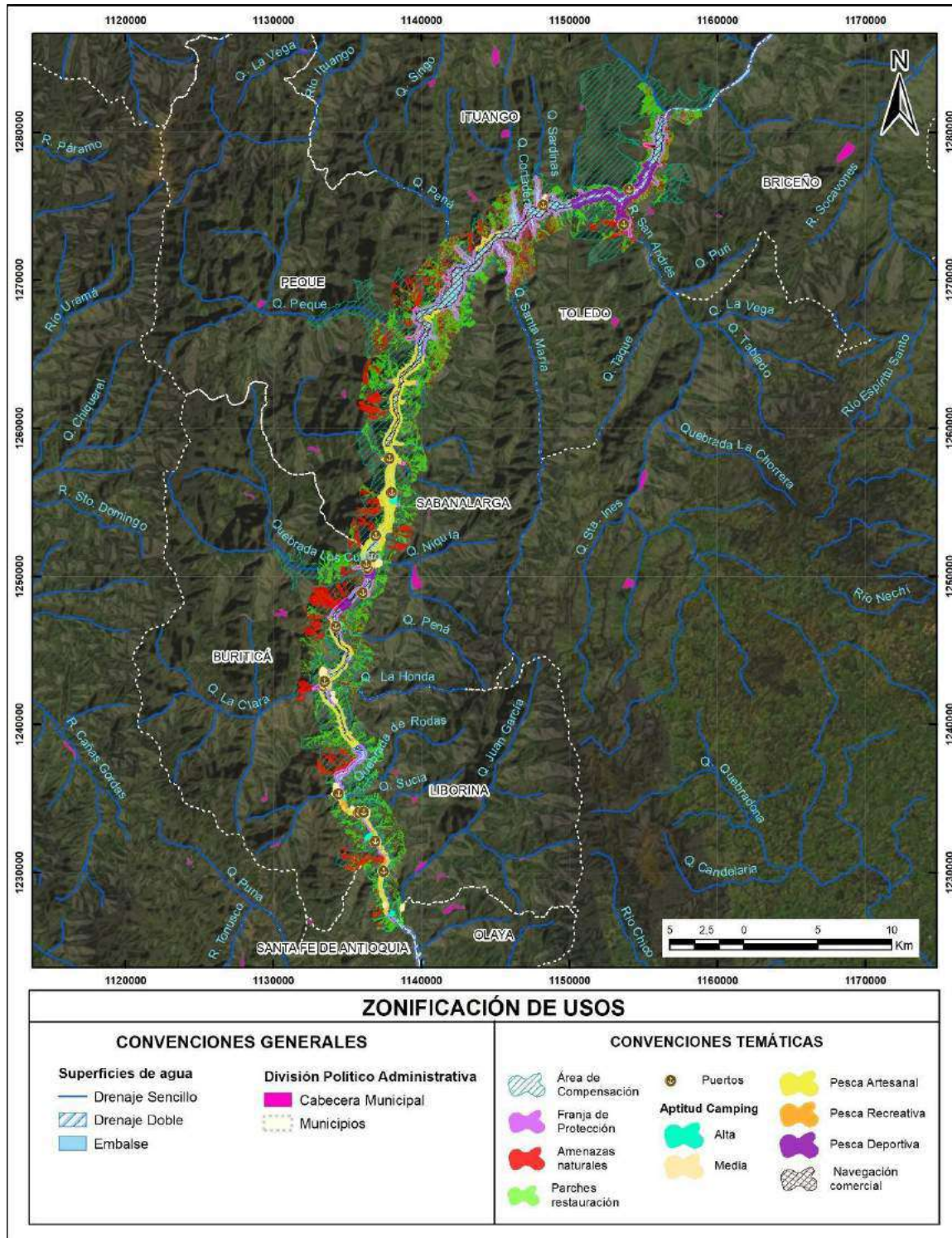
### **2.3. ZONIFICACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DEL POE**

Los resultados del modelo aplicado dieron lugar a una zonificación del área objeto de análisis. Dicha zonificación señala los lugares que fueron excluidos de cualquier uso posible por restricciones naturales, institucionales o normativas; las zonas que deben destinarse a protección y restauración; así como las porciones del territorio que son aptas para la implementación de los usos evaluados, es decir, para turismo de naturaleza, para pesca, y para la instalación de la infraestructura relacionada con la navegación (Figura 8, Tabla 16).

En este apartado se presentan las zonas excluidas por ser recomendable su protección o restauración, seguidas por la descripción de las actividades evaluadas.



Figura 8. Zonificación de usos del embalse y su zona de influencia



Fuente: Elaboración propia, a partir de EPM – UNAL (2017).

**Tabla 16. Área definida para cada uno de los usos zonificados**

Actividad	Cantidad	Unidad*	Valor
<b>Áreas de interés</b>			
Área del embalse	1	ha	3.810,20
Zona de protección del embalse	1	ha	2.186,60
Área de compensación ambiental	1	ha	18.351,10
<b>Áreas de protección</b>			
Bosques	412	ha	5.742,50
Amenaza por movimiento en masa		ha	1.345,50
Amenaza por avenidas torrenciales	61	ha	2.195,30
Pendientes mayores al 60%	25691	ha	25.014,90
Parches de restauración	793	ha	9.342,70
<b>Turismo de naturaleza</b>			
Zona Turística aptitud alta	6	ha	35,6
Zona Turística aptitud media	9	ha	65,5
Cabalgata	1	km	3,6
Senderismo	1	km	4,0
Senderismo/ cabalgata	5	km	25,7
Cabalgata/ciclomontañismo	1	km	5,0
<b>Pesca</b>			
Pesca artesanal aptitud alta	13	ha	409,2
Pesca artesanal aptitud media	50	ha	94,3
Pesca recreativa aptitud media	12	ha	3,6
Pesca deportiva aptitud media	9	ha	195,4
<b>Navegación</b>			
Rutas de navegación local	3	km	26,4
Rutas de navegación regional	1	km	65,6
Rutas de navegación turísticas	4	km	26,2

Fuente: Elaboración propia, a partir de EPM – UNAL (2017).

### **2.3.1. Zonificación categorías suelo de protección**

En conjunto, son las áreas de las que se excluye cualquier actividad diferente a las compatibles con la función de preservación, conservación, restauración, uso y manejo sostenible de los recursos naturales renovables. Ocupan 43.641 ha del área adyacente al embalse, mientras que en el cuerpo de agua las áreas que fueron incluidas en la zonificación para actividades de pesca en cualquiera de sus modalidades suman 702,5 ha, lo que significa que las 3.107,7 ha

restantes tiene como único uso asignado la generación de energía, sin perjuicio de que las atraviese alguna ruta de navegación.

La alta proporción de áreas excluidas de la asignación de algún uso en la zonificación ratifica el carácter conservador del modelo, resultante de la idea que guía el ejercicio y que reconoce que el uso principal del embalse es la generación de energía y los otros usos deben ser compatibles y complementarios a ese uso.

En el mismo sentido, este valor ratifica la fragilidad del territorio en el cual se emplaza el PHI, que se expresa a nivel geológico e hidrológico como amenazas naturales; a nivel forestal, por la presencia de coberturas vegetales muy intervenidas y degradadas, pero con valores de conservación importantes; y, a nivel topográfico, por la limitada extensión de zonas con pendientes suaves con posibilidad para localizar actividades.

El conjunto de áreas de protección y restauración aporta de forma esencial a la sostenibilidad del uso principal del embalse y se complementan con zonas de menor extensión en las que se prohíben algunas actividades por su impacto sobre las orillas, como se puede ver en el documento de navegación y conectividad fluvial.

### **2.3.2. Zonificación para turismo**

Este uso se presenta separado en las dos actividades que lo componen, zonas turísticas y rutas para senderismo, cabalgatas y/o ciclomontañismo.

#### **2.3.2.1. Zona turística**

Se proponen 15 zonas para este uso, de las cuales se determinó que hay seis con aptitud alta y nueve con aptitud media.

Las áreas con mayor capacidad de acogida se emplazan en los municipios de Sabanalarga (16,2 ha), Peque (7,9 ha), Buriticá (7,4 ha) y Liborina (4,1 ha), Otras áreas con aptitud para las actividades relacionadas al turismo, pero con algún tipo de requerimiento se encuentran en Liborina y en Buriticá.

En los documentos de Modelo de Capacidad de Acogida y en el específico para turismo puede profundizarse en las metodologías, los resultados y la localización de los sitios recomendados para esta actividad.

#### **2.3.2.2. Senderismo, cabalgatas, y ciclomontañismo**

En el área de influencia del Embalse se definió que, para los usos asociados al senderismo, ciclomontañismo y a las cabalgatas, la expresión se haría de manera lineal en forma de rutas. En total se proponen siete rutas empleando senderos existentes que no requieren mayores esfuerzos de adecuación (Tabla 17).

**Tabla 17. Senderos con aptitud para senderismo y cabalgata**

Ruta	Actividad
Liborina- La Angelina-Mogotes	Senderismo
La Floresta- Q. Pená-Q. La Honda	Senderismo y Cabalgata
Sabanalarga- Bocas de Niquia	Senderismo y Cabalgata
El Valle- Alto del Chirí	Cabalgata
El Líbano- Q. Sardinias	Senderismo y Cabalgata
La Floresta- Embalse	Senderismo y Cabalgata
Membrillal- Embalse	Senderismo y Ciclomontañismo

Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020), contrato CW-78542.

Para precisiones acerca de las variables utilizadas, características de las rutas y grado de dificultad, se sugiere consultar el correspondiente estudio de turismo.

### **2.3.3. Zonificación para pesca**

En este tema es preciso advertir que, en concordancia con los datos que fueron incluidos en el correspondiente informe del Modelo de Capacidad de Acogida, aunque en la primera fase aparece la posibilidad de implementar la pesca industrial o en jaulones con restricciones, luego de la aplicación del Análisis Multiobjetivo se considera que dicho uso no es recomendable en este contexto, de acuerdo con los criterios ya enunciados.

La pesca artesanal se privilegia por encima de los demás tipos de pesca evaluados. La pesca recreativa y la pesca deportiva se restringen a los núcleos de actividad, y se propone desincentivar su implementación en sitios alejados a ellos donde pueden competir con la pesca de subsistencia.

### **2.3.4. Zonificación para navegación**

La navegación se expresa de manera lineal en forma de rutas locales, regionales o para el turismo, las cuales van acompañadas de los puertos respectivos (Tabla 18). Los puertos se diferencian en principales, secundarios y terciarios, según la importancia y afluencia que puedan tener para la movilidad de personas, semovientes y mercancías.

Para precisiones acerca de las variables utilizadas, características de las rutas y puertos vinculados a las mismas, se sugiere consultar el correspondiente estudio de navegabilidad del embalse.



**Tabla 18. Rutas y puertos propuestos en el POE**

Rutas	Longitud (Km)	Puerto Inicial	Puerto Intermedio	Puerto Final
Institucional	2,6	La Cascarela	-	Los Galgos
Local	5,2	La Sucia	La Angelina	Mogotes*
	11,0	La Niquia	-	Carauquia
	8,4	La Niquia	Barbacoas Sur	Barbacoas Norte
Regional	65,7	La Sucia	La Niquia	Cascarela
Turismo	7,4	Cascarela	-	Sardinas
	5,1	La Niquia	-	La Floresta
	20,4	La Sucia	-	La Floresta

\*La implementación de la ruta La Sucia – La Angelina - Mogotes está pendiente que EPM defina si los centros poblados permanecen o se relocalizan y si la restitución de conectividad se realiza mediante puente o navegación, por ahora se plantean de la misma forma.

Fuente: Elaboración propia a partir de EPM – UNAL (2017).

#### **2.4. NÚCLEOS DE ACTIVIDAD DEL POE AJUSTADOS**

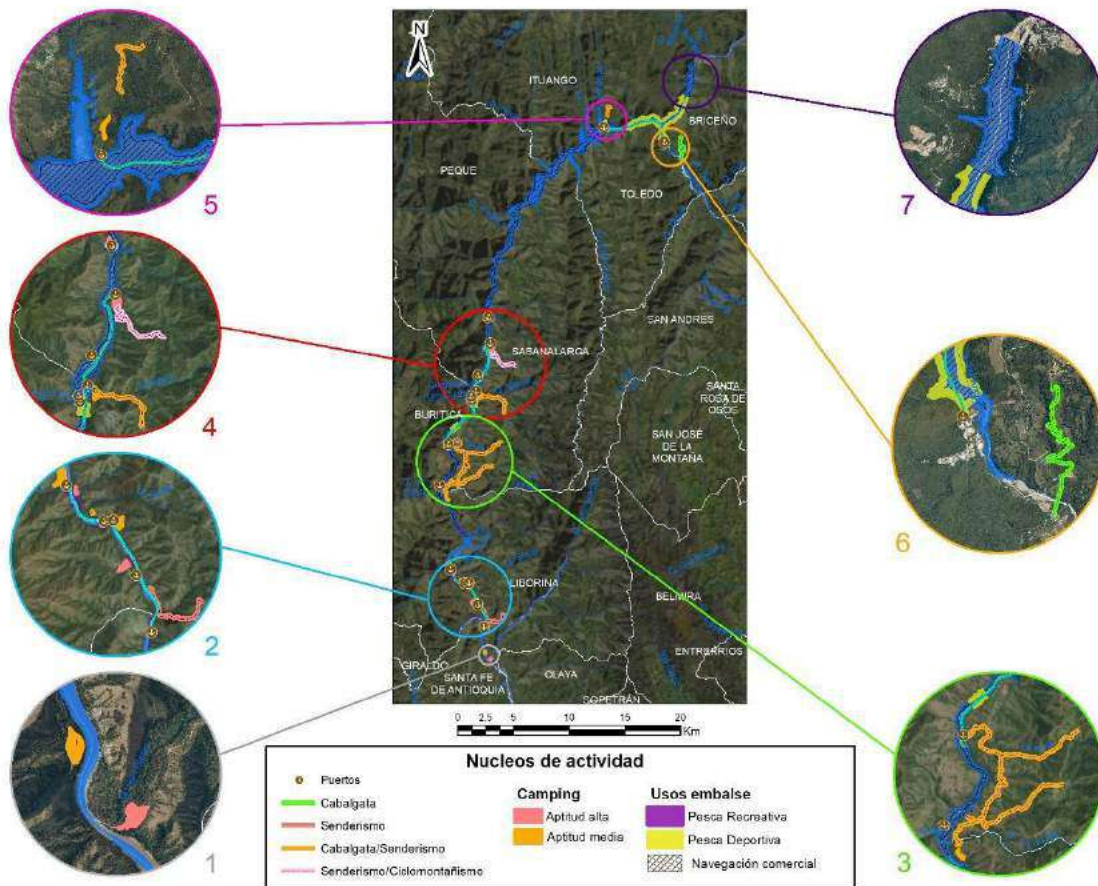
La combinación de variables generada por el modelo produjo una serie de usos y actividades permitidas. Una vez resuelta la zonificación del territorio y las tensiones que podrían ocasionar la superposición de dos o más usos incompatibles, se procedió a agrupar sectores donde confluyan varias actividades propuestas, que pudieran ser complementarias entre sí. Los espacios donde se dan estas agrupaciones se denominaron núcleos de actividad.

Además de organizar las actividades recomendadas en el embalse y su área de influencia en cuanto a los mejores emplazamientos posibles y la más adecuada combinación de actividades, los núcleos de actividades tienen la ventaja de localizar y fijar a los visitantes en determinadas zonas, facilitando la atención de eventuales emergencias, la señalización adecuada en toda el área, los flujos hacia y desde esos sitios, el control y la seguridad en los mismos.

Para efectos del ejercicio interesan aquellos núcleos que reúnen las mejores condiciones para la implantación de un conjunto de actividades, lo cual está dado por la coincidencia de varias actividades complementarias, pero también por la accesibilidad que tengan esas zonas a una serie de equipamientos básicos de salud y de seguridad (policía, bomberos). Es decir, las áreas de actividades se calificaron según su cercanía y accesibilidad a centros poblados con dichos equipamientos, dando la mejor calificación a las veredas situadas a menos de una hora de viaje de los mismos. Se obtuvieron siete núcleos (Figura 9), los cuales se describen a continuación, siguiendo el orden de sur a norte.



**Figura 9. Localización de núcleos de actividad**



Fuente: Elaboración propia a partir de EPM – UNAL (2017).

### 2.4.1. Núcleo cola del embalse

Localizado en la zona de tributación de aguas de las Q Juan García y La Seca al río Cauca. En su entorno se advierte un sistema de las terrazas aluviales del cuaternario, con pendientes entre el 5 y 10 %. Presenta suelos de la asociación Olaya de clase agrologica III. El clima es cálido (25-30°C) y seco (<1000 mm). Exhibe áreas cuyo tratamiento propuesto son la restauración ecológica y la protección ecológica y ambiental. Se emplaza en las veredas Llano Grande del municipio de Liborina; El Tunal y Cativo de Santa Fe de Antioquia. A la zona de puede acceder desde Medellín por Santa Fe de Antioquia vía el Tunal o por Liborina, vía La Angelina que, aunque corresponde a Buriticá, tiene un mejor ingreso por un carretable paralelo a la Q Juan García en aceptables condiciones. El Núcleo está constituido por dos zonas turísticas de las cuales se recomienda por su alta capacidad de acogida la denominada Juan García I, con capacidad media quedó la zona turística llamada La Hondita.

Hay una vía carreteable que une la zona turística Juan García con el casco urbano de Liborina, que continúa bordeando el embalse hacia el norte, hasta la zona turística Rodas 2.

Por razones técnicas deducidas del modelo de calidad de agua y referidas a la cuña de sedimentos resulta poco probable el establecimiento de algún muelle.

### **2.4.2. Núcleo La Angelina**

Se localiza sobre ambas orillas del futuro embalse, especialmente sobre la margen izquierda del mismo. Interesa la zona de tributación de la quebrada La Angelina. Se reconoce en su entorno depósitos aluviales del cuaternario en forma de terrazas aluviales, con erosión variable y pendientes cercanas al 3%. Presenta suelos de la asociación Tuntuna, clase agrológica III. El clima es cálido (25-30°C) y seco (< 1000mm). Exhibe áreas cuyo tratamiento propuesto son la restauración ecológica, la protección ecológica y ambiental, y la producción protección forestal. Este núcleo lo conforman las veredas La Angelina, Mogotes y La Sucia.

A este núcleo se accede por la vía que desde Liborina conduce, por un lado, a los corregimientos La Angelina y Mogotes (Buriticá) una vez se cruza un puente colgante sobre el río Cauca, por el otro se sigue por una vía paralela al río Cauca y que conduce a una explotación de oro a cielo abierto.

El núcleo está constituido seis zonas turísticas dentro de las cuales se destacan por su alta capacidad de acogida las denominadas La Angelina 1 (margen izquierdo del río) y la Rodas 2. Allí se propone un circuito turístico que sale de la cabecera municipal de Liborina hasta el corregimiento de La Angelina, atraviesa un puente sobre el embalse y prosigue hasta el corregimiento de Mogotes. De acá se puede usar una garrucha sobre el embalse y tomar en sentido sur por un carreteable rumbo al puente cruzado con anterioridad y sin atravesarlo se toma un camino de herradura que nos conduce de nuevo a la cabecera municipal de Liborina.

Hay actividad de pesca recreativa asociada a las dos zonas turísticas con aptitud alta.

En este núcleo se recomienda la implementación de cinco puertos: Juan García de carácter principal, es decir, que tiene los tres tipos de rutas propuestas (local, regional y turística), La Angelina y Mogotes como puertos de conectividad, La playa del amor y El Diomate son puertos turísticos para rutas turísticas.

En el puerto Juan García llega la ruta regional que conecta este punto más al sur con el punto más al norte del embalse. Cuenta con una ruta de carácter local entre los puertos Juan García y Mogotes, con parada en La Angelina. De igual manera, cuenta con una ruta turística.

### **2.4.3. Núcleo La Honda – La Floresta**

Este núcleo se halla sobre la margen derecha del futuro embalse entre los tributarios La Honda y La Pená. Se encuentra sobre sedimentos recientes en forma de abanicos y depósitos

aluviales. Ostenta suelos clase IV de la asociación Tuntuna. La erosión es moderada. El clima es cálido (25-30°C) y seco (< 1000mm). Exhibe áreas cuyos tratamientos propuestos son la restauración ecológica y la protección ecológica y ambiental.

Este núcleo lo conforman las veredas San Cristóbal Pená, El Junco y La Sucia. Se accede por un camino de herradura que desde el corregimiento La Floresta corre paralelamente al cauce de la quebrada La Pená. De acá se puede, o seguir hasta la desembocadura de la quebrada La Pená en el río Cauca, o continuar en sentido sur aguas arriba por río Cauca hasta la desembocadura de la quebrada la Honda.

El núcleo está constituido por tres zonas turísticas: una de aptitud alta denominada Guayabas – La Pená, situada cerca de la desembocadura de la quebrada La Pená; y dos zonas turísticas de aptitud media denominadas La Honda y la Honda 2, situadas cerca de la desembocadura de la quebrada con este mismo nombre.

Tiene tres senderos propuestos para cabalgata y senderismo, de sur a norte está el de El Junco – el embalse; La Floresta - quebrada Pená – quebrada La Honda - zona turística La Honda; y La Floresta – el embalse.

En este núcleo se recomienda la implementación de dos puertos. El primero más al sur denominado Carauquia tiene conexiones de carácter local, y La Floresta es un puerto terciario con una ruta local y una ruta turística. En consecuencia, por este núcleo pasan una ruta local con La Niquia, una ruta turística y la ruta regional que tiene la posibilidad de parar en cualquiera de los puertos. Asociado al puerto La Floresta hay pesca deportiva.

#### **2.4.4. Núcleo Bocas de Niquia**

Se encuentra sobre la margen derecha del embalse allí donde tributa aguas la quebrada Niquia (Las Animas). Se halla sobre sedimentos recientes en forma de abanicos aluviales. Ostenta suelos clase IV de la asociación Tuntuna. Exhibe áreas cuyo tratamiento propuesto es la restauración ecológica. El clima es cálido (25-30°C) y seco (< 1000mm). Este núcleo lo conforman las veredas Membrillal y San Cristóbal Pená. A este núcleo se accede por la vía que desde la cabecera municipal de Sabanalarga desciende paralelo a la quebrada Las Animas por un camino de herradura que conduce al corregimiento de Barbacoas, poco antes del puente colgante que atraviesa el río.

El núcleo está conformado por tres zonas turísticas, dos con alta capacidad de acogida denominadas Guacamayas y Barbacoas. Con aptitud media la zona turística La Niquia.

Allí se proponen dos rutas de senderismo y cabalgata: de Bocas de Niquia a Sabanalarga, la cual conecta las tres zonas turísticas de La Niquia (1, 2 y 3). Otra ruta va de Membrillal al embalse, conectando con la zona turística llamada Guacamayas.

En este núcleo se recomienda la implementación de seis puertos, de sur a norte: Las Cuatro y Guayabal son puertos de conectividad con rutas de carácter local y regional; La Niquia es un puerto principal con una ruta local, regional y dos rutas turísticas; El Totumo es un puerto secundario con una ruta de carácter local y regional; Guacamayas es un puerto terciario, para

rutas turísticas y Barbacoas, un puerto secundario con una ruta local, regional y una ruta turística. Asociado al puerto La Cuatro hay pesca deportiva.

#### **2.4.5. Núcleo quebrada Sardinas**

Este núcleo se halla sobre la margen izquierda del embalse alrededor de la quebrada Sardinas cuando tributa. Se encuentra sobre vertientes de filos cortos y el escarpe del río Cauca. Ostenta suelos clase VII de la asociación Ituango. La erosión es moderada. El clima es cálido (25-30°C) y seco (< 1000mm). Exhibe áreas cuyos tratamientos propuestos son: la restauración ecológica y la protección ambiental.

Este núcleo lo conforman las veredas Los Galgos (Ituango) y La Cascarela (Toledo).

En este núcleo hay una zona turística de aptitud media denominado Sardinas. Allí se propone una ruta de senderismo-cabalgatas desde la hacienda El Líbano hasta la zona turística.

En este núcleo se recomienda la implementación de un puerto terciario llamado Sardinas, por el cual pasa la ruta regional y tiene una ruta turística hacia el puerto de El Valle.

#### **2.4.6. Núcleo La Cascarela – Alto de Chirí**

Se encuentra ubicado sobre la margen derecha contigua a la vía que conduce del Valle de Toledo al puente Pescadero, luego de pasar por los campamentos de EPM, en una estrecha franja entre la vía y el profundo cañón en V que forma el río **San Andrés**.

El espacio físico se caracteriza por tener una geoforma plana en un amplio espacio de más de media hectárea, la cual corresponde a una terraza aluvial formada por el río San Andrés, que exhibe vegetación natural intervenida (actualmente en erradicación) correspondiente a rastrojo bajo.

Este núcleo cuenta con un puerto llamado Brujas de tipo principal que hace parte de la ruta regional y tiene, además, rutas turísticas. Desde este puerto se puede realizar pesca deportiva sobre el área inundada del río San Andrés y los alrededores de su desembocadura en el embalse, tanto hacia el norte como hacia el sur. Tiene un sendero que sale desde El Valle (425 m.snm) hasta el Alto de Chirí (717 m.snm).

Cabe mencionar que sobre la margen izquierda contiguo a la vía sustitutiva Valle de Toledo – muro de presa, se encuentra una explanación amplia, producto de una escombrera manejada técnicamente, que tiene condiciones ideales para instalar a futuro equipamientos y construcciones turísticas privada tipo restaurante y otros servicios. Esta vía sustitutiva tiene un amplio potencial turístico. Se prevé que sobre ella va a transitar un importante número de vehículos desde y hacia la Costa, como tramo de vía alternativo de la Troncal del Norte entre el municipio de Santa Rosa y Valdivia.

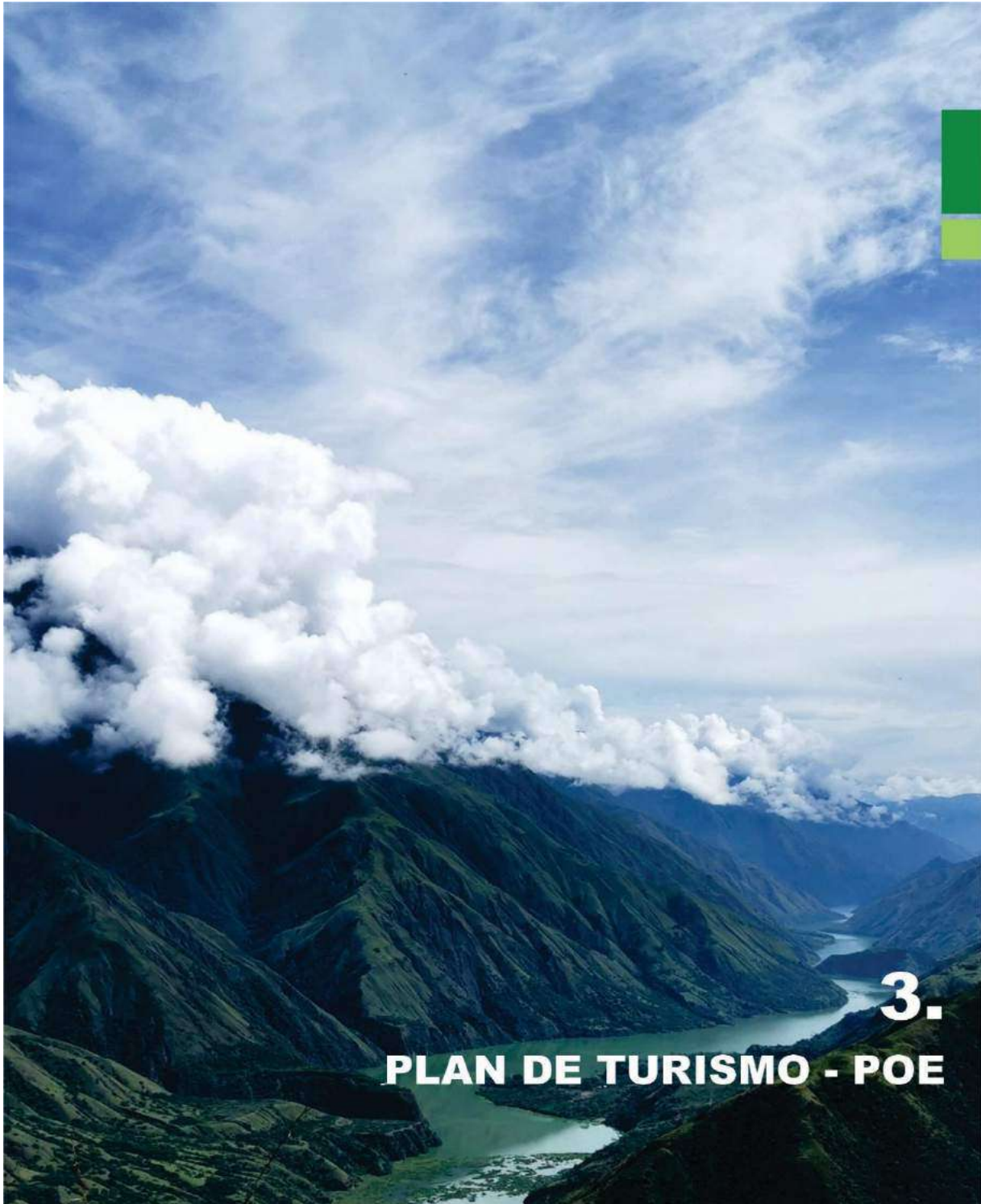
### **2.4.7. Núcleo muro de presa**

Al muro de presa se accede o desde el corregimiento del Valle en Toledo o desde el casco urbano de Ituango. Por tratarse de la obra civil de mayor envergadura en el PHI, y por permitir el tránsito vehicular entre una y otra orillas, es muy probable que se constituya en un significativo sitio de interés turístico. A esto se le suma su cercanía a un eje vial alternativo de tránsito entre Medellín y el sur de la costa Caribe con salida en Puerto Valdivia sin el riesgo de vehículos de carga pesada y un mínimo gasto en peajes.

Se emplaza en vertientes largas de superficie convexa en terrenos de las veredas La Calera (Briceño) y Los Galgos (Ituango). El clima es cálido (25-30°C) y húmedo (1000 - 2000 mm) En su órbita territorial se encuentran los centros poblados La Calera, Los Galgos, Alto del Chirí (Briceño), Orejón (Briceño) y La Cascarela (Toledo). Exhibe áreas cuyo tratamiento propuesto son la protección ecológica y ambiental, y la producción protección forestal.

En este núcleo se recomienda la pesca deportiva, como parte del área de influencia del puerto de Brujas.





**3.**  
**PLAN DE TURISMO - POE**

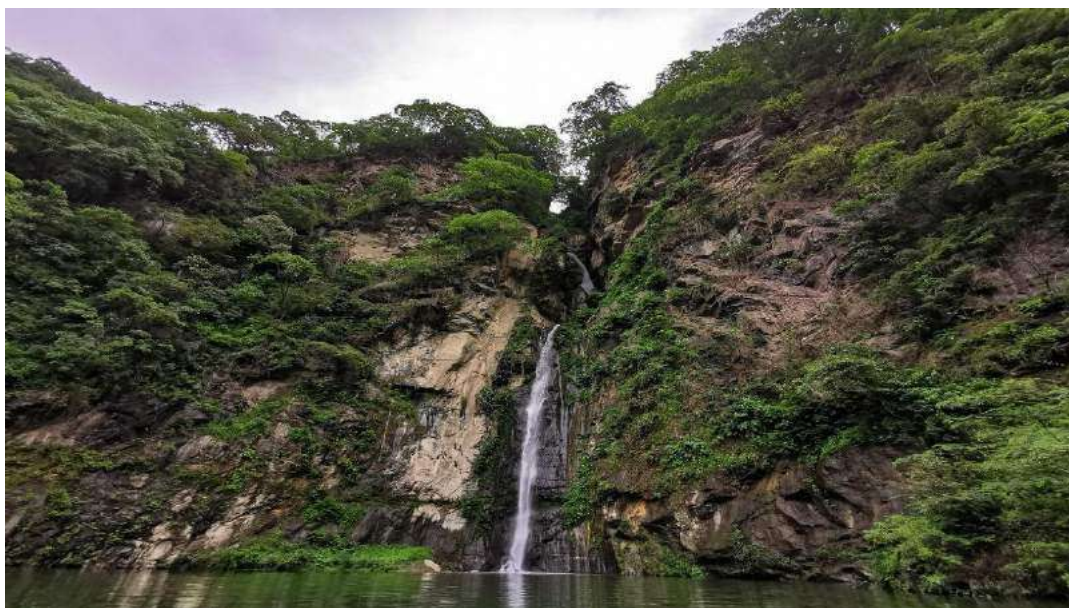


### 3. PLAN DE TURISMO – POE

Experiencias exitosas en la implementación de proyectos de desarrollo turístico en el mundo, inclusive en el contexto nacional, han demostrado que esta actividad económica puede generar atraktividad y competitividad del territorio. Sin embargo, el turismo debe ser orientado por unos lineamientos, y directrices, con objetivos puntuales que permitan potenciar el mejoramiento de las condiciones sociales, el crecimiento económico, y el equilibrio de la matriz ambiental; así como también, prevenir, mitigar o corregir los efectos no deseados como la gentrificación, el deterioro ecológico, o la homogeneización cultural.

Es así, como respuesta al conjunto de impactos que genera el turismo, principalmente el masivo tradicional de sol y playa, que surge una variedad de alternativas turísticas que diversifican la oferta del sector, mejoran la calidad de la prestación del servicio, y preservan los valores culturales con el menor impacto posible sobre los ecosistemas. El turismo alternativo engloba un conjunto de formas de turismo especializado, donde la naturaleza y la cultura conforman los principales atractivos (Fotografía 21), además, es de baja densidad, disperso y esencialmente doméstico, es decir, con pequeños aportes de desplazamiento de turistas extranjeros.

#### **Fotografía 21. Salto de agua de la quebrada Burundá sobre el embalse en el municipio de Ituango**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

El turismo de naturaleza, que representa la mayor vocación en Antioquia (Colegio Mayor de Antioquia, 2016), es una categoría de turismo alternativo conformada por el turismo rural, el turismo de aventura, y el ecoturismo; este último es definido por la Organización Mundial del

Turismo<sup>15</sup> -OMT-, como aquel turismo “basado en la naturaleza en el que la motivación esencial del visitante es observar, aprender, descubrir, experimentar y apreciar la diversidad biológica y cultural, con una actitud responsable, para proteger la integridad del ecosistema y fomentar el bienestar de la comunidad local” (Organización Mundial del Turismo, 2019, pág. 33).

No obstante, hay que advertir que los beneficios del ecoturismo no se presentan espontáneamente, por lo tanto, es necesario desarrollar una serie de estrategias que no solo potencien sus ventajas sino también que prevengan el establecimiento de un ecoturismo irresponsable y descuidado, que, en lugar de contribuir con la conservación, conducen a la destrucción de los recursos naturales y la pérdida de los valores culturales. En consecuencia, el ecoturismo debe ser una actividad que incluya aspectos pedagógicos y de interpretación de la naturaleza, estar a cargo de operadores turísticos locales especializados, y dirigido a grupos reducidos con intereses de turismo específicos.

Este documento pretende orientar el desarrollo de la actividad turística como actividad complementaria a la generación de energía hidroeléctrica, a través de programas, proyectos y recomendaciones de intervención, control y gestión, para perfeccionar la capacidad de los agentes que intervienen en la actividad turística de alcanzar los objetivos bajo criterios de sostenibilidad manteniendo su posición en el mercado en relación a sus competidores, y tratando de que todos obtengan beneficios creando e integrando productos con valor en el área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Ituango -PHI- sobre el cañón del Río Cauca, en los municipios de Santa Fe de Antioquia, Liborina, Buriticá, Sabanalarga, Peque, Ituango y Toledo, basado en la zonificación para actividades turísticas y recreativas del Plan de Ordenamiento del Embalse -POE- del PHI; atendiendo a la demanda social de diversificación económica mediante actividades de ocio, recreación y turismo, fortaleciendo la competitividad del sector por medio de condiciones favorables para su desarrollo en el ámbito social, económico, cultural y ambiental.

Vale la pena señalar que este plan no pretende sustituir, y al contrario es una herramienta complementaria al plan de desarrollo turístico que debe formular cada una de las administraciones municipales dentro de su jurisdicción, reglamentada por artículo 17 de la Ley 300 de 1996.

Tal y como fue considerado en el POE, el plan de turismo del PHI apuesta a las actividades ecoturísticas, senderismo, cabalgata y ciclomontañismo, con el objetivo de educar y sensibilizar a los actores involucrados acerca de la importancia de conservar los bienes naturales y el patrimonio cultural. Además, con el desarrollo de las actividades ecoturísticas se busca generar ingresos destinados al apoyo y fomento de la conservación de las áreas naturales en las que se realiza, así como también, mejorar las condiciones económicas de las comunidades locales que por las particularidades del megaproyecto se vieron disminuidas, e incluso perdieron sus ingresos monetarios, y por lo tanto su calidad material de vida.

---

<sup>15</sup> La OMT publica en el año 2019 las definiciones operativas de tipos de turismo en el libro *UNWTO Tourism Definitions*. En Colombia, el concepto de Ecoturismo es recogido en la Política para el Desarrollo del Ecoturismo en el año 2003, luego de que la OMT publicara las directrices y metodologías para el desarrollo del ecoturismo y estudios de mercado en el año 2002, en el marco del año declarado como el Año Internacional del Ecoturismo.



Igualmente, reconoce el ecoturismo como eje estructural del sector, porque es una categoría turística especializada, de baja densidad, que le apuesta a la diferenciación del lugar soportado por su riqueza natural y cultural), que permite (Fotografía 22) una microsegmentación de los prestadores del servicio turístico para mejorar su calidad, y que apunta a atraer menos turistas que otros destinos similares, pero que estos reporten mayor gasto en el viaje, generando importantes ingresos económicos a las comunidades locales, sin depender de un gran volumen de viajeros que terminen saturando la capacidad de carga de los atractivos locales, y complejizando la gestión de la actividad turística como ocurre en el área de influencia del embalse de Guatapé.

### **Fotografía 22. Muro de presa del proyecto Ituango**



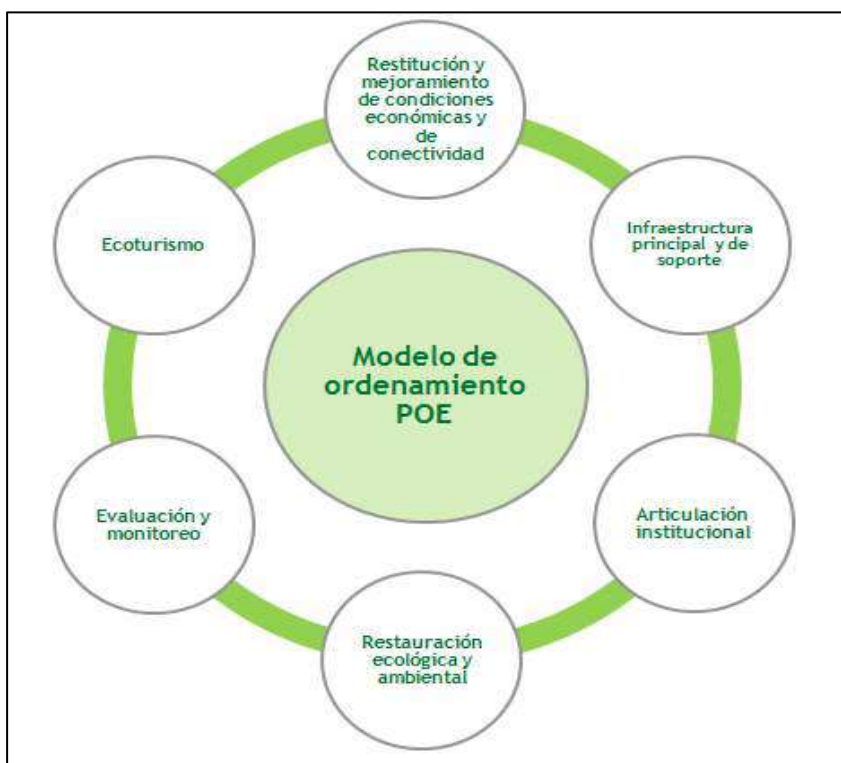
Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Por lo anterior, este documento integra las líneas estratégicas territoriales del POE (Figura 10) de restitución y mejoramiento de las condiciones económicas y de conectividad, de evaluación y monitoreo, de articulación institucional, de infraestructura principal y de soporte, de restauración ecológica y ambiental, y de ecoturismo, a través de:

- La articulación entre el plan de pesca, el plan de navegación, los programas de restauración y conservación y el plan de turismo del PHI.
- La sostenibilidad de la actividad turística en las áreas definidas por el POE del PHI estableciendo proyectos que garanticen el flujo de los beneficios de la actividad turística en el futuro, mediante el monitoreo de las condiciones territoriales y de la implementación del plan que permitan verificar y evaluar la pertinencia de adoptar nuevas medidas de gestión y control, el fortalecimiento de las capacidades institucionales locales y su articulación con los prestadores de servicios locales y las comunidades receptoras.

- La atractividad y competitividad del destino, desarrollando un conjunto de productos turísticos que integre los activos heredados y los creados en una experiencia alrededor de los valores naturales y culturales del lugar, con un adecuado acompañamiento de instituciones gubernamentales, privadas y organizaciones sin ánimo de lucro a través de políticas de fiscalización y control del turismo, y estrategias de marketing que promuevan el destino, así como también el fortalecimiento la infraestructura.

**Figura 10. Estrategias Territoriales**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2017).

El plan de turismo fue dividido en cinco capítulos basado en los lineamientos de la Guía de Asistencia Técnica en Planificación del Turismo del Ministerio de Industria Comercio y Turismo (2017), para la formulación de planes de turismo en regiones con un desarrollo turístico incipiente donde se proyecta un potencial crecimiento de la industria; de la siguiente manera: situación actual del territorio para el turismo: potencialidades y limitaciones, análisis DOFA, metodología, resultados para turismo, y formulación de programas y proyectos.



### **3.1. SITUACIÓN ACTUAL DEL TERRITORIO PARA EL TURISMO: POTENCIALIDADES Y LIMITACIONES**

El área de influencia del PHI conformada por los municipios de Santa Fe de Antioquia, Olaya, Liborina, Sabanalarga, Buriticá, Peque, Ituango, Briceño, y Toledo; presenta unas condiciones biofísicas y culturales particulares que sumadas a la realidad que impone la llegada del proyecto hidroeléctrico, le genera unas ventajas que pueden ser potenciadas, y unas limitaciones que deberán ser mitigadas o corregidas según sea el caso, para el desarrollo satisfactorio del turismo.

Una de las condiciones favorables para el establecimiento de la actividad turística, es que la región se encuentra relativamente cerca de la ciudad metropolitana del Valle de Aburrá, uno de los principales centros de emisión de turistas del país que además cuenta con vías de interconexión aérea y terrestre con los demás núcleos demandantes, adicionalmente, el proyecto vial Mar 1, que de Medellín al municipio de Cañasgordas, reducirá los tiempos de desplazamiento entre el área de influencia del PHI por el occidente antioqueño y la ciudad capital.

Así mismo, Santa Fe de Antioquia, una de las municipalidades dentro del área de influencia del PHI ya cuenta con un mercado turístico consolidado, hace parte de la red de pueblos patrimoniales de Colombia, es un referente turístico del Departamento a nivel nacional e internacional, y ha sido foco de interés por la gobernación departamental para la promoción del desarrollo turístico, a través de la Ruta Turística del Sol y la Fruta, junto con los municipios de Sopetrán, San Jerónimo y Olaya.

Por otra parte, a través de la gestión de EPM se ha logrado convocar una amplia variedad de instituciones que han permitido un mejor entendimiento de las características y las dinámicas territoriales, lo cual facilita la gestión y promoción del destino.

Sin embargo, son las peculiaridades paisajísticas, la diversidad de especies de flora y fauna, la confluencia del bosque seco tropical y el bosque húmedo, y la singularidad morfológica del embalse, las que representan una mayor diferenciación respecto a otros destinos regionales y nacionales, y que pueden catapultar la industria del turismo de naturaleza en la región.

En contraste, desde la formulación del Plan de Desarrollo Turístico Departamental (2012), se viene advirtiendo que el territorio no tiene alternativas de transporte aéreo y pocas terminales de transporte terrestre, esto genera una alta dependencia de comunicación a través de otros municipios para el flujo de turistas. Es importante agregar que la región cuenta con graves problemas de acceso a los servicios de acueducto, alcantarillado, energía, infraestructura de comunicaciones y hospitalaria, presencia de enfermedades tropicales, poca información poblacional actualizada, y una alta informalidad en la prestación de servicio turístico, lo cual representa un verdadero reto para el desarrollo de un turismo competitivo (CÁMARA DE COMERCIO DE MEDELLÍN PARA ANTIOQUIA, 2019).

Por último, el área de influencia cuenta con rezagos del conflicto armado que genera algunos problemas de orden público, con implicaciones adversas en la percepción de seguridad que tiene el turista.

### 3.1.1. Evolución del Mercado

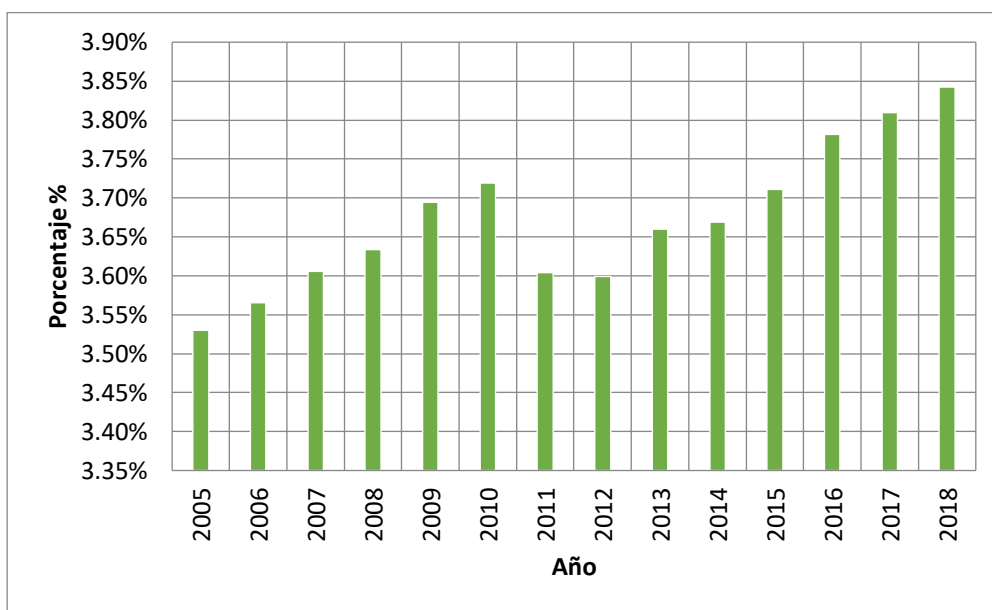
A pesar de las incertidumbres generadas por las tensiones políticas mundiales en el año 2019, como la guerra comercial entre EEUU y China, los disturbios en Hong Kong y América latina, y el proceso del *Brexit*; la industria del turismo en el mundo se mantuvo fuerte con un crecimiento económico cercano al 4% respecto al año 2018, una ligera desaceleración respecto a las cifras de los dos años inmediatamente anteriores (6% para el 2018 y del 7% en el 2017) (Publicaciones Semana S.A, 2020).

Tras diez años de crecimiento consecutivo en el mundo, la industria de turismo se ha apalancado entre las tres mayores categorías de exportación mundial después de los productos químicos y los combustibles (Organización Mundial del Turismo, 2019). Sin embargo, la reciente crisis desatada por la pandemia de la covid-19 cambió el panorama frente a las expectativas que generaba el crecimiento del turismo en el año 2020 con la celebración de los Juegos Olímpicos y la Expo 2020 (Figura 11).

Aunque no está claro cuál será el efecto neto de la reactivación económica tras las medidas de precaución que tomarán las naciones para sobreponerse a la crisis, una realidad inminente es que el turismo será uno de los sectores de la economía que más tardará en recuperarse. No obstante, se espera que algunos subsectores de la industria, como los que compone el turismo de naturaleza (ecoturismo, turismo rural y turismo de aventura), tengan mejor respuesta debido a que las tendencias de viaje de los consumidores del mundo privilegian las experiencias de aprendizaje del lugar, de autenticidad, de contacto con la naturaleza, de libertad, tranquilidad, confort y privacidad; además, este tipo de turismo se practica en espacios abiertos con densidades que facilitan los protocolos de bioseguridad en el contexto de la reactivación económica post-covid (DEVELOPING NATURAL ACTIVITIES, S.L., 2020).

En definitiva, un panorama bastante alentador para Colombia, pues la alta diversidad en las formas y modos de vida le dotan de una amplia variedad de atractivos turísticos de talla mundial que pueden ser interesantes tanto para visitantes nacionales como extranjeros, con paisajes exuberantes, territorios inexplorados, múltiples culturas, y la segunda mayor diversidad nacional, después de Brasil que es cuatro veces más grande que Colombia.

**Figura 11. Aporte porcentual de hoteles y restaurantes al PIB nacional**

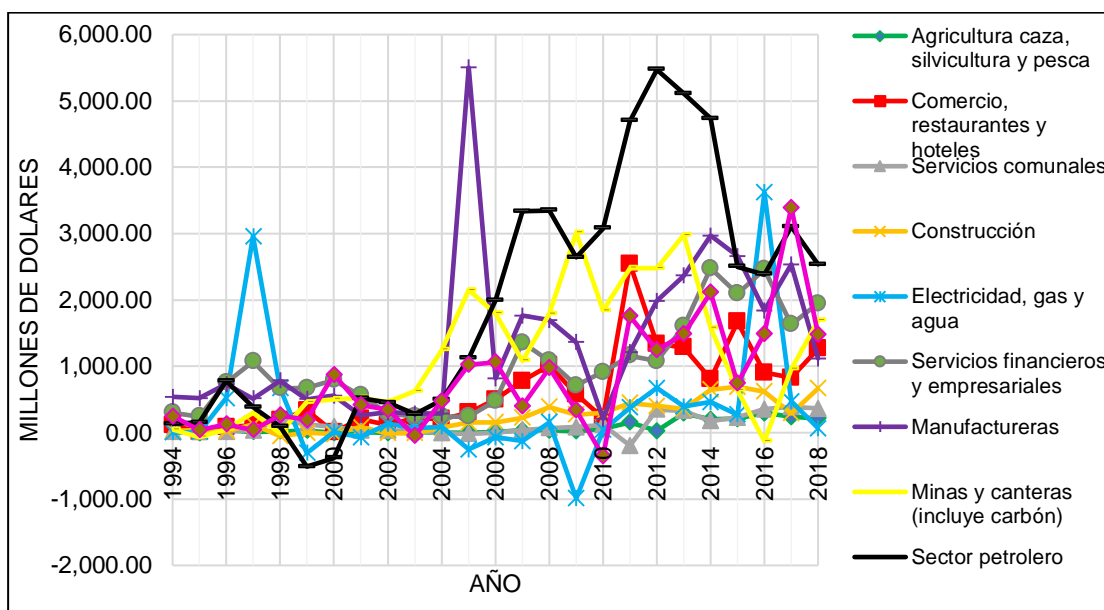


Fuente: DANE – cálculos OEE – MINCIT.

En el contexto nacional, la industria de turismo juega un papel cada vez más importante en la economía del país, con un crecimiento constante en la participación del PIB nacional desde el año 2011, luego de la reactivación económica tras la crisis del año 2008, y aumentos en la inversión extranjera (Figura 12).

Según el Plan de Negocio de Turismo de Naturaleza en Colombia del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2012), el turismo de naturaleza ya venía consolidándose como una de las industrias emergentes con mayor crecimiento, además posiciona al país entre los destinos referentes de la región junto con Perú y Ecuador, y como posible competidor respecto a potencias en el subsector como Costa Rica, México, Tailandia o Sudáfrica.

**Figura 12. Inversión Extranjera directa**

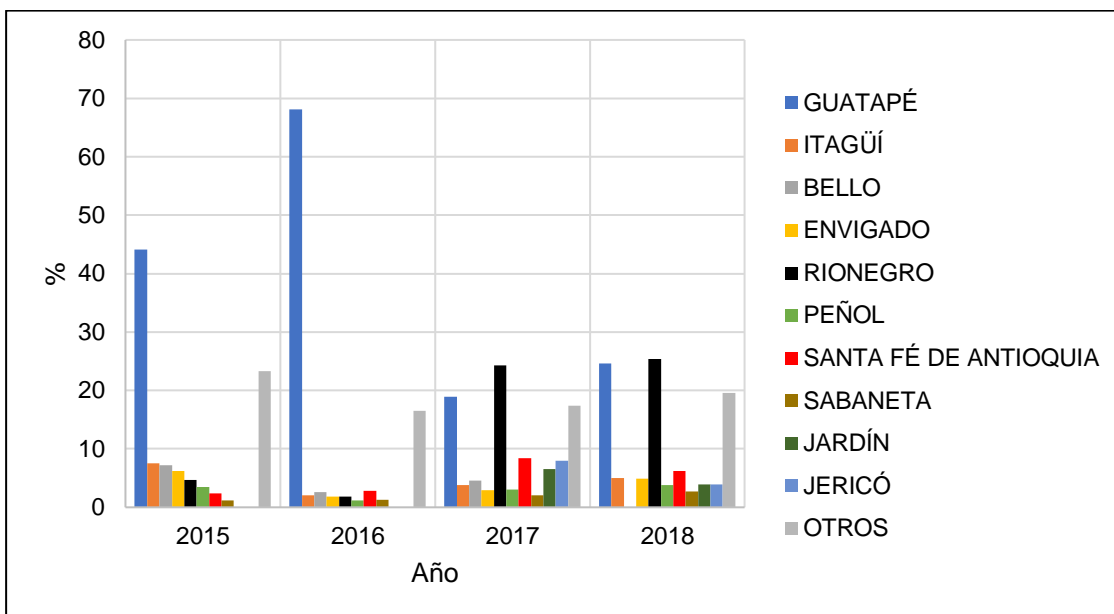


Fuente: Banco de la República – Subgerencia de Estudios Económicos – Balanza de Pagos - Cálculos OEE – MINCIT.

A escala departamental, Antioquia es uno de los destinos referentes del turismo doméstico. Según los datos revelados por el DANE, en el año 2019 Antioquia fue el departamento más visitado por los colombianos con el 17,1% de los viajes, seguido Cundinamarca y Cauca con el 13,8% y el 8,4% respectivamente (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2020).

Dentro de los municipios más visitados en Antioquia entre el año 2015 y 2018, sin tener en cuenta la ciudad capital, se encuentran Guatapé, Itagüí, Bello, Envigado, Rionegro, El Peñol, Santa Fe de Antioquia, Sabaneta, Jardín y Jericó que concentraron aproximadamente el 85,2% de las visitas, y con un promedio de las concentraciones de visitas para esos mismos cuatro años del total de los diez municipios más visitados para el turismo interno, el 69,5% en Oriente, el 17,5% para el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, el 6,8% para el Suroeste y el 6,1% para el Occidente; y del turismo extranjero el 79,8% en Oriente, del 8,2% en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, del 6,3% en el Suroeste y del 5,7% en el Occidente antioqueño (Figura 13 y Figura 14).

**Figura 13. Porcentajes de visitas del turismo interno en Antioquia por municipio**

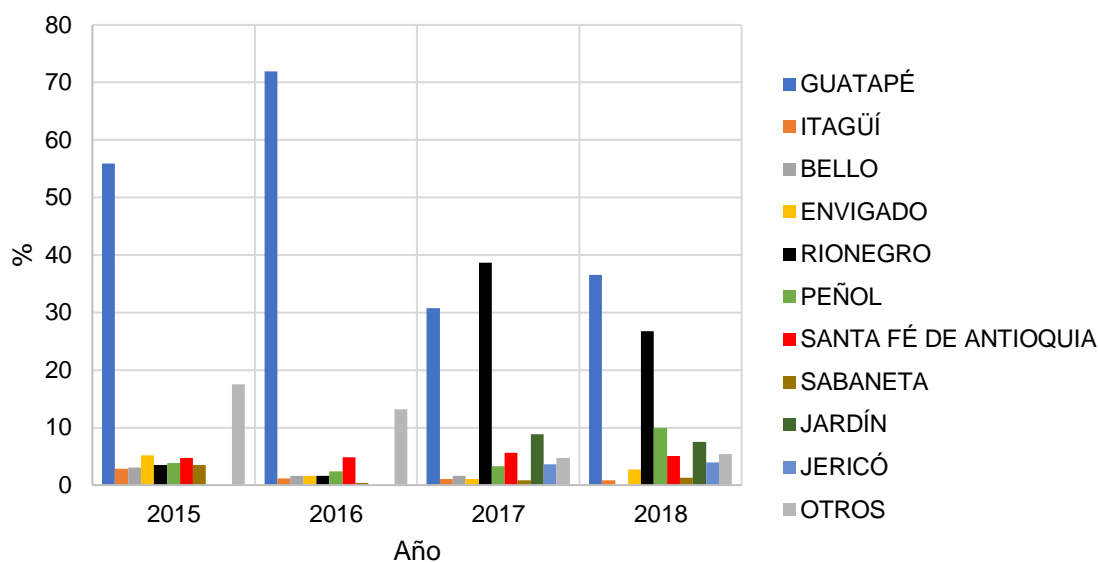


Fuente: SITUR.

De tal manera que hubo una clara tendencia a la concentración del turismo en el oriente antioqueño, mientras que el Occidente Antioqueño con Santa Fe de Antioquia como único gran representante de la subregión, dentro de los diez municipios más visitados entre el año 2015 y 2018, fue la que menos participación porcentual tuvo en las visitas recibidas, a pesar de que Santa Fe de Antioquia fue en promedio para estos tres años el tercer municipio más visitado del Departamento, y que según el Plan de Desarrollo Turístico para Antioquia en el año 2012, era el tercer municipio más visitado del País después de Melgar y Girardot.



**Figura 14. Porcentajes de visitas del turismo extranjero en Antioquia por municipio**

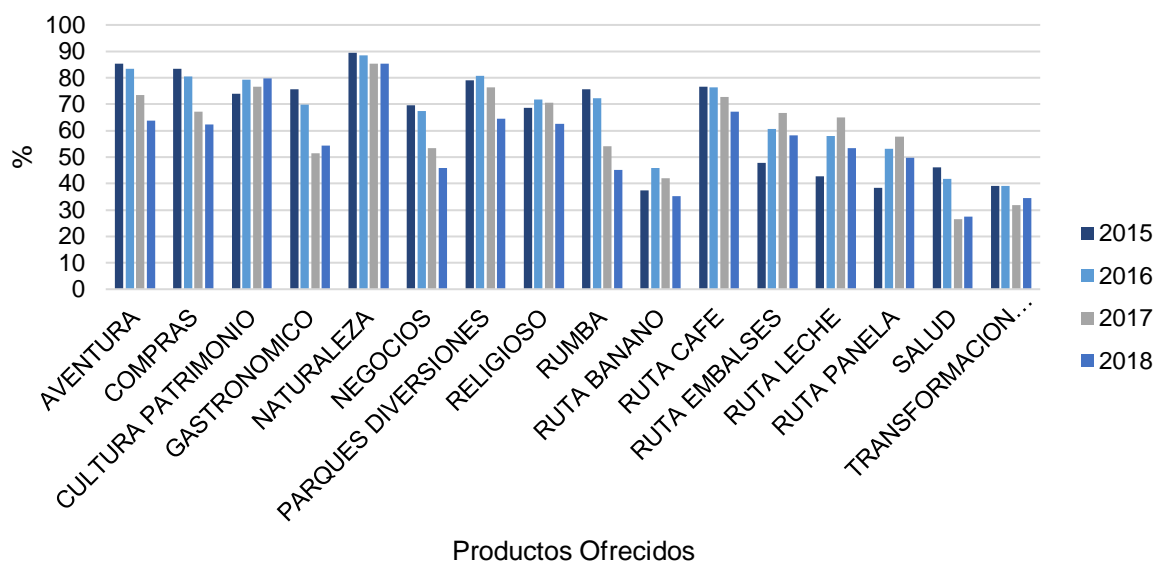


Fuente: SITUR.

Según las cifras reveladas por el Sistema de Indicadores Turísticos Medellín-Antioquia – SITUR- la demanda de los destinos antioqueños se caracterizó en su mayoría por personas entre 19 y 39 años, principalmente mujeres, con un promedio de estadía de cinco noches, y alcanzando a visitar hasta dos municipios, por viajeros nacionales, y tres por los viajeros internacionales aproximadamente, los viajes fueron realizados individualmente en mayor medida, pero quienes viajaron en pareja o con amigos también representaron una porción importante de los viajeros. Dentro de las principales actividades realizadas en el destino fueron la visita de museos, de zonas naturales y recorrido por las calles, dando especial importancia a la hora de elegir el destino, el precio, el lugar, y la calidad.

Por otro lado, los destinos regionales o locales representaron menos del 45% de los destinos ofertados por las agencias de viajes en el departamento hasta el año 2018, aunque vale la pena destacar que estos han ido en aumento desde año 2015. Dentro de los productos que ofrecieron las agencias de viaje fueron principalmente los productos turísticos de naturaleza y recientemente los de cultura y patrimonio. Finalmente, en promedio los servicios prestados por las agencias operadoras fueron usados por residentes en Antioquia en el 76,9% de los casos, por residentes en Colombia excluyendo los residentes en Antioquia en el 15,7%, y el 7,4% a residentes en el extranjero, en promedio según los datos publicados por SITUR para los años 2015, 2016, 2017 y 2018 (Figura 15).

**Figura 15. Productos ofrecidos para el turismo en Antioquia**



Fuente: SITUR.

### 3.1.2. Atractivos turísticos

Aunque el área de influencia no cuenta con unos productos turísticos consolidados que pertenezcan a la cadena de valor, poseen unos atractivos, que, según FONTUR, serán todos los lugares, objetos o acontecimientos capaces de generar un desplazamiento turístico (Fotografía 23). Dentro de ellos se destaca el embalse, una de las mayores obras de ingeniería del país, por su rareza al atravesar en un valle estrecho con diferentes zonas de vida, donde además, se pueden observar hasta 300 especies de aves, 36 especies de reptiles y mamíferos, y 16 especies de anfibios; dentro de las que se destacan especies de interés para la conservación y el turismo de naturaleza, como la pacarana (*Dinomys branickii*), el Jaguar (*Panthera Onca*), el Ocelote (*Leopardus pardalis*), la nutria (*Lontra longicaudis*), el Oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), el Puma (*Puma concolor*), el Mono nocturno (*Aotus lemurinus*), el Tití gris (*Saguinus leucopus*), El Tucán de pico acanalado (*Ramphastos vitellinus*), el Guacamayo militar (*Ara militaris*), y especies endémicas como el Cacique Candela (*Hypopyrrhus pyrohypogaster*) y el cucarachero de Antioquia (*Thryophilus serna*).

**Fotografía 23. Pareja de Guacamayas verde (*Ara militaris*) en zona turística Guacamayas (fotografía izquierda), y cascada de la quebrada El Orejón en la vereda La Calera del municipio de Briceño (fotografía derecha).**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

El área de influencia también cuenta con los majestuosos saltos de agua, como las cascadas de las quebradas Burundá y El Orejón que vierten sus aguas al espejo de agua embalsado. Igualmente goza de remates visuales únicos donde se puede apreciar un típico paisaje fluvial andino, y un mosaico de texturas y colores producto de las actividades humanas de subsistencia en contraste con el bosque húmedo tropical, el bosque húmedo premontano, y el bosque seco tropical; este último, el ecosistema más amenazado del país sobre el que se han adelantado varios esfuerzos que posibiliten la educación ambiental para su conservación.

Además, como atrapado en el tiempo, el cañón del río alberga todavía el *ethos* de la antioqueñidad, saberes ancestrales que siguen siendo contados a través de las artes de pesca, la minería artesanal de barequeo y la arriería montañera; manifestaciones culturales que enriquecen la experiencia turística (Fotografía 24).

**Fotografía 24. Producto final de la actividad extractiva de oro por bareque en el Río Cauca (fotografía izquierda, y cabalgata en la ruta Sabanalarga- Bocas de Niquia (fotografía derecha)**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Por último, las características biofísicas de la región favorecen las actividades de turismo, pesca recreativa, navegación recreativa, senderismo, ciclomontañismo, y cabalgata (Fotografía 25).

**Fotografía 25. Camping desembocadura rio San Andrés (Toledo)**



Fuente: Julián Villa archivo personal, 2020.



### **3.1.3. Infraestructura**

La infraestructura es uno de los factores más importantes para el desarrollo de la cadena de valor turística. El acceso vial, por ejemplo, no sólo permite la llegada de turistas, sino que también reduce los tiempos de reacción de los organismos de socorro, para la atención de emergencias. Es por eso que, quizás una de las necesidades más urgentes es la conexión intermunicipal, ya que a pesar de la cercanía entre la cabecera urbana de Santa Fe de Antioquia como eje nodal de los municipios aguas abajo del embalse, la única vía de acceso que conecta con los demás municipios es a través de Sopetrán, cabe resaltar que esta vía no se encuentra en las mejores condiciones, es estrecha, presenta constantemente caídas de roca sobre la vía y sólo está pavimentada hasta el municipio de Liborina. Así mismo la vía alterna que conecta el área de influencia con los municipios al norte del embalse duplica los tiempos de desplazamientos desde la ciudad capital y presenta frecuentes movimientos en masa. Además, Santa Fe de Antioquia es el único municipio que cuenta con una terminal de transporte terrestre, los demás municipios operan con un acopio de buses improvisados en la vía pública.

Sin embargo, con el represamiento del río Cauca, el cauce del río se ha convertido en un eje articulador muy eficiente, lo que augura un futuro muy prospero para la navegabilidad en el cañón, como el principal medio de transporte de turistas y locales.

Por otro lado, todos los municipios de la región cuentan con al menos un hospital, la mayoría de ellos nivel 1 salvo el E.S.E Hospital San Juan de Dios de Santa Fe de Antioquia que presta un servicio de segundo nivel, es decir, el único capaz de atender desastres con la prontitud necesaria. Así mismo, todos los municipios cuentan con estación de policía, además los municipios de Santa Fe de Antioquia, Liborina, Toledo, e Ituango también cuentan con una subestación de policía; y Santa Fe de Antioquia, Liborina, Peque, Ituango y Toledo cuentan con cuerpo de bomberos.

Para terminar, las facilidades de pago y los servicios bancarios representan uno de los elementos prioritarios para la atención de las necesidades del turista. Los municipios que cuentan con al menos una entidad bancaria son Santa Fe de Antioquia, Liborina, Sabanalarga, Peque, Ituango, y Toledo.

### **3.1.4. Planta turística**

La planta turística está conformada por todos los bienes y servicios que facilitan la permanencia del turista, satisfaciendo sus necesidades durante la estancia mediante la prestación de servicios de alojamiento, alimentación, transporte, guianza, entretenimiento, agencias receptoras, y las agencias de viajes.

En el área de influencia se evidencia un incipiente desarrollo de la planta turística, que puede estar influenciada por la alta tasa de informalidad. Donde un solo municipio concentra el 87% de prestadores de servicio turístico que cuentan con -RNT- Registro Nacional de Turismo



activo, mientras que los demás municipios cuentan con menos de siete registros, o ninguno como es el caso de Sabanalarga (Tabla 19).

**Tabla 19. Número de prestadores de servicios que cuentan con RNT activo**

	Agencia de viajes	Empresa de transporte terrestre automotor	Establecimientos de alojamiento turístico	Guía de turismo	Operadores profesionales de congresos, ferias y convenciones	Otros tipos de hospedaje turísticos no permanentes	Parques temáticos	Viviendas turísticas	Total
Buriticá			3						3
Ituango	1	1	3						5
Liborina			1			1		1	3
Olaya			1					2	3
Santa fe de Antioquia	9	1	74	1	1	9	1	37	133
Toledo			5			1			6
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>87</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>40</b>	<b>153</b>

Fuente: Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia (2020).

### 3.1.5. Superestructura

La superestructura está conformada por todas las instituciones que regulan, fomentan y coordinan la actividad turística. A continuación, se mencionan las instituciones identificadas para la región:

- Comisiones Subregionales de Competitividad
- Comités Turísticos Municipales
- Conejos Subregionales de Turismo
- Consejo Regional de Turismo de Antioquia (decreto 836 de 2004)
- Consejo de Seguridad Turística
- Corporaciones Turísticas Subregionales
- Gremios
- Dirección de Desarrollo Turístico de la Gobernación de Antioquia en la Secretaría de Productividad y Competitividad

- Corporaciones y Promotoras Turísticas
- Cotelco, Asociación Hotelera y Turística de Colombia.
- Anato, Asociación Colombiana de Agencias de Viajes y Turismo.
- Fondo Nacional del Turismo – FONTUR.
- Asociación Colombiana de Periodistas y Escritores de Turismo -ACOPET-
- Dirección de Fomento Turístico
- Asociación Colombiana de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas -ACOPI-
- Federación Nacional de Comerciantes -Fenalco-
- ACOLTES - Asociación Colombiana del Transporte Terrestre Automotor Especial
- ASOGUIAN - Asociación de Guías de Turismo de Antioquia
- Corporación Turística del Occidente de Antioquia Paraíso del Sol
- Promotora Paisajes de Antioquia S.A.
- Federación Colombiana de Ecoparques, Ecoturismo y Turismo de Aventura -FEDEC-

La mayoría de ellas opera a escalas regionales o nacionales, lo cual demanda una organización de la institucionalidad local orientada al fomento, regulación y coordinación, con mayor capacidad de acción sobre las realidades territoriales propias de la región frente a la demanda potencial de turismo.

### **3.1.6. Capacitación requerida**

Para que la actividad turística opere satisfactoriamente, requiere ser intervenida, controlada y gestionada, de tal manera que se logre capitalizar efectivamente los réditos económicos y que a su vez estos sean distribuidos equitativamente entre los diferentes actores que conforman la cadena de valor. Además, se deben prevenir, mitigar o corregir oportunamente todos los impactos que genere la actividad turística en la región, evitando así los conflictos y las problemáticas ambientales que amenacen el sostenimiento de la actividad en el tiempo.

En ese sentido se requiere como mínimo unas capacitaciones que buscan desarrollar, orientar, mejorar y ampliar los conocimientos, habilidades y actitudes de la comunidad local, y las instituciones públicas y privadas involucradas en la gestión de la actividad.

Los programas de capacitación deben contemplar como mínimo la sensibilización sobre los desafíos y recompensas que se derivan de la industria turística, es por eso que todos los actores del clúster deberán tener claro cuál será el papel que desempeñarán dentro de la cadena de valor, cuales son sus responsabilidades, y que beneficios capitalizarán de la actividad, de igual forma, se les generará plena conciencia sobre los efectos adversos que puede desencadenar el turismo desorientado en el territorio.

También es importante señalar la necesidad de capacitar a todos los prestadores de servicios turísticos para su formalización, esta genera confianza, facilita la gestión del turismo y la prestación del servicio ofertado, permitiendo acceder a beneficios otorgados por el gobierno departamental y nacional.

Otro aspecto fundamental es la consolidación de una cultura turística, es decir, preparar tanto a los prestadores de servicios turísticos, como a las instituciones encargadas de gestión y control, y a las comunidades receptoras para la llegada de turistas, estimulando la hospitalidad, de tal manera que todos los actores identifiquen y reconozcan los atractivos de la región, y puedan orientar al turista sobre la oferta turística. De igual forma, generar una actitud crítica frente a los comportamientos que son inadmisibles y que puedan amenazar el capital cultural, natural, o incluso la integridad de la comunidad.

Por último, es imprescindible fortalecer las destrezas técnicas específicas de los diferentes prestadores de servicios (Fotografía 26). El turismo de naturaleza es un sector de la industria altamente especializado con una demanda muy exigente, esa es la razón por la cual, de las habilidades y conocimientos de los prestadores del servicio depende en mayor medida la experiencia ofertada al turista. En ese sentido, la capacitación se convierte en una clave fundamental para la atractividad y competitividad del destino.

### **Fotografía 26. Artes de pesca en el Río Cauca, sector La Angelina – Mogotes**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

## **3.2. ANÁLISIS DOFA**

### **3.2.1. Debilidades**

Dentro de las principales debilidades que presenta zona de estudio se encuentra la ausencia de planificación del sector turístico, tan solo uno de los municipios que compone el área de influencia del PHI cuenta con un Plan de Desarrollo Turístico vigente, esto no sólo, desestimula la formalización en la prestación de los servicios, sino que también restringe la oferta turística a pocos proveedores, minimizando así la prestación de servicios de calidad, y limita la capacidad de articulación que puedan tener los prestadores de servicios turísticos, las entidades regulatorias, y las comunidades locales; generando un débil desarrollo institucional

y organizacional reflejado en una institucionalidad pública de baja contribución a la sostenibilidad del sector, con inventarios incompletos y desactualizados. En el sector privado, se manifiesta en la débil gestión empresarial, escasa asociatividad, insuficiente desarrollo de los sistemas de gestión de la calidad y deficiente información para indicadores sectoriales.

Otro aspecto para resaltar es el escaso recurso humano capacitado en turismo, a excepción de algunos casos puntuales al sur del embalse en el municipio de Santa Fe de Antioquia, la región presenta niveles bajos de formación de quienes ofrecen algún servicio turístico, como resultado, en la región no hay innovación y poco valor agregado en los productos y servicios ofertados, impactando negativamente la atractividad y competitividad del destino turístico. Además, la falta de preparación en la oferta limita la capacidad de identificar la demanda turística, impidiendo la orientación de servicios turísticos especializados y competitivos que permita diseñar productos adecuados, promoción oportuna y eficaz, y comercialización apropiada. Igualmente, hace que esta actividad sea altamente propensa a la masificación, sin formalidad y control, y al aprovechamiento espontáneo, con implicaciones de sobreexplotación de los atractivos y la depreciación del producto turístico.

Los altos niveles de informalidad y débil tejido empresarial en las dos subregiones que hacen parte del área de influencia son causa y efecto de la falta de planificación de la actividad turística, y de la falta de cualificación del talento humano como se señaló anteriormente, pero, además la informalidad no genera confianza en el turista e impide el acceso a recursos estatales dispuestos para el fortalecimiento del sector.

Por otro lado, en general se han identificado necesidades en materia de infraestructura para el turismo. Según los lineamientos de la Matriz de Competitividad Turística de Antioquia (2015) algunas de éstas se relacionan con la ausencia de los aeropuertos regionales, el deterioro y pérdida de atractividad de los recursos naturales y culturales, insuficientes puntos de información y señalización turística, escasa inversión en infraestructuras vial y de soporte para el turismo, lo cual ha llevado a la inadecuada conectividad, difícil movilidad y escaso aprovechamiento de las Tics.

En conclusión, pese a que la región cuenta con importantes recursos susceptibles de ser aprovechados turísticamente, tiene un desarrollo turístico incipiente debido a la falta de desarrollo institucional y empresarial, a la formalización y formación de los servicios ofrecidos y del talento humano, y la falta de inversión en la infraestructura turística y de soporte.

### **3.2.2. Oportunidades**

Una oportunidad latente es la consolidación de un mercado turístico en el país, con el turismo de naturaleza como la industria que repunta a escala nacional, y que para el caso particular de Antioquia ha ido en aumento, como un referente nacional e internacional. El turismo en la región del PHI se posiciona como una llave para la activación económica y para la diversificación de ingresos de las comunidades locales, ayudando también a alivianar la presión sobre el recurso pesquero, minero y agrícola; y las tensiones que puedan surgir por la disputa de los recursos de subsistencia.

Otra gran oportunidad, se deriva de la ventaja de contar con un municipio que ya cuenta con una demanda turística consolidada. Santa Fe de Antioquia que ya es reconocido como destino turístico doméstico y extranjero se convertirá en municipio base sobre el que se apalancará el turismo del resto de la región, mientras los destinos ubicados en el resto de los municipios ganan reputación.

El turismo orientado también creara las condiciones necesarias para incentivar la inversión pública y privada para el mejoramiento de la infraestructura vial, hospitalaria, de telecomunicaciones, así como también el fortalecimiento de los productos turísticos ofertados, y facilitara la capacitación del talento humano.

Finalmente, el reconocimiento de la diversidad biológica y cultural de la región a través de la actividad turística motivará el aprendizaje de la historia, la geografía, los saberes ancestrales, enaltecendo los valores culturales, y el empoderamiento de la riqueza natural.

### **3.2.3. Fortalezas**

Como ya se ha señalado, la región cuenta con un desarrollo turístico al sur del embalse orientado al turismo de sol en fincas recreativas o casas campestres de segunda residencia, y turismo cultural patrimonial. Sin embargo, esto representa una ventaja para el potencial turismo de naturaleza proyectado en el resto de la región porque de ese turismo se deriva una infraestructura turística de la cual se puede soportar el turismo aguas abajo, además, permite el establecimiento de rutas y circuitos turísticos con una amplia variedad ofertada con la que se pueden desarrollar productos turísticos con experiencias únicas.

Por otro lado, hay entusiasmo y expectativa en las comunidades locales frente a la llegada de la actividad turística, lo cual representa un capital humano motivado y comprometido para trabajar por el desarrollo turístico en la región, con un alto conocimiento del territorio.

Por último, una de las ventajas más sobresalientes es la riqueza biológica y las cualidades paisajísticas únicas, que dejan a la región con muy pocos destinos competidores o sustitutos, a lo que se le suma las iniciativas locales de conservación que potencia el mejoramiento de las cualidades escénicas del recurso turístico, y al aumento creciente de la demanda de turismo de naturaleza que en condiciones normales garantiza un flujo de ingresos constante en pro de la conservación y el mejoramiento de las condiciones de vida de las comunidades locales.

### **3.2.4. Amenazas**

Las principales amenazas identificadas incluyen desde las resistencias sociales frente a la ocupación territorial de actividades turísticas por la reclamación de las actividades tradicionales o tensiones territoriales por el uso de otras actividades como minería, ganadería, o la agricultura; hasta la capitalización del mercado por parte de agencias externas a la región



local, dejando así a las poblaciones con los pasivos ambientales y sin que estas perciban los ingresos económicos generados por el turismo.

También es importante señalar que la llegada de turistas puede incrementar el costo de vida de la población local, deteriorando su calidad de vida e incluso generando desplazamientos de estos, por eso será de especial atención diseñar tarifas diferenciadas, regular la presión inmobiliaria y favorecer la seguridad alimentaria. Así mismo, el permanente contacto con turistas provenientes de diferentes regiones, principalmente de las regiones metropolitanas, traerá consigo infraestructuras y dinámicas propias de esas regiones para satisfacer las necesidades del turista, esto puede trastornar o suprimir los valores culturales regionales, también puede traer consigo problemáticas de tráfico de estupefacientes, prostitución o demás actos delictivos.

Igualmente, sin una adecuada sensibilización local sobre los riesgos que representa la actividad turística única o principal actividad económica, la población local migrará paulatinamente a la prestación de servicios de turismo como única alternativa de vida, aumentando su dependencia de otras regiones para el abastecimiento de bienes y servicios, y exterminando o teatralizando las costumbres tradicionales como el barequeo, la pesca o la arriería, actividades de las que depende y se nutre el turismo.

Adicionalmente, la limitada capacidad de fiscalización y control sobre las dinámicas en el territorio puede facilitar que se superen las capacidades de carga de los destinos turísticos, aumentando la presión sobre el capital natural y cultural y desbordando la capacidad de gestión de las comunidades locales para corregir comportamientos que puedan alterar el entorno natural, así como la gestión de los residuos sólidos.

Finalmente, la historia conflictiva de la región genera una imagen negativa para el turismo, y un posible recrudecimiento de la violencia impediría la llegada de turistas, de lo que depende el éxito de la actividad turística

### **3.3. METODOLOGÍA ZONAS DE TURISMO**

El Modelo de Capacidad de Acogida -MCA- del POE zonifica en el área de protección del PHI el uso o conjunto de usos del suelo adecuados, según las condiciones naturales y las demandas sociales de la población. Dicha zonificación es el resultado de la conjugación de variables espaciales que determinan la capacidad que tiene un lugar para soportar un uso específico, estas variables son procesadas por un sistema de información geográfica que determina la aptitud del lugar para un uso específico que es clasificada en aptitud alta, media o baja. Luego, este procedimiento se repite para cada actividad o uso del suelo, como, por ejemplo, la pesca recreativa, la pesca deportiva, la navegación recreativa, el senderismo, entre otros. Finalmente, se zonifican los usos del suelo priorizando en el territorio aquellos que tienen una mayor aptitud. Cuando en un mismo lugar se presentan aptitudes altas para diferentes actividades se favorece la actividad que armonice de mejor manera con las líneas estratégicas territoriales, como, por ejemplo, la restauración ecológica y ambiental, o el mejoramiento de condiciones económicas y de conectividad.

### 3.3.1. Definición de zonas turísticas

Según el Glosario de Terminología de Turismo de Fontur, las zonas turísticas se definen como “espacios físicos de extensión variable, con características fisiográficas homogéneas y que cuenta con una unidad paisajística. En su interior se pueden agrupar extensiones territoriales de menor tamaño, denominadas áreas turísticas. La Zona Turística debe contar con infraestructura y servicios de comunicación entre las áreas turísticas que la integran” (FONTUR, 2020). En síntesis, al interior de las zonas turísticas se desarrollan actividades orientadas a ofrecer servicios turísticos como alojamiento, alimentación, entretenimiento, ocio y esparcimiento, entre otros, que son fortalecidos y fortalecen las actividades de pesca y de navegación.

Las variables analizadas para determinar su capacidad fueron la pendiente del terreno (Pt), las amenazas de origen natural (An), el acceso y disponibilidad del agua (Da), el acceso a vías y al embalse (Av), y la conectividad a un centro poblado (Cp).

La consulta a expertos sobre la importancia relativa de cada una de estas variables arrojó una ponderación que jerarquiza las variables de la siguiente manera:

$$CA \text{ Zona Turística} = An*5+Da*4+Pt*3+Av*2+Cp$$

Ello quiere decir que el atributo amenaza de origen natural tiene el máximo valor posible en la estimación de la capacidad de acogida para zona turística. El acceso y disponibilidad de agua para consumo humano le siguen en orden de importancia, asunto reconocido como de máxima significación dada las particularidades de la zona. Igual suerte corre la pendiente del terreno cuyas zonas planas resultan en medio de esta quebrada geografía significativamente importantes. Finalmente aparecen como de menor importancia los accesos tanto a una vía como a un centro poblado.

### 3.3.2. Selección de senderos

Por otro lado, los criterios de evaluación de senderismo y cabalgatas se definieron en virtud de tres asuntos: el primero debían ser caminos vivos, es decir de tránsito activo; segundo que conectarán zonas turísticas sobre el embalse; y tercero que cumplieran con los criterios fijados con anterioridad, es decir ciertas especificaciones inherentes con la condición del camino como grado de dificultad (tiempo de recorrido y topografía), y referido específicamente a la superficie de tránsito, al ancho del rastro o la huella, y al conjunto de obstáculos naturales encontrados. Otros asuntos relacionados con la amenaza natural tanto por movimientos en masa como por avenidas torrenciales, y desde luego acceso a la red vial de la región y conectividad con algún centro poblado también se tuvieron en cuenta. Como resultado, se obtuvieron 8 senderos que cumplen con las expectativas mencionadas anteriormente. Uno

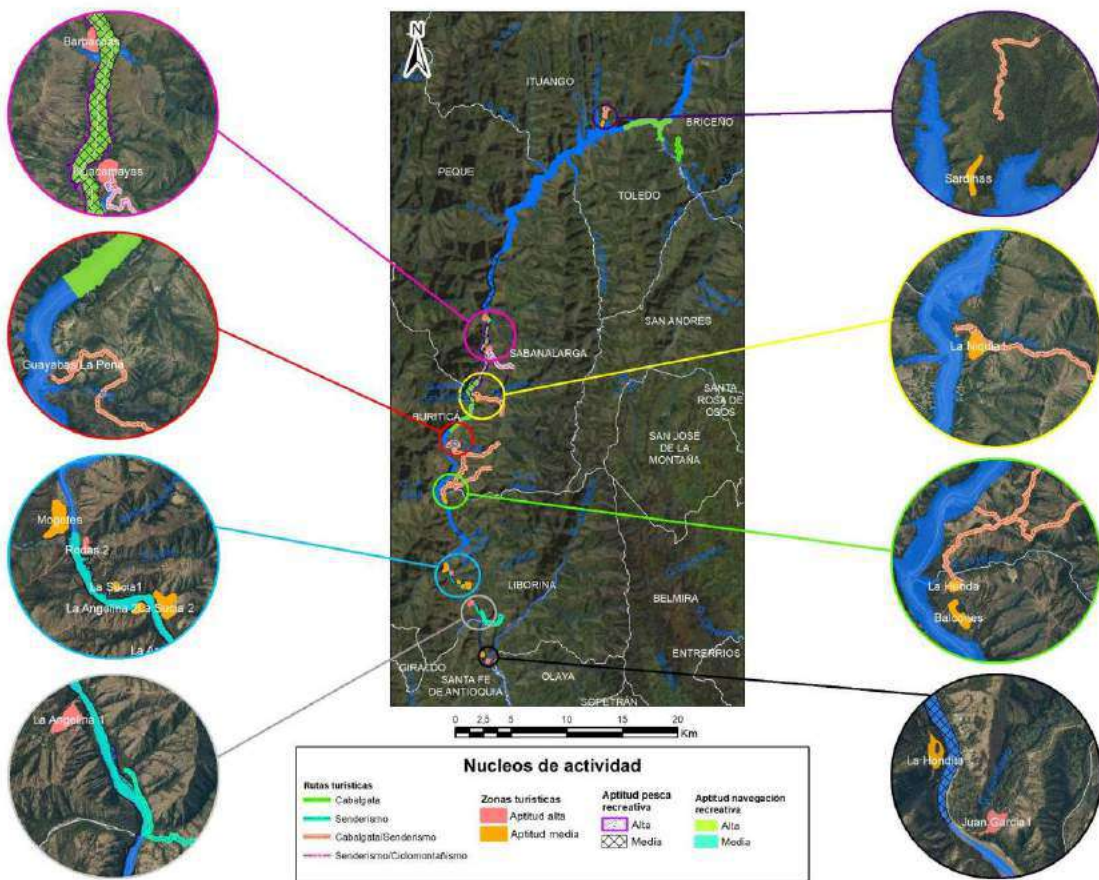
para senderismo, uno para cabalgatas, uno para ciclomontañismo y senderismo, y cinco para senderismo y cabalgatas.

### 3.4. RESULTADOS PARA TURISMO

Los resultados del modelo arrojaron una serie de zonas calificadas según los criterios mencionados como de alta, media y baja capacidad de acogida. Las zonas calificadas como de baja capacidad de acogida no fueron consideradas. Las zonas calificadas como de media capacidad de acogida sólo son consideradas si su condición geográfica así lo amerita.

Este documento ordena las actividades turísticas según las determinaciones espaciales arrojadas por el MCA y las verificaciones realizadas en el territorio (Figura 16, Figura 17).

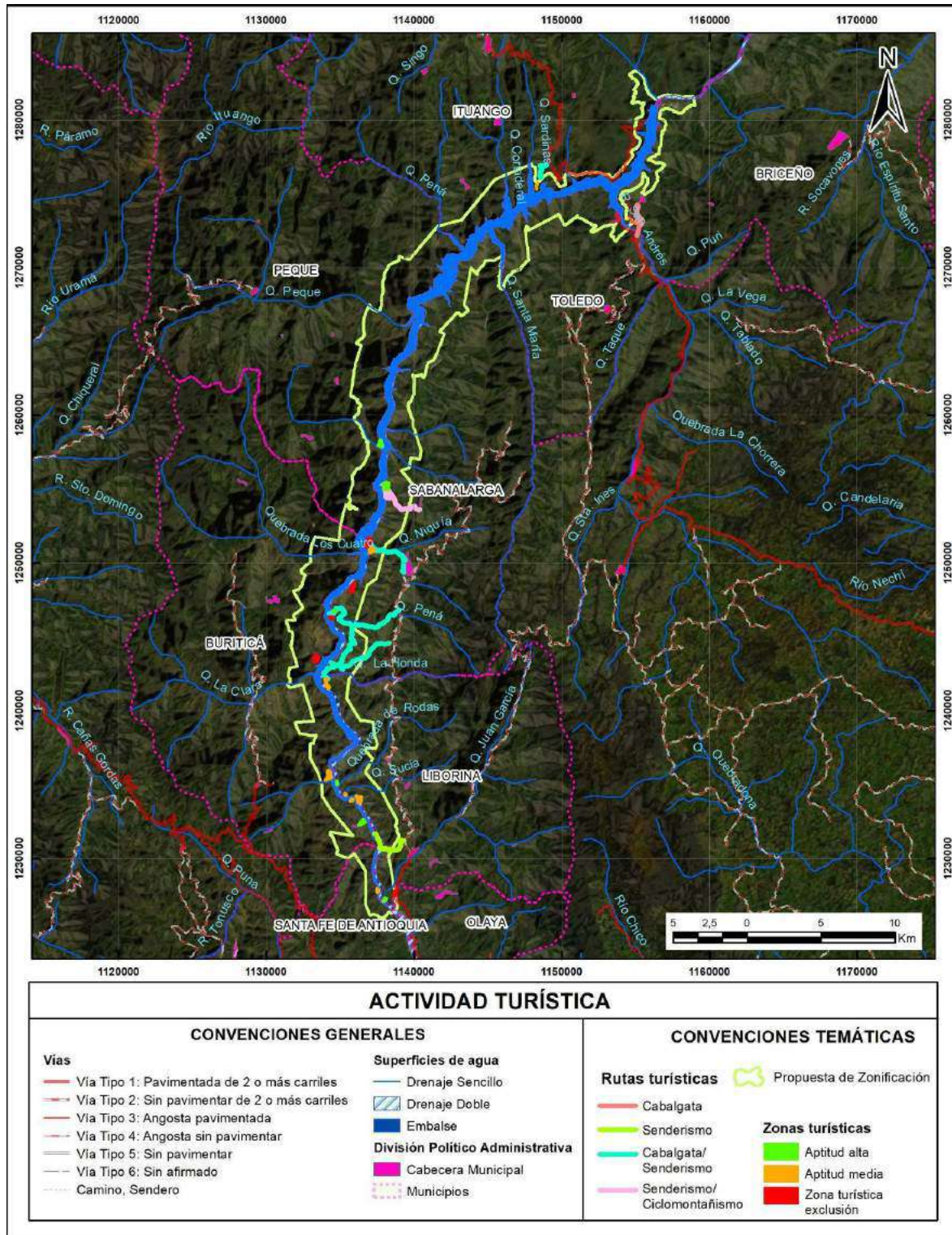
**Figura 16. Resultados del Modelo de Capacidad de Acogida por sectores**



Fuente: Elaboración propia, Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).



Figura 17. Zonificación de las actividades de turismo



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

### 3.4.1. Zonas turísticas

Con capacidad de acogida para esta actividad se definieron 15 sitios, 6 áreas con aptitud alta y 9 con aptitud media (Tabla 20). Sin embargo, las zonas turísticas La Niquia 1 y Mogotes quedarán condicionadas a las actividades de operación del embalse y otras actividades que EPM deba de realizar en caso de contingencia para el control y manejo del material flotante. En ese caso se recomienda una alternancia de usos permitiendo que la actividad turística retorne a estas zonas una vez la contingencia sea superada.

**Tabla 20. Zonas con alta y media capacidad de acogida para zonas turísticas**

Municipio	Vereda	Centro Poblado	Nombre	Área (ha)	Latitud	Longitud	Aptitud
Santa Fe de Antioquia	Cativo	Olaya	La Hondita	2,75	6,65482	-75,83385	Media
Buriticá	La Angelina	La Angelina	La Angelina 1	7,44	6,69654	-75,84326	Alta
Buriticá	La Angelina	La Angelina	La Angelina 2	1,99	6,71017	-75,84965	Media
Buriticá	Mogotes	Buriticá	Mogotes	14,32	6,72536	-75,86348	Media
Liborina	La Sucia	Mogotes	Rodas 2	1,53	6,72073	-75,85864	Alta
Liborina	Llano Grande	Liborina	Juan Garcia1	2,54	6,64944	-75,82928	Alta
Liborina	La Sucia	La Honda	La Honda	1,55	6,78414	-75,86514	Media
Liborina	La Sucia	La Honda	La Honda 2	3,83	6,78021	-75,86442	Media
Liborina	La Sucia	Mogotes	La Sucia1	1,00	6,71384	-75,85350	Media
Liborina	La Sucia	Mogotes	La Sucia 2	10,27	6,71076	-75,84496	Media
Peque	Barbacoas	Barbacoas	Barbacoas	7,86	6,92829	-75,83130	Alta
Sabanalarga	San Cristobal-Pená	La Floresta	Guayabas La Pená	1,04	6,82563	-75,86001	Alta
Sabanalarga	Membrillal	Membrillal	Guacamayas	15,19	6,90261	-75,82809	Alta
Sabanalarga	San Cristobal-Pená	Sabanalarga	La Niquia1	10,41	6,86342	-75,83715	Media
Ituango	Los Galgos	Los Galgos	Sardinas	1,51	7,08584	-75,73520	Media

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

### 3.4.2. Caminos para senderismo, cabalgatas y ciclomontañismo

Atendiendo los criterios mencionados, se seleccionaron ocho rutas con interés para actividades de senderismo y/o cabalgatas y ciclomontañismo (Tabla 21).



**Tabla 21. Senderos con aptitud para senderismo y cabalgata**

Ruta	Actividad
Liborina- La Angelina	Senderismo
La Floresta- Qda. Pená- La Honda	Senderismo y Cabalgata
Junco-Embalse	Senderismo y Cabalgata
Sabanalarga- Bocas de Niquia	Senderismo y Cabalgata
El Valle- Alto del Chirí	Cabalgata
El Líbano- Q. Sardinias	Senderismo y Cabalgata
La Floresta- Embalse	Senderismo y Cabalgata
Membrillal- Embalse	Senderismo y Ciclomontañismo

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

### 3.4.3. Puertos turísticos

Se establecen 5 puertos turísticos con el único objetivo de potencializar zonas de interés turístico dentro del embalse, para de esta forma dinamizar la economía en la zona. En ese sentido, la consolidación de estos puertos turísticos estará supeditada al funcionamiento de las zonas turísticas, es decir, la viabilidad de estos puertos sólo tendrá sentido si las zonas turísticas asociadas estén ofertando algún tipo de servicio turístico. Los puertos turísticos o turísticos son desarrollados con mayor detalle en el apartado 5.4.2.3.

**Tabla 22. Puertos turísticos del embalse**

Puerto	Zona turística
Puerto Sardinias	Sardinias
Puerto Guacamayas	Guacamayas
Puerto La Floresta	Guayabas la Pená
Puerto La Playa del Amor	La Angelina 2
Puerto El Diomate	La Sucia 1, La Sucia 2

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

### 3.5. FORMULACIÓN DE PROPUESTAS: PROGRAMAS Y PROYECTOS

Un compromiso imperante en torno a las actividades del ecoturismo es conservar las cualidades ambientales del lugar y mejorar las condiciones de vida de las comunidades. Este último, es de especial importancia pues requiere la formulación de proyectos eficaces que permitan la captura de los réditos económicos que genera el turismo de manera directa o indirecta, y que estos sean gestionados adecuadamente para equilibrar la repartición de cargas y beneficios entre la comunidad receptora del turismo. Los siguientes proyectos han sido formulados teniendo en cuenta los principios enunciados en este plan y las líneas estratégicas del POE, de restitución y mejoramiento de las condiciones económicas y de conectividad, restauración ecológica y ambiental, infraestructura principal y de soporte, evaluación y monitoreo, articulación institucional, y ecoturismo.

#### **Fotografía 27. Nidos de mochilero en un Diomate - *Astronium graveolens***



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

**Fotografía 28. Mochilero - *Psarocolius decumanus***



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

### 3.5.1. Programas para la atraktividad y competitividad de las zonas turísticas

**Tabla 23. Programa Atraktividad y competitividad de las zonas turísticas**

Programa		Atraktividad y competitividad de ecoalojamientos
Nombre de proyecto		Adecuaciones de ecoalojamientos
Objetivo		Adecuar el terreno de ecoalojamientos y construir infraestructuras mínimas que garanticen la llegada y permanencia del turista de forma segura y con unas condiciones mínimas de confort. Este proyecto no considera costos de operación.
Descripción	Antecedentes	Tras el represamiento del Río Cauca comenzó a surgir un aprovechamiento recreativo al norte del embalse, en primer momento por parte de los pobladores de la región del embalse que llegaban de los municipios de Sabanalarga y Toledo, pero los atractivos no tardaron en jalonar un turismo doméstico proveniente de la ciudad metropolitana y los municipios del altiplano de Santa Rosa de Osos, que ha comenzado a ser explotado de manera informal por los pobladores locales.

	<p><b>Descripción del problema</b></p>	<p>Con la llegada del PHI se adquirieron los predios aledaños al embalse en la franja de protección, que antes eran utilizados para actividades de ganadería, agricultura, minería y vivienda. Dos años después del llenado del embalse se hace evidente la disminución en la presión antrópica del espacio, hoy en día la mayoría de los predios adquiridos que cuentan con las mayores capacidades de acogida para actividades de ecoalojamientos se encuentran en un estado de sucesión natural del bosque, principalmente con presencia de herbáceas, especies vegetales de menor altura y rápido crecimiento, que dificultan el acceso y el establecimiento de tiendas de ecoalojamientos.</p> <p>Por otro lado, se han comenzado a aprovechar zonas para camping de forma espontánea en lugares que no cumplen con las condiciones mínimas de seguridad, por ejemplo, en los depósitos aluviales del Río San Andrés cuando el nivel del embalse disminuye.</p> <p>Por último, es necesario señalar que la actividad de camping es muy especializada, y sólo es practicada por un pequeño segmento de la población que compone la demanda de turismo de naturaleza, además, por las condiciones en las que es practicada, usualmente no genera muchas ganancias económicas.</p>
	<p><b>Justificación</b></p>	<p>La adecuación de los ecoalojamientos no sólo incentivará la llegada de turistas, y se salvaguardará su integridad física. Sino que también establecerá unas zonas para el aprovechamiento formal de la actividad, evitando la consolidación de campamentos informales que generan conflictos con los demás usos del suelo y entorpecen el control de la actividad en el embalse.</p> <p>Con la construcción de infraestructuras se facilitará a las instituciones encargadas de gestionar y contralar la actividad turística, así como también el servicio ofertado al turista a través de centros de atención al visitante que orienten las opciones en virtud de las necesidades. Además, podrá dar un carácter diferenciador a los ecoalojamientos según sus cualidades escénicas, de esta manera se logra ampliar la oferta llegando a diferentes públicos con intereses diferenciados, se genera productos con valor agregado y se motiva al turista que realice circuitos al interior del embalse, impactando en mayor medida la economía regional.</p>
	<p><b>Actividades por realizar</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Poda de material vegetal rastrero en zonas turísticas y en caminos de acceso</li> <li>● Siembra de árboles y arbustos nativos para sombra</li> <li>● Remoción de material rocoso superficial y material vegetal</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>● Marcación de zonas de riesgo</li> <li>● Delimitación física de ecoalojamientos</li> <li>● Construcción de 6 conjuntos de eco-alojamientos tipo glamping</li> <li>● Construcción de 15 módulos de Centro de Atención al Visitante (CAV).</li> <li>● Construcción de 2 puntos de información</li> <li>● Construcción de 3 puestos de control</li> <li>● Construcción de 1 acequia</li> </ul>
<b>Datos del proyecto</b>	<b>Ubicación</b>	<p>Las actividades por realizar se llevarán a cabo en cada una de las 17 zonas delimitadas por el POE con aptitud alta y media zonas turísticas. Sin embargo, solamente 6 de las 17 zonas contarán con infraestructuras para glamping, éstas son: La Niquia 1, La Angeina1, La Sucia 2, Sardinias, Mogotes, y Barbacoas.</p> <p>Además, se proponen dos puntos de información al sur en el municipio de Liborina sector la Juan García y al norte en el Municipio de Toledo sector Valle del Toledo, y 3 puestos de control adicional al ubicados en estos mismos sectores, con un tercero adicional en el puerto primario de La Niquia.</p> <p>Por otro lado, se propone la construcción de una acequia que conduzca el agua hasta la zona turística de Mogotes para el abastecimiento del vivero comunitario, y el funcionamiento de la zona turística. Para este último fin, se recomienda una PTAP compacta y que de ella también se puedan ver beneficiados los habitantes de Mogotes.</p> <p>Por último, se identificaron 6 puntos que requieren señalética que comunique el riesgo por avenida torrencial o movimiento en masa (ver Figura 10).</p>
	<b>Costo aprox.</b>	<p>2'500.000 pesos colombianos por eco-alojamiento</p> <p>3'000.000 pesos colombianos por cada CAV</p> <p>1'000.000 pesos colombianos por cada punto de información</p> <p>1'000.000 pesos colombianos por cada puesto de control</p> <p>116'400.000 pesos colombianos por adecuar todas las zonas turísticas.</p>
	<b>Duración aprox.</b>	2 años
	<b>Beneficiarios</b>	Comunidades de Liborina, Sabanalarga, Membrillal, La Angelina, Mogotes, Valle del Toledo.
<b>Entidades responsables</b>		Epm, Administraciones municipales y departamental, y juntas de acción comunal locales



<b>Aportes de la comunidad</b>	Empleo para la adecuación del lugar y gestión de la actividad turística del lugar, infraestructuras que garanticen la vigilancia y control en la zona por parte de la institucionalidad, y valor agregado a los productos turísticos que van a liderar
<b>Metas físicas (verificables)</b>	Construcción de 15 módulos CAV, 2 puntos de información, 3 puestos de control, 6 conjuntos de ecoalojamientos, y adecuación del terreno de las 15 zonas turísticas

<b>Observaciones</b>
<p>El número de ecoalojamientos está sujeto a un estudio de capacidad de carga de cada uno de los lugares propuestos para las zonas de Glamping, estudio que será también necesario para determinar el número de turistas permitidos en las zonas turísticas. También es importante señalar que pueden adicionarse otros puntos para señal ética adicionales a los seis puntos identificados.</p> <p>Con la madera removida del cauce del río se puede generar un subproducto para el mantenimiento de las plántulas de los viveros comunitarios.</p> <p>El puesto de control propuesto al sur del embalse puede ser usado como peaje turístico en el futuro, reglamentado por el artículo 25 de la ley 300 de 1996, una vez los destinos turísticos regionales alcancen una demanda que comience a alcanzar la capacidad de carga turística.</p>

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2017).

**Fotografía 29. Estado actual de la zona propuesta para zona turística Sardinas**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

**Tabla 24. Proyecto viveros comunitarios**

<b>Programa</b>		<b>Atractividad y competitividad de las zonas turísticas</b>
<b>Nombre de proyecto</b>		Viveros comunitarios
<b>Objetivo</b>		Construir, adecuar y poner en funcionamiento viveros comunitarios para la producción y cultivo de material vegetal para apoyar las actividades del proyecto de restauración ecológica, así como también para la recepción y educación de turistas en temas de conservación y de especies del bosque seco tropical.
<b>D e s c r i p c i ó n</b>	<b>Antecedentes</b>	El bosque seco tropical o bs-t, es el ecosistema más degradado del país, es por eso por lo que EPM en alianza con las juntas de acción comunal del área de influencia del PHI adelanta un programa de restauración ecológica en los predios adquiridos para compensación ambiental con la siembra de árboles nativos y la producción de material vegetal en el vivero el palmar, ubicado al norte del embalse, en el municipio de Ituango. Esta iniciativa ha logrado vincular a las comunidades locales que se han visto beneficiados por ser los administradores del proyecto, pero que también han generado expectativas en habitantes del resto del embalse.
	<b>Descripción del problema</b>	La actividad turística, incluyendo tipologías de turismo alternativo como el ecoturismo, generan una alta presión sobre los ecosistemas que soportan la actividad. Algunas experiencias en el departamento exponen los riesgos a los que se enfrenta un destino de ecoturismo, como es el caso de la sobreexplotación de turística de San Carlos y Guatapé al oriente del departamento, o la degradación ambiental en el páramo del sol en Urrao al suroeste de Antioquia. Es por eso por lo que la actividad turística debe tener un carácter educativo que sensibilice a las comunidades locales, y prestadores de servicios turísticos sobre los efectos de un turismo desordenado, así como también al turista sobre sus responsabilidades en la preservación del lugar que visita.
	<b>Justificación</b>	La construcción de viveros comunitarios se convertirá en un espacio de investigación, educación y divulgación que permitirá apoyar el plan de restauración ecológica y ambiental, sensibilizar a los turistas sobre la importancia de las especies del bs-t y generará alternativas económicas a las comunidades locales.
	<b>Actividades por realizar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Construcción de 2 viveros comunitarios satélite</li> <li>● Puesta en operación de los 2 viveros comunitarios</li> </ul>

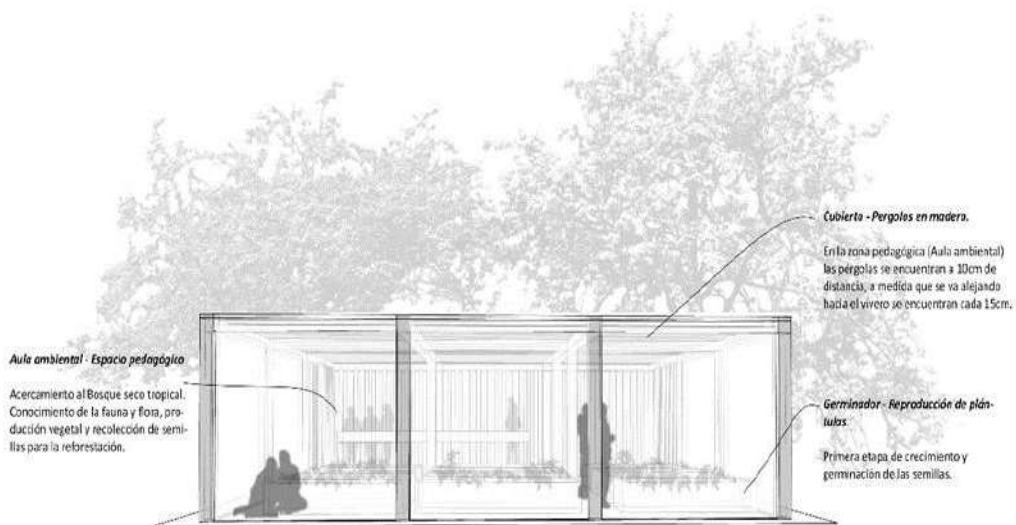
<b>Datos del proyecto</b>	<b>Ubicación</b>	<p>Un vivero estará ubicado en la zona turística mogotes y el otro en la zona turística la Niquia 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Un vivero comunitario ubicado en la zona turística mogotes, adecuado para la producción de material y cuidado de las plántulas con adecuaciones para la recepción de turistas y aula ambiental orientada a la educación sobre las especies del bs-t, y el proceso de recolección de semillas, germinación y cuidado de las plántulas a pequeña escala.</li> <li>2. Un vivero comunitario satélite ubicado en la zona turística la Niquia 1, destinado al cuidado de las plántulas provenientes del vivero comunitario de mogotes, como zona de tránsito de los viveros permanentes de el palmar o la Juan García de EPM</li> </ol>
	<b>Costo aprox.</b>	25'000.000 pesos colombianos por vivero
	<b>Duración aprox.</b>	6 meses
	<b>Beneficiarios</b>	Comunidades de Sabanalarga, Membrillal, y Mogotes (ver Figura 10)

<b>Entidades responsables</b>	EPM, administraciones municipales y departamental, y juntas de acción comunal locales
<b>Aportes de la comunidad</b>	Empleo para la adecuación del lugar y puesta en operación de los viveros, valor agregado a los productos turísticos que van a liderar las comunidades, profundización en los conocimientos de producción y aprovechamiento del material vegetal.
<b>Metas físicas (verificables)</b>	Construcción de 2 viveros comunitarios satélite.

<b>Observaciones</b>	Los viveros comunitarios serán adecuados para el tránsito del material vegetal permanente de los viveros permanentes de El Palmar y La Juan García, además, contarán con espacios dedicados a la producción de árboles a pequeña escala para la demostración del proceso de recolección de semillas, germinación, el crecimiento, embolsado, y disposición final para llevar a la siembra.
----------------------	--

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2017).

**Figura 18. Imaginario de viveros comunitarios**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

**Tabla 25. Proyecto Más Bosques**

<b>Programa</b>		<b>Atractividad y competitividad de las zonas turísticas</b>
<b>Nombre de proyecto</b>		Más bosques
<b>Objetivo</b>		Integrar los viveros comunitarios con las zonas turísticas y brindar una experiencia de conexión con la naturaleza, además de educar y sensibilizar al turista sobre la importancia del papel de la conservación y restauración del bs-T, a través de la siembra y el apadrinamiento de un árbol del bosque seco tropical.
<b>D e s c r i p c i ó n</b>	<b>Antecedentes</b>	El turismo como hecho psicosocial reconoce que el turista viaja con una motivación interna como efecto de un proceso social. Es así como el perfil del turista de naturaleza posmodernista revela su profundo interés en aprender del lugar, huir de la masificación, establecer un contacto estrecho con el entorno, ir en busca de la autenticidad del lugar, y su interés en aportar en su conservación; como respuesta al cambio de valores culturales.
	<b>Descripción del problema</b>	La dificultad que supone mantener la sostenibilidad financiera de un proyecto de restauración y

		<p>conservación ecológica de carácter comunitario en una región remota, y que esta logre impactar positivamente la calidad de vida de las comunidades encargadas de administrar el proyecto, supone una serie de desafíos que ponen al descubierto la necesidad de articular el proyecto con estrategias que le sumen importancia por el impacto social que pueda generar, pero de las que también pueda derivar ingresos económicos para el mantenimiento del proyecto.</p>
	<b>Justificación</b>	<p>Con la destinación de parte del material vegetal para la adopción y siembra por parte del turista, se logra vincular de manera directa al turista con los esfuerzos de restauración local, empoderándolo con la lucha por la recuperación del bosque seco, generando una experiencia alrededor de su visita, que además lo motivará en un futuro a regresar al lugar, y se garantizaran unos recursos económicos al vivero comunitario derivados del apadrinamiento que se le cargan al turista como su aporte a la conservación. Además, se consolidan áreas que sirven de barrera natural ante la posible expansión de las zonas turísticas.</p>
	<b>Actividades por realizar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dotar de los elementos para la siembra y transporte del material vegetal al punto de siembra</li> <li>• Fijar tarifas para el apadrinamiento de especies vegetales</li> <li>• Diseñar una plataforma digital abierta al público, que sirva como base de datos para el almacenamiento de la información de árbol apadrinado, la persona que lo apadrino, y la fecha en que fue sembrado. Pero que también sirva para georreferenciar el árbol apadrinado y su estado actual, de manera que pueda consultarse su estado en cualquier parte del mundo.</li> </ul>
<b>Datos del proyecto</b>	<b>Ubicación</b>	<p>Aunque las especies vegetales son adquiridas de los viveros comunitarios propuestos en Mogotes y La Niquia 1, las zonas destinadas para su adopción y siembra puede tener lugar en cercanías de cualquier zona turística que no supongan alguna amenaza de origen natural, de fácil acceso y cuenten con espacio para el repoblamiento. Las zonas turísticas que cumplen con estas condiciones son: Angelina 1, Juan García 1, Sucia 2, Mogotes, y la Niquia 1.</p>
	<b>Costo aprox.</b>	18'000.000 pesos colombianos por vivero
	<b>Duración aprox.</b>	6 meses
	<b>Beneficiarios</b>	Comunidades de Liborina, Membrillal, Sabana larga y Mogotes.



<b>Entidades responsables</b>	EPM, administraciones municipales y departamental, y juntas de acción comunal locales
<b>Aportes de la comunidad</b>	Empleo para el transporte del material vegetal, y el acompañamiento en la siembra, valor agregado a los productos turísticos que van a liderar las comunidades.
<b>Metas físicas (verificables)</b>	Diseño y construcción de espacio digital. Suministros de elementos para el transporte y la siembra de las plántulas.

<b>Observaciones</b>
<p>Se propone destinar áreas cercanas a las zonas turísticas y de fácil acceso para la siembra de árboles por parte de los turistas en compañía de guías locales, funcionarios de los viveros comunitarios, y/o guardabosques de la región. Cada árbol tendrá un valor simbólico que represente el aporte que cada persona hace al bosque seco tropical. El dinero recaudado deberá reinvertirse en actividades de restauración, mantenimiento de los viveros comunitarios y distribuidos en los prestadores del servicio.</p> <p>Se recomienda que el árbol tenga una identificación con el nombre de la especie, el nombre de la persona quien lo apadrina y la fecha de siembra, además que este pueda ser georreferenciado en un portal web donde las personas puedan hacer seguimiento del árbol.</p> <p>El apadrinamiento en las zonas turísticas que no cuentan con un vivero comunitario como es el caso de las zonas turística Angelina 1, Juan García 1, Sucia 2 y Niquia 1; podrá hacerse a través de los CAV de la respectiva zona turística, haciendo el requerimiento de la cantidad de plántulas a adoptar, el registro, y el pago de la adopción. Otra alternativa, puede ser invitar al turista a visitar uno de los viveros comunitarios, que allí elija el árbol que desea apadrinar y solicite que este sea enviado a la zona turística donde se encuentra hospedado.</p>

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2017).

**Tabla 26. Proyecto camping galáctico**

<b>Programa</b>	<b>Atractividad y competitividad de las zonas turísticas</b>
<b>Nombre de proyecto</b>	Camping Galáctico
<b>Objetivo</b>	Brindar una experiencia de viaje galáctico desde una tienda de camping al turista, pero también incentivar la investigación y el establecimiento de alternativas de educación para la comunidad local, a través de un centro multipropósito de investigación, y turismo.
<b>D e s c r i</b>	<b>Antecedentes</b> El Observatorio Astronómico de la Tatacoa (OATA), es un referente nacional para los aficionados de la astronomía y para quienes la estudian de manera profesional. Esta iniciativa ha demostrado las ventajas que conlleva conjugar la actividad astronómica, con la de turismo de

<b>p c i o n</b>		naturaleza. Además, aprovecha las cualidades del bosque seco tropical del sur del país para el estudio de los astros.	
	<b>Descripción del problema</b>	Algunas zonas turísticas que, por la lejanía de los principales núcleos de actividades o difícil acceso desde los centros poblados de la región, corren el riesgo de quedar rezagadas respecto a las demás que cuentan con una oferta turística más variada y vías de acceso más efectivas. Por eso es necesario generar un carácter diferenciador de las zonas turísticas que motiven al turista a visitar incluso las zonas más apartadas	
	<b>JUSTIFICACIÓN</b>	<p>La conjugación de condiciones atmosféricas de baja nubosidad durante la mayor parte del año y la ausencia de contaminación lumínica generan el entorno ideal para el avistamiento de cuerpos celestes, condiciones que reúnen casi todas las zonas turísticas del PHI. Las condiciones ambientales de la región le dan unas ventajas comparativas respecto a casi cualquier otro destino sustituto en el departamento para observar las estrellas.</p> <p>Un competidor potencial es el observatorio astronómico de la Tatacoa, en el municipio de Villavieja, Huila. Sin embargo, su lejanía respecto a la gran mayoría de los grandes centros poblados del país podría favorecer la acogida del Camping Galáctico entre los turistas del Departamento y los provenientes de otros departamentos del norte y del centro occidente del país.</p> <p>Este proyecto le da un carácter de singularidad al destino turístico, y aumenta la oferta local alcanzando así públicos más diversos. Además, jalona la investigación y la inversión de capital alrededor de la astronomía. Se propone hacer convenios con la Universidad de Antioquia.</p>	
	<b>ACTIVIDADES POR REALIZAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acondicionar un domo para el almacenamiento de equipos y estudio de los astros celestes.</li> <li>• Dotar de dos telescopios con filtros solares, una cámara de largo alcance, 10 binoculares, tres láseres, y oculares para el estudio de los astros; y material didáctico como maquetas del sistema solar, globos terráqueos, prismas para la divulgación.</li> </ul>	
	<b>DATOS DEL PROYECTO</b>	<b>UBICACIÓN</b>	Zona turística Barbacoas
		<b>COSTO APROX.</b>	35'000.000 pesos colombianos
<b>DURACIÓN APROX.</b>		1 año	
<b>BENEFICIARIOS</b>		Comunidades de Renegado, Buena Vista, Sabanalarga y Mogotes.	

<b>Entidades responsables</b>	EPM, Administraciones municipales y departamental, y juntas de acción comunal locales
<b>Aportes de la comunidad</b>	Empleo para la adecuación del lugar y puesta en operación del observatorio astronómico, valor agregado a

	los productos turísticos que van a liderar las comunidades, profundización en los conocimientos de física y astronomía.
<b>Metas físicas (verificables)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Construcción y adecuación de domo</li><li>• Suministrar equipos de astronomía</li></ul>

<b>Observaciones</b>
Camping galáctico, además de incentivar la llegada de turistas a una de las zonas turísticas más alejadas, es un proyecto pensado para catalizar las oportunidades de educación de las comunidades en el conocimiento científico, y convertir el turismo regional en un referente nacional.

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2017).

**Fotografía 30. Zona turística Barbacoas propuesta para camping galáctico y observatorio astronómico**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

**Tabla 27. Proyecto Casa museo del bosque seco tropical**

<b>Programa</b>		<b>Atractividad y competitividad de las zonas de turísticas</b>
<b>Nombre de proyecto</b>		Casa museo del bosque seco tropical
<b>Objetivo</b>		Generar un espacio para la divulgación del talento creativo local, enaltecer la cultura regional, y exponer la diversidad del bosque seco tropical.
<b>Descripción</b>	<b>Antecedentes</b>	El barequeo en el Río Cauca, la arriería montañera y la pesca artesanal de subsistencia son manifestaciones culturales que dotan de autenticidad el lugar, además, la exuberancia de especies y paisajes del lugar sirven para inspirar los artistas locales en potencia, y a quienes visitan este paraje único.
	<b>Descripción del problema</b>	A pesar de la riqueza natural y cultural regional, y los esfuerzos fallidos por declarar manifestaciones culturales como el barequeo en el Río Cauca como patrimonio inmaterial de la nación, aún no existe un espacio que albergue el talento creativo regional y enaltezca la riqueza natural y cultural.
	<b>Justificación</b>	La destinación de un espacio para el arte y la cultura reforzará los valores culturales regionales, explotará el talento creativo de las comunidades locales, diversificará sus vocaciones económicas.
	<b>Actividades por realizar</b>	Restaurar y acondicionar casa en ruinas en la zona turística de Mogotes como casa museo del bosque seco tropical.
	<b>Datos del proyecto</b>	<b>Ubicación</b>
	<b>Costo aprox.</b>	25'000.000 pesos colombianos
	<b>Duración aprox.</b>	2 años
	<b>Beneficiarios</b>	Comunidades de la Angelina y Mogotes

<b>Entidades responsables</b>	EPM, Administraciones municipales y departamental, y juntas de acción comunal locales
<b>Aportes de la comunidad</b>	Empleo para la restauración y adecuación del museo, y en la operación de este, valor agregado a los productos turísticos que van a liderar las comunidades, diversificación de las actividades económicas, y empoderamiento del proceso creativo de las artes visuales, artes escénicas, artes, antigüedades y artesanías; y gastronomía.
<b>Metas físicas (verificables)</b>	Restauración y adecuación de casa abandonada en Mogotes para casa museo del bosque seco.



**Observaciones**

Se propone restaurar la casa ubicada en la vereda de Mogotes, sobre la zona turística Mogotes por sus cualidades estéticas y arquitectónicas, y porque representan en sí mismo un patrimonio cultural. La casa puede convertirse en un espacio de encuentro para las comunidades locales, además de exponer el talento local

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2017).

**Fotografía 31. Casa tradicional en zona turística Mogotes**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

**Tabla 28. Proyecto laboratorio al aire libre**

<b>Programa</b>		Atractividad y competitividad de las zonas turísticas
<b>Nombre de proyecto</b>		Laboratorio al aire libre
<b>Objetivo</b>		Generar un espacio para la divulgación del talento creativo local, enaltecer la cultura regional, y exponer la diversidad del bosque seco tropical.
<b>Descripción</b>	<b>Antecedentes</b>	El bosque seco como otros ecosistemas, ofrece una alta diversidad de frutos, texturas, sabores, olores, colores y sonidos producto de la especialización y adaptaciones evolutivas de las especies que lo habitan.
	<b>Descripción del problema</b>	No es viable sustentar la oferta turística en experiencias que puedan ser replicadas fácilmente en cualquier otro destino, es por eso por lo que las ventajas competitivas del lugar están estrechamente



		relacionadas con la innovación, la creatividad y la calidad de los servicios ofertados.
	<b>Justificación</b>	La destinación de un espacio dedicado a explorar la experiencia sensorial de los visitantes le da al destino un sello de particularidad, que logra integrar a los turistas de manera más completa al lugar que decide visitar, sin duda dándole un alto valor agregado a la experiencia sensorial del visitante y mejorando su relacionamiento con el bosque.
	<b>Actividades por realizar</b>	Diseñar actividades en el bosque donde se estimulen los sentidos para ofrecer una experiencia sensorial de contacto con el bosque más completa
<b>Datos del proyecto</b>	<b>Ubicación</b>	Sector la Angelina
	<b>Costo aprox.</b>	800.000 pesos colombianos
	<b>Duración aprox.</b>	2 meses
	<b>Beneficiarios</b>	Comunidades de la Angelina y Mogotes

<b>Entidades responsables</b>	EPM, Administraciones municipales y departamental, y juntas de acción comunal locales
<b>Aportes de la comunidad</b>	Empleo para la restauración y adecuación del lugar, valor agregado a los productos turísticos, diversificación de las actividades económicas.
<b>Metas físicas (verificables)</b>	

<b>Observaciones</b>
Se propone destinar un lugar cercano al corregimiento de la Angelina, entre la zona turística La Angelina 1 y La Angelina 2 para desarrollar actividades que le permitan experimentar al turista los sentidos, estimulados por el entorno del bosque seco, como: picnic con platos gastronómicos diseñados exclusivamente a partir de frutos del bosque seco y peces del Río Cauca, caminatas nocturnas para agudizar los oídos, extracción de aromas del bosque, concursos de identificación de especies a través del tacto, entre otros.

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2017).

**Fotografía 32. Riqueza íctica de la región para desarrollar platos gastronómicos**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

### 3.5.2. Propuestas para la atractividad y competitividad de las rutas de senderismo, cabalgata y ciclomontañismo

Tabla 29. Adecuación y marcación de las rutas de senderismo cabalgata y ciclomontañismo

<b>Programa</b>		<b>Atractividad y competitividad de las rutas de senderismo, cabalgata y ciclomontañismo</b>
<b>Nombre de proyecto</b>		Adecuación y marcación de las rutas de senderismo cabalgata y ciclomontañismo.
<b>Objetivo</b>		Adecuar y marcar las rutas de senderismo cabalgata y ciclomontañismo que garanticen la llegada y permanencia del turista de forma segura y con unas condiciones mínimas de confort.
<b>D e s c r i p c i ó n</b>	<b>Antecedentes</b>	Las cabalgaduras y las caminatas por senderos se han realizado históricamente por los pobladores locales principalmente como medio de transporte o como parte de sus faenas de trabajo, por otro lado, el senderismo y la actividad de cabalgata de manera recreativa son actividades recientes que toman cada vez más fuerza en el contexto regional, lo que presagia un aumento en el uso en número y frecuencia de los senderos preestablecidos, colonizando viajeros de rincones cada vez más alejados.
	<b>Descripción del problema</b>	Aunque las rutas propuestas para senderismo, cabalgata y ciclomontañismo, se han usado históricamente para el desplazamiento de animales de carga o como caminos de comunicación entre centros poblados, la actividad turística demanda unas condiciones adicionales para su correcto desarrollo, minimizando la presión que pueda ser generada sobre el camino, y maximizar el nivel de satisfacción del usuario.
	<b>Justificación</b>	La adecuación y marcación de las rutas garantizará unas mínimas condiciones de seguridad, generando confianza en el visitante para usarlas y disminuyendo el riesgo de que nuevos caminos sean creados aumentando así la fragmentación del ecosistema. Además, proporcionará información muy útil que servirá, por ejemplo, para introducir al turista a la geografía, la geología, la ecología, o la historia del lugar. Así como preparar el grupo para la travesía indicando la distancia del recorrido, desnivel, sensación térmica, número de personas máximas permitidas, actividades permitidas, entre otros.
	<b>ACTIVIDADES POR REALIZAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Adecuación del terreno o diseño de estructuras en tramos del recorrido que presenten inestabilidad.</li> <li>● Marcación con señales de advertencia en zonas con algún tipo de riesgo</li> <li>● Delimitación de la ruta con señalización que indique el recorrido a lo largo del camino</li> <li>● Ubicar mapas del sendero en ambos extremos del recorrido</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Ubicar carteleras informativas en ambos extremos del recorrido que contengan la distancia, desnivel y tiempo aproximado del recorrido, sensación térmica promedio, recomendaciones en caso de emergencia, máximo número de personas por grupo, actividades permitidas, y especies de fauna y flora representativas que pueden ser observadas en el recorrido.</li> </ul>
<b>Datos del proyecto</b>	<b>Ubicación</b>	En las siete rutas definidas para senderismo, cabalgatas o ciclomontañismo
	<b>Costo aprox.</b>	3'000.000 pesos colombianos por ruta
	<b>Duración aprox.</b>	1 año
	<b>Beneficiarios</b>	Prestadores locales de servicios turísticos de guianza

<b>Entidades responsables</b>	EPM, Administraciones municipales y departamental, y juntas de acción comunal locales
<b>Aportes de la comunidad</b>	Empleo para la restauración y adecuación de senderos, y valor agregado a los productos turísticos de senderismo, cabalgata y ciclomontañismo.
<b>Metas físicas (verificables)</b>	Siete senderos adecuados y marcados

<b>Observaciones</b>	Adicional a las señales de las rutas propuestas, se recomienda estudiar la posibilidad de identificar puntos estratégicos en vías intermunicipales para situar señales informativas de información turística, que ubiquen los destinos de la región como lugares de interés turístico, sometiéndose a los requerimientos de las entidades oficiales encargadas de las vías.
----------------------	---

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2017).

**Fotografía 33. Rutas propuestas para cabalgata y senderismo Sabanalarga- Bocas de Niquia (fotografía izquierda), y para senderismo y ciclomontañismo Membrillal-Embalse (fotografía derecha)**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

**Tabla 30. Rutas interpretativas del aviturismo**

<b>Programa</b>		<b>Atractividad y competitividad de las rutas de senderismo, cabalgata y ciclomontañismo</b>
<b>Nombre de proyecto</b>		Rutas interpretativas de aviturismo
<b>Objetivo</b>		Sensibilizar al turista sobre la riqueza en avifauna del país, especialmente sobre las especies que habitan o transitan el bosque seco tropical y el bosque húmedo tropical a través de senderos interpretativos.
<b>De scr ipc ión</b>	<b>Antecedentes</b>	La industria de aviturismo es un segmento especializado del ecoturismo enfocado en la observación de aves de manera recreativa, este sector ha crecido de manera exponencial en los últimos años principalmente en mercados internacionales, adicionalmente es uno de los sectores de la industria que reporta mayores ingresos.
	<b>Descripción del problema</b>	Colombia que cuenta con la mayor diversidad de aves del mundo, no ocupa los primeros puestos de destinos turísticos para hacer aviturismo por la ausencia de productos turísticos competitivos en el mercado internacional, las bajas cifras de bilingüismo en las regiones del país, y la baja demanda doméstica de la actividad, reflejando el poco interés nacional por la riqueza natural del país.



	<p><b>Justificación</b></p>	<p>La implementación de rutas interpretativas de aviturismo no sólo atraerán a los turistas de naturaleza que reportan mayor gasto en sus viajes, sino que también sensibilizará a la población local y los visitantes nacionales sobre el privilegio de concentrar la mayor diversidad de especies de aves, y por concentrar en el área de influencia hasta 300 especies de aves registradas, algunas de ellas con un alto valor para la conservación.</p> <p>En síntesis, este proyecto permite capitalizar algunos recursos económicos a través de la guía de grupos especializados en avistamiento de aves, incentiva el desarrollo del capital humano en temas de biología, y fotografía, y atraer inversión e incentivar el desarrollo de la ciencia y tecnología.</p>
	<p><b>Actividades por realizar</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zonificar áreas de mayor interés para el avistamiento de aves, para priorizar rutas temáticas de observación de aves.</li> <li>• Realizar cooperativas entre guías locales, y lancharos regionales para diseñar safaris náuticos, rutas de avistamiento por el embalse en las zonas delimitadas para navegación recreativas.</li> <li>• Adecuar 5 miradores en zonas con alto potencial para la observación de aves y del paisaje.</li> <li>• Construir un establo en zona turística</li> <li>• Realizar talleres de fotografía y concursos de fotografía, y exposiciones de arte entorno a las aves</li> <li>• Realizar charlas divulgativas sobre la avifauna local</li> </ul>
<p><b>Datos del proyecto</b></p>	<p><b>Ubicación</b></p>	<p>La zonificación con mayor riqueza de aves se realizará en las siete rutas propuestas para senderismo cabalgata, y ciclomontañismo. Por otro lado, los zafaris náuticos tendrán lugar en aquellas zonas delimitadas para navegación recreativa. Las charlas divulgativas, talleres de fotografía y exposiciones de arte se llevarán a cabo en las aulas ambientales de los viveros comunitarios o en la casa museo del bosque seco.</p> <p>Por último, se proponen un establo en la zona turística La Honda, y 5 miradores, cuatro en las zonas turísticas La Sucia 1, La Rodas 2, Guacamayas y Sardinias, y uno más en la ruta de senderismo y ciclomontañismo Membrillal-Embalse.</p>

		<b>COSTO APROX.</b>	17'000.000 pesos colombianos
		<b>Duración aprox.</b>	2 años
		<b>Beneficiarios</b>	Comunidades de la Angelina y Mogotes

<b>Entidades responsables</b>	Comunidades del área de influencia del proyecto.
<b>Aportes de la comunidad</b>	Empleo para la construcción de miradores, valor agregado a las rutas de senderismo, cabalgata y ciclomontañismo, atracción de turistas con alto nivel de gasto, desarrollo de conocimientos en biología y artes visuales.
<b>Metas físicas (verificables)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Mapa con zonificación de áreas con mayor interés para observación de aves elaborado.</li> <li>● Cinco miradores construidos</li> <li>● Un establo construido</li> </ul>

<b>Observaciones</b>
<p>Para la zonificación de áreas con mayor importancia para la identificación de aves se puede consultar la Guía ilustrada de la avifauna en el área de influencia del proyecto Ituango (2018).</p> <p>Además, se propone que fortalecer esta iniciativa con el diseño de algunos eco-alojamientos (o <i>ecolodges</i>) especializados para la observación de aves, miradores tipo torres de observación, y otra infraestructura emblemática asociada que por sus características naturales, sociales y arquitectónicas se transforme en un ícono para el visitante.</p>

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2017).

**Fotografía 34. Sitios propuestos para mirador, en zona de ruta de senderismo Membrillal-Embalse (fotografía izquierda) y zona turística Sardinas**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

**Tabla 31. Proyecto recorridos culturales**

<b>Programa</b>		<b>Atractividad y competitividad de las rutas de senderismo, cabalgata y ciclomontañismo</b>
<b>Nombre de proyecto</b>		Recorridos culturales
<b>Objetivo</b>		Diversificar y dinamizar la economía local a través del diseño de rutas turísticas lideradas por guías locales en asociación con pescadores y mineros de la región.
<b>D e s c r i p c i ó n</b>	<b>Antecedentes</b>	A pesar de la transformación drástica del paisaje del cañón del Río Cauca en el área de influencia del proyecto Hidroeléctrico, resiste la riqueza cultural contada en las tradiciones, memorias, y saberes colectivos.
	<b>Descripción del problema</b>	Las nuevas dinámicas socio territoriales generan unas nuevas imposiciones ambientales, como resultado, los valores culturales comienzan a cambiar paulatinamente y se corre el riesgo de que perder el acervo y la identidad cultural, característica que le da un carácter diferenciador al lugar sobre cualquier otro destino, y magnifica la experiencia del turista durante su visita. Es por eso por lo que deben diseñarse proyectos para la conservación y el mantenimiento de las tradiciones culturales, como la pesca artesanal de subsistencia, la minería artesanal por barequeo en el río cauca o los saberes orales.
	<b>Justificación</b>	Con la implementación de rutas culturales se incluye las tradiciones y saberes orales en la cadena de valor, garantizando que estas perduren en el tiempo a pesar de las nuevas demandas sociales. Además, se incrementan

		los ingresos percibidos por las comunidades en el ejercicio de sus actividades cotidianas como la pesca o la minería. Por último, se aliviana la presión sobre el stock pesquero y minero, pues la actividad económica ya no depende exclusivamente de la cantidad de recurso explotado.
	<b>Actividades por realizar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Conformar una cooperativa entre guías, pescadores y mineros, lancheros.</li> <li>● Coordinar y programar las rutas con estaciones donde se expongan las artes de pesca, la riqueza fauna acuática, y el proceso de extracción minero.</li> </ul>
<b>Datos del proyecto</b>	<b>Ubicación</b>	Áreas delimitadas para pesca recreativa, y navegación recreativa
	<b>Costo aprox.</b>	0 pesos colombianos
	<b>Duración aprox.</b>	4 meses
	<b>Beneficiarios</b>	Comunidades locales regionales

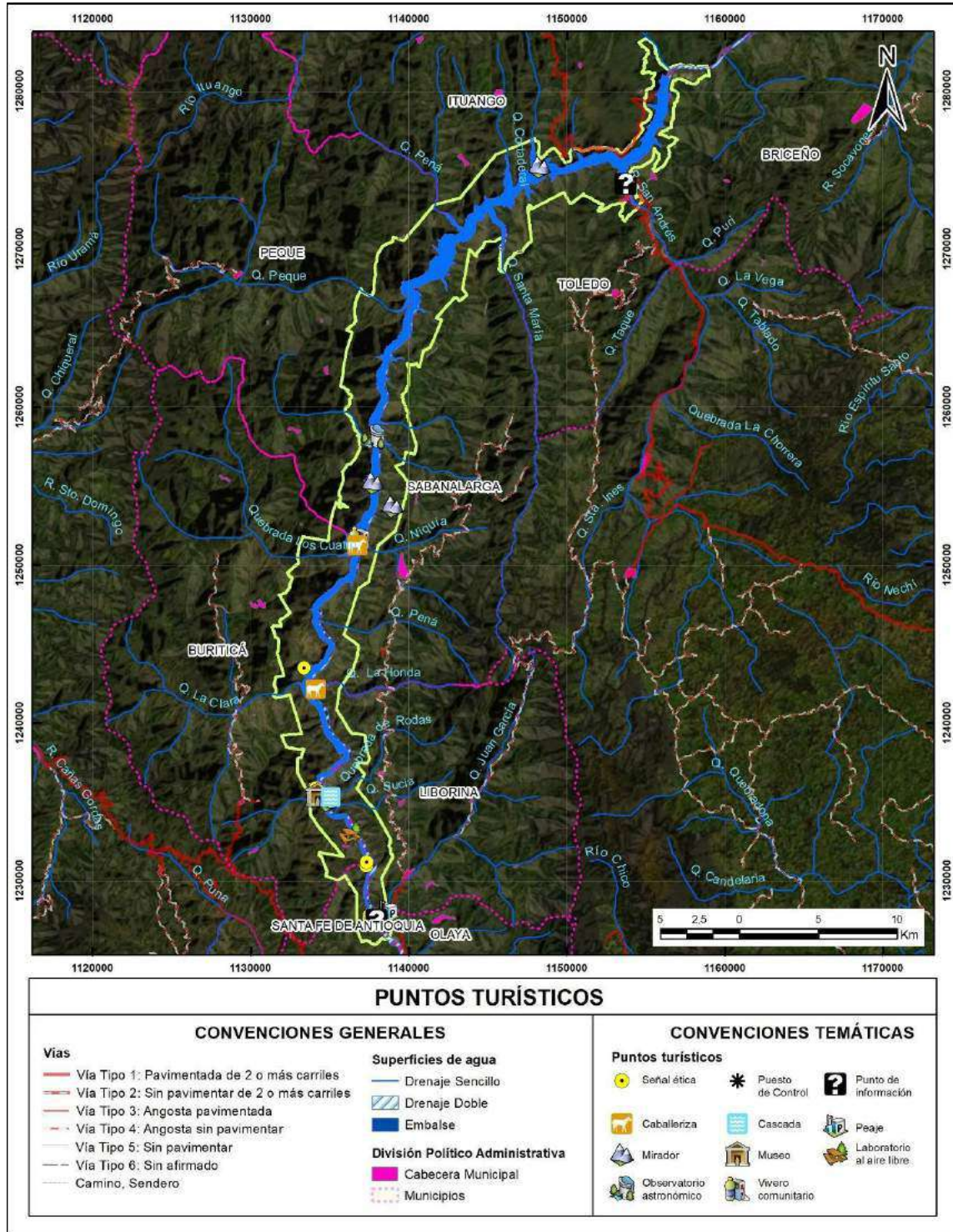
<b>Entidades responsables</b>	EPM, Administraciones municipales y departamental, y juntas de acción comunal locales
<b>Aportes de la comunidad</b>	Aumento en los ingresos percibidos, valor agregado a los productos turísticos que van, enaltecimiento de los valores culturales, sostenibilidad del recurso pesquero y minero
<b>Metas físicas (verificables)</b>	

<b>Observaciones</b>
<p>Las rutas establecidas deben coincidir con las zonas delimitadas por el POE para pesca recreativa, y navegación recreativa. Además, se recomienda destinar el puerto turístico playa del amor para impulsar esta iniciativa y dinamizar las zonas turísticas cercanas.</p> <p>Por último, es de especial importancia coordinar el itinerario del recorrido con todos los actores de la cadena de valor de tal manera que la llegada del grupo coincida con la parte más interesante del recorrido, por ejemplo, el lavado del oro, o la revisión del trasmallo. Vale la pena señalar la alta dependencia que tienen este proyecto de la conservación de los recursos, es por eso por lo que es de suma importancia garantizar la devolución de los individuos de peces más jóvenes al agua y que su explotación se limite al autoconsumo.</p>

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2017).



Figura 19. Infraestructuras de soporte propuestas



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).



### 3.5.3. Programas de capacitación

Tabla 32. Proyecto Alianzas estratégicas con instituciones de educación superior

Programa		Capacitación							
<b>Nombre de proyecto</b>		Alianzas estratégicas con instituciones de educación superior							
<b>Objetivo</b>		Establecer convenios con instituciones de educación superior para la capacitación y formalización de las comunidades locales en la prestación de servicios turísticos.							
<b>D e s c r i p c i ó n</b>	<b>Antecedentes</b>	La capacitación y formación del talento humano es la base fundamental en la prestación de servicios turísticos, es por eso por lo que la comunidad académica ha acompañado diversas iniciativas de turismo en el país que favorecen el desarrollo local y la conservación de los recursos naturales y el capital cultural.							
	<b>Descripción del problema</b>	La región solamente cuenta con instituciones de educación superior en el municipio de Santa Fe de Antioquia, esto limita la disponibilidad del conocimiento científico en la región, complejizando la capacitación y formalización de las comunidades locales.							
	<b>Justificación</b>	Con la consolidación de convenios con instituciones de educación superior se minimizan los costos en los que tendrían que incurrir los habitantes locales si quisieran acceder a la educación formal, además se aumentan las competencias del talento humano local para asumir un turismo especializado muy interesado en el conocimiento.							
	<b>Actividades por realizar</b>	Establecer convenios con instituciones educativas como el SENA, la Universidad de Antioquia, el Colegio Mayor de Antioquia, o la Universidad Nacional de Colombia, para la capacitación y formalización de las comunidades locales en temas de Biología, Ecología, Botánica, Gastronomía, Arte artes plásticas, Fotografía, Astronomía, mecánica, Idiomas, Turismo, y fortalecimiento y formación empresarial; a través de talleres y cursos cortos.							
	<b>Datos del proyecto</b>	<table border="1"> <tr> <td><b>Ubicación</b></td> <td>-</td> </tr> <tr> <td><b>Costo aprox.</b></td> <td>0 pesos colombianos</td> </tr> <tr> <td><b>Duración aprox.</b></td> <td>2 meses</td> </tr> <tr> <td><b>Beneficiarios</b></td> <td>Comunidades locales regionales</td> </tr> </table>	<b>Ubicación</b>	-	<b>Costo aprox.</b>	0 pesos colombianos	<b>Duración aprox.</b>	2 meses	<b>Beneficiarios</b>
<b>Ubicación</b>	-								
<b>Costo aprox.</b>	0 pesos colombianos								
<b>Duración aprox.</b>	2 meses								
<b>Beneficiarios</b>	Comunidades locales regionales								
<b>Entidades responsables</b>		Administraciones municipales, EPM, comunidades locales y universidades departamentales.							
<b>Aportes de la comunidad</b>		Facilidades de acceso a la educación formal.							
<b>Metas físicas (verificables)</b>		-							

<b>Observaciones</b>
Es muy importante que los talleres y cursos de capacitación sean dictados en el territorio de las comunidades locales que se convertirán en los futuros prestadores de los servicios turísticos y administradores de la actividad productiva.

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

**Tabla 33. Proyecto capacitaciones**

Programa		Formalización y Capacitación							
<b>Nombre de proyecto</b>		Capacitaciones							
<b>Objetivo</b>		Capacitar y formalizar a los prestadores de servicios turísticos							
<b>D e s c r i p c i ó n</b>	<b>Antecedentes</b>	A excepción de Santa Fe de Antioquia, en los demás municipios que componen el área de influencia del PHI, se presenta un turismo esporádico, muy incipiente y que es aprovechado de manera informal, por prestadores de servicios poco competitivos en el mercado departamental.							
	<b>Descripción del problema</b>	La alta tasa de informalidad en la prestación de los servicios turísticos en la región se refleja en productos con poco valor agregado, que no son atractivos y no generan un importante aporte en la economía del sector, además no le permite competir en el mercado regional y a todas luces se vuelve insostenible en el tiempo por sus productos de baja calidad y la incapacidad de generar reinventar experiencias nuevas que motiven el regreso de los visitantes.							
	<b>Justificación</b>	Con la formalización y capacitación de la comunidad se aumentará la capacidad de generar valor agregado a los productos turísticos y atender turistas especializados, mejorar la calidad de los servicios ofertados, y se desarrollará el crecimiento personal de las comunidades locales.							
	<b>Actividades por realizar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar talleres y cursos de capacitación, fortalecimiento, y formalización en materia de avifauna, botánica, astronomía, gastronomía, artes visuales, artes escénicas, antigüedades y artesanías, guianza en espacios naturales, navegación recreativa, idiomas, mecánica de motores y reparación de botes, construcción sostenible, primeros auxilios, atención de desastres, y administración de empresas, gestión del turismo.</li> <li>• Capacitar a las comunidades locales con los cursos y talleres diseñados.</li> </ul>							
	<b>Datos del proyecto</b>	<table border="1"> <tr> <td><b>Ubicación</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Costo aprox.</b></td> <td>72'000.000 pesos colombianos</td> </tr> <tr> <td><b>Duración aprox.</b></td> <td>2 años</td> </tr> <tr> <td><b>Beneficiarios</b></td> <td>Pobladores locales de la región</td> </tr> </table>	<b>Ubicación</b>		<b>Costo aprox.</b>	72'000.000 pesos colombianos	<b>Duración aprox.</b>	2 años	<b>Beneficiarios</b>
<b>Ubicación</b>									
<b>Costo aprox.</b>	72'000.000 pesos colombianos								
<b>Duración aprox.</b>	2 años								
<b>Beneficiarios</b>	Pobladores locales de la región								
<b>Entidades responsables</b>		Administraciones municipales y departamentales, EPM, y comunidades locales.							

<b>Aportes de la comunidad</b>	Acceso a la educación formal, mejoramiento de las capacidades personales, y fortalecimiento de conocimientos.
<b>Metas físicas (verificables)</b>	

<b>Observaciones</b>
Para priorizar los cupos se recomienda hacer uso de los censos que permitan validar que los beneficiados son personas que habitan la región que se busca impactar.

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

### 3.5.4. Programas de promoción y marketing

Tabla 34. City marketing

<b>Programa</b>		<b>Promoción y marketing</b>
<b>Nombre de proyecto</b>		City marketing
<b>Objetivo</b>		Promocionar en los municipios que componen la ruta turística del sol y la fruta en el occidente antioqueño, así como en la ciudad metropolitana del Valle de Aburrá como principal emisor de turismo regional, los destinos turísticos del área de influencia del PHI.
<b>De scr ip c i ó n</b>	<b>Antecedentes</b>	Las ventajas competitivas de un destino turístico están condicionadas por la capacidad de los gestores del turismo en promocionar sus productos, y entablar canales de comunicación efectivos entre los prestadores de servicios y sus consumidores. Es así como distintos emprendimientos de turismo comunitario han promocionado el territorio con el objetivo de estimular el desarrollo local, a partir de una marca que permita distinguir o diferenciar sus servicios ofrecidos del resto.
	<b>Descripción del problema</b>	La planificación de la actividad turística no puede limitarse a la gestión de los impactos generados por la industria, sino que también debe preocuparse por gestionar la llegada de visitantes al lugar, y eso precisamente es lo que representa uno de los mayores desafíos que asume un destino turístico emergente, ganar reputación y reconocimiento, que garantice la llegada de turistas al territorio.
	<b>Justificación</b>	Con la adecuada promoción del turismo en el territorio se llegará al público deseado, atrayendo el turista de naturaleza que quiere aprender del lugar que visita, que huye de las aglomeraciones,

		disfruta del paisaje natural y cultural, y está motivado a aportar al desarrollo local y a la preservación de la riqueza natural,
	<b>Actividades por realizar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de aliados estratégicos, como operadores y prestadores del servicio turístico de la región.</li> <li>• Promocionar los destinos turísticos a través de material informativo en hoteles, restaurantes, agencias de viajes, oficinas municipales y departamental de turismo.</li> <li>• Promoción del destino turístico en redes sociales</li> </ul>
<b>Datos del proyecto</b>	<b>Ubicación</b>	Municipios que componen la ruta turística del sol y la Fruta, cabeceras municipales que componen el área de influencia directa del PHI y la ciudad metropolitana del Valle de Aburrá.
	<b>Costo aprox.</b>	10'000.000 pesos colombianos
	<b>Duración aprox.</b>	1 año
	<b>Beneficiarios</b>	Prestadores de servicios turísticos locales

<b>Entidades responsables</b>	Administraciones municipales y departamentales, y comunidades locales
<b>Aportes de la comunidad</b>	Reconocimiento local, y atracción de inversión extranjera
<b>Metas físicas (verificables)</b>	

<b>Observaciones</b>
<p>Se propone diseñar una narrativa del lugar entorno a la naturaleza y la cultura, instaurando como marca el bosque seco tropical y la cultura ribereña del Río Cauca. Además, se señala la importancia de encontrar aliados estratégicos en las etapas tempranas del desarrollo del turismo, mientras los destinos locales pasan de ser aprovechados para excursionismo, es decir destinos de tránsito, a destinos turísticos de base que implique la pernoctada de los usuarios y que genera mayores impactos positivos en la economía local. Para ello, la región puede apalancarse del mercado turístico de los municipios que componen la ruta turística del Sol y la Fruta como San Jerónimo, Olaya, Santa Fe de Antioquia y Sopetrán; la ciudad metropolitana, e inclusive el de algunas cabeceras urbanas del área de influencia como Sabanalarga, Liborina y Toledo, promocionando sus servicios a los turistas de estos lugares. Este ejercicio garantiza que tanto las personas de las ciudades reconozcan, y recomienden los destinos turísticos regionales, como las personas de las veredas.</p> <p>Adicionalmente, con el objetivo de facilitar la promoción del lugar y como homenaje al bosque seco se propone renombrar las zonas turísticas según las características de cada una de ellas. La tabla es una propuesta, que sugiere los nombres para cada zona basado en las especies más representativas del lugar, esta estrategia afianza el tema de marca del bosque seco y sirve como estrategia educativa de reconocimiento de los componentes del lugar. Sin embargo, se recomienda que el ejercicio de nominación sea participativo con el ánimo de evitar violentar la toponimia del lugar.</p>

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

**Fotografía 35. Paisaje del embalse del PHI**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

**Tabla 35. Pasantías de investigación**

Programa		Promoción y marketing
Nombre de proyecto		Pasantías de investigación
Objetivo		Establecer convenios con instituciones de educación superior para que los trabajos de investigación como requisito de grado sean desarrollados en el territorio
D e s c r i p c i ó n	Antecedentes	Los recursos limitados de los que disponen las instituciones universitarias condicionan los estudios de investigación a su entorno geográfico más cercano, generando un notable desequilibrio de producción del conocimiento entre las principales ciudades y los territorios rurales sin presencia de instituciones educativas de calidad.
	Descripción del problema	La falta de información disponible de los territorios dificulta la gestión del turismo, pues no permite diseñar medidas de gestión y control, pero también se carece de información fundamental para la promoción del lugar, como estudios de mercados o el inventario de activos naturales o culturales susceptibles de ser incluidos dentro de los productos turísticos.
	Justificación	Vincular a la academia al turismo de la región será tal vez una de las apuestas más beneficiosas para el desarrollo local, de esta manera no sólo se refuerza



		el conocimiento sobre el territorio, se promueve el destino, sino que también genera un ambiente de académico que contagie a los habitantes locales y atrae inversión para el desarrollo de la ciencia y la tecnología en la región
	<b>Actividades por realizar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Convenio con universidades en las que se permita hospedar a estudiantes que estén realizando su trabajo de investigación como requisito de grado en las zonas turísticas y que a cambio estos realicen su investigación en el territorio y los resultados sean divulgados entre la comunidad.</li> </ul>
<b>Datos del proyecto</b>	<b>Ubicación</b>	Zonas turísticas
	<b>Costo aprox.</b>	0 pesos colombianos
	<b>Duración aprox.</b>	-
	<b>Beneficiarios</b>	Comunidad académica, comunidad local

<b>Entidades responsables</b>	comunidades locales y universidades
<b>Aportes de la comunidad</b>	Fortalecimiento de los conocimientos, promoción del destino turístico, fortalecimiento del tejido social.
<b>Metas físicas (verificables)</b>	

<b>Observaciones</b>
Se recomienda que los períodos de pasantías no coincidan con las temporadas altas donde se presentan los mayores picos de visitas en los destinos turísticos.

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

**Tabla 36. Propuesta de nominación de zonas turísticas**

<b>Zona turística</b>	<b>Nombre propuesto</b>	<b>Área</b>
Rodas 2	La cascada	1,53
La Honda	La Honda	1,55
La Angelina 2	Playa del amor	1,99
La Honda 2	Balcones	3,83
La Sucia1	Guayacanes	1,00
La Hondita	El Karate	2,75
Guayabas La Pená	Guayabas La Pená	1,04
Guacamayas	Guacamayas	15,19
Juan Garcia1	Las Ceibas	2,54
Barbacoas	Barbacoas	7,86
La Angelina 1	La Angelina	7,44
La Niquia1	El Tachuelo	10,41
La Sucia 2	Diomate	10,27
Sardinas	Mirador de Sardinas	1,51
Mogotes	Mogotes	14,32

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

### **3.5.5. Recomendaciones de gobernanza y gestión**

La llegada de visitantes a la región aumentará la producción de residuos sólidos generados, y aunque las adecuaciones de las zonas turísticas deben contar con un punto ecológico, y aprovechamiento de los residuos orgánicos como subproducto para la producción del material vegetal, es necesario que en un plazo de menos de un año después de la apertura al público, se adelante la caracterización de residuos sólidos que sirva como insumo para un plan de gestión integral de residuos sólidos del turismo. Igualmente, se debe acompañar con un estudio de factibilidad para la construcción de plantas de tratamiento de agua potable, priorizando las zonas turísticas La Angelina, Mogotes, y La Rodas 2; éstas dos primeras también beneficiarían las poblaciones aledañas; así como también un sistema de plantas de tratamiento de aguas residuales compactas para las zonas turísticas, minimizando el impacto que pueda generar la actividad turística en la calidad del agua del embalse.

Al igual que el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos -PGIRS-, un estudio de capacidad de carga desborda el alcance de este plan de turismo, sin embargo, de este estudio depende la ejecución efectiva de la actividad turística para determinar el número de eco-alojamientos y/o tiendas de camping que permiten cada una de las zonas turísticas, así como también el tamaño de los grupos guiados en las rutas de senderismo, cabalgatas o ciclomontañismo. Es por eso por lo que un estudio de capacidad de carga debe realizarse antes de que la actividad turística sea abierta al público.

Igualmente, el plan de turismo debe ser acompañado de un manual de convivencia acordado por todas las administraciones municipales que regule el comportamiento de locales y

visitantes en las zonas turísticas donde se contemple la prohibición de fogatas, nadar en el embalse, la cacería de fauna o tala de especies maderables; e incluya las sanciones y las instituciones encargadas de velar por su cumplimiento. Para su formulación puede ser consultado el programa “No deje Rastro” (o *Leave No Trace*) que fue creado por Bureau *land Management*, el Servicio Forestal y el Servicio de Parques Nacionales de los Estados Unidos, para orientar a los visitantes en espacios naturales a tomar decisiones acertadas sobre sus propias acciones (Marion & Reid, 2001). Adicionalmente, los Centros de Atención al Visitante -CAV- servirán para la fiscalización y control, con el acompañamiento permanente de la fuerza pública que cuenta con competencias policivas para garantizar la sana convivencia.

Para el manejo de accidentes se dispone de cuatro centros de atención prehospitalaria APH en los puertos de brujas al norte, La Niquia y Playa del amor al centro, y la sucia al sur del embalse. De igual forma, se propone que los CAV de cada zona turística cuenten con un botiquín de primeros auxilios, e intercomunicadores para reportar cualquier emergencia. Esto no exime la obligatoriedad de que los paquetes turísticos incluyan un seguro contra accidentes, así como adecuación de los hospitales municipales de la región para la atención de urgencias, contar con una brigada de rescate y atención de desastres en la región, y la instalación de señal informativa en zonas turísticas y senderos con el protocolo de emergencia.

Por otra parte, se reitera la importancia de que sean las comunidades locales quienes se favorezcan de los beneficios que pueda generar la actividad turística, es por eso que se sugiere políticas que restrinjan el aprovechamiento de prestadores de servicios foráneos, no obstante, es importante resaltar el papel que desempeña la inversión externa de agentes privados y la generación de alianzas con operadores de otras regiones.

Otro aspecto que considerar es el fortalecimiento de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones -TIC-. Hoy más que nunca un destino que busque competir en el mercado nacional e internacional debe transitar al mundo de las tecnologías de la información y las comunicaciones, de esta forma se facilita la gestión a los administradores del turismo, y se cubre de manera efectiva las necesidades del turista. Por lo anterior, se sugiere ampliar la cobertura a internet y a telefonía móvil de los destinos turísticos, y generar información que permita construir indicadores para verificar que tan alineado está el producto con las necesidades de los visitantes y evaluar si las medidas adoptadas en la planeación del sector son las adecuadas.

Así mismo, para que la sostenibilidad de los recursos naturales, del capital cultural, y de la actividad económica no se queden en el discurso de las buenas palabras, es necesario el desarrollo e implementación de indicadores que consoliden modelos que permitan entender, y monitorear las amenazas existentes, así como sus potenciales impactos, y de esa manera puedan ser prevenidos o corregidos a través del desarrollo de políticas de gestión y control. Los instrumentos regulatorios son la base de la sostenibilidad en el turismo, es por eso recomendable elegir indicadores que atiendan a los desafíos del territorio, para ese propósito se recomienda la guía práctica de indicadores de desarrollo sostenible para los destinos turísticos desarrollada por la Organización Mundial del Turismo -OMT- (2005).

De manera análoga, la experiencia ha demostrado que los destinos turísticos se fortalecen en la medida en que los actores que componen la cadena de valor se articulan y trabajan con

objetivos comunes, es por eso por lo que se sugiere diseñar paquetes turísticos especializados en las necesidades particulares de cada segmento de la demanda, luego de hacer un estudio de mercado con la información recopilada de las visitas de los usuarios de los servicios turísticos ofertados en la región. También se propone realizar un estudio de factibilidad de actividades deportivas de riesgo como el rafting, *canopy*, rappel, torrentismo, y parapentismo, completando así la oferta del turismo de naturaleza en la región, para el segmento de la demanda que prefiere el turismo de aventura.

Por último, para la financiación de adecuaciones y fortalecimiento del sector de turismo en la región se recomiendan entablar alianzas interinstitucionales y acceder a fondos nacionales para este fin, como Findeter, Fontur, Procolombia, o Bancoldex.

### **3.6. ESQUEMAS DE PROPUESTAS PARA ADECUACIONES A ZONAS DE TURISMO, CENTROS DE ATENCIÓN AL VISITANTE, VIVEROS Y ESPACIOS COMUNITARIOS.**

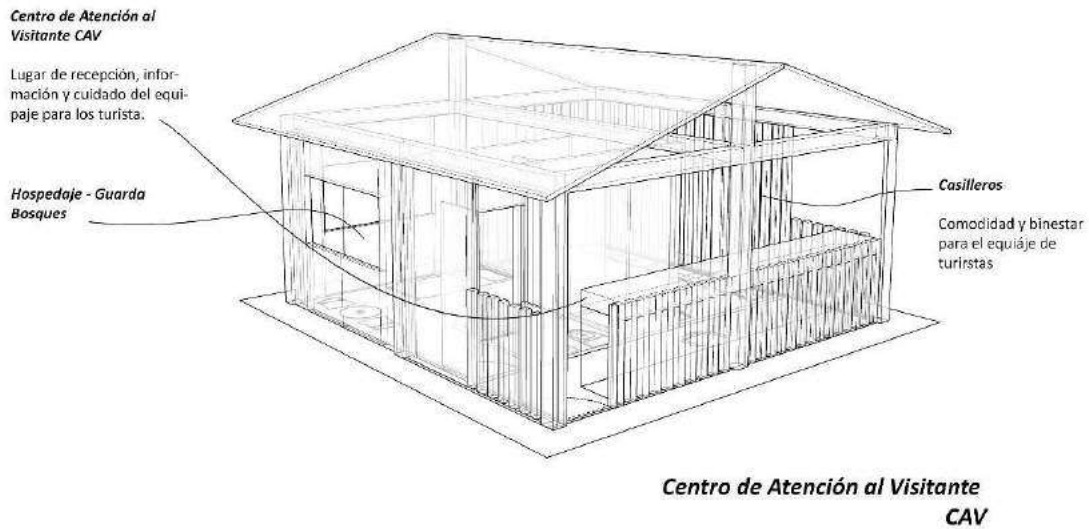
Las propuestas que se detallan a continuación no constituyen listas taxativas dentro de la ejecución del POE, y, por tanto, se deben tener como ejemplos a los cuales se pueden adicionar otros que también puedan ejecutarse, siempre y cuando cumplan con los condicionantes de contar con una infraestructura liviana. Bajo esa salvedad, el esquema de propuestas a detallar es el siguiente.

#### **3.6.1. Esquema de proyectos tipo para turismo**

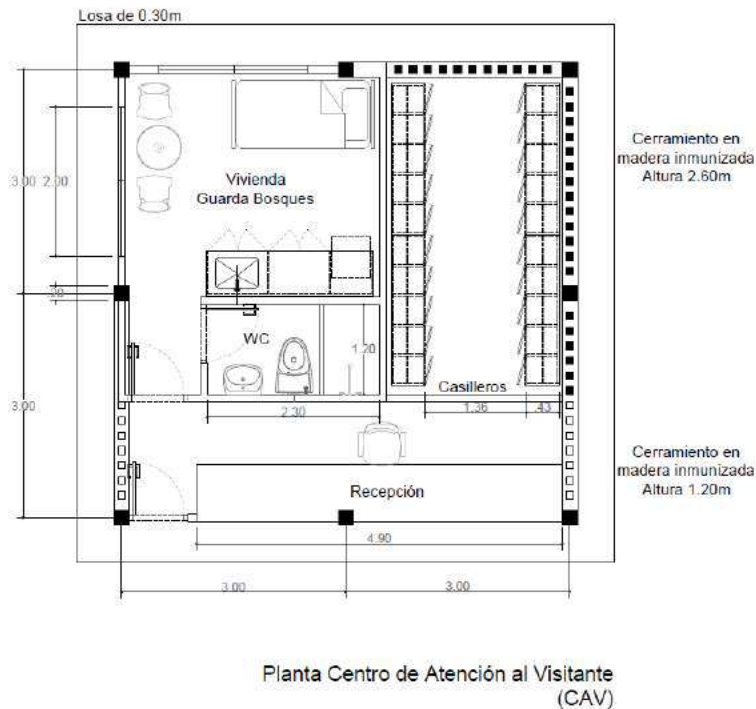
Se reitera que la infraestructura propuesta obedece a diseños tipo, lo cual requiere un levantamiento topográfico detallado, orientación de la infraestructura y ubicación respecto al lugar de emplazamiento, condiciones físicas y climáticas para entrar al diseño específico.

### 3.6.2. Centro de Atención al Visitante CAV

Figura 20. Esquema básico Centro de Atención al Visitante CAV

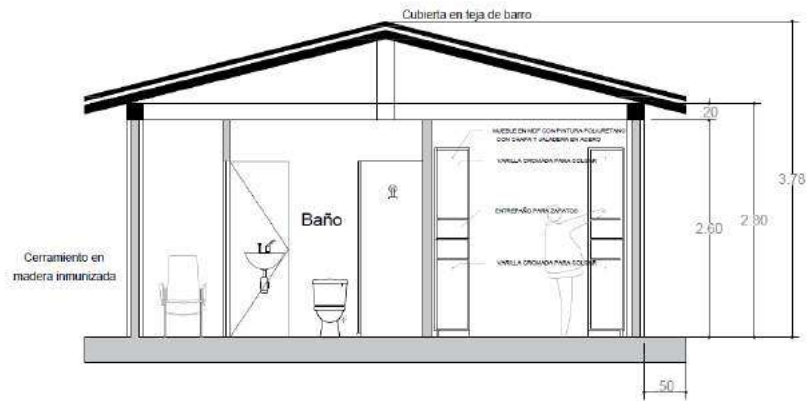


Esquema básico, Isométrico Centro de Atención al Visitante CAV.





Esquema básico, Planta Centro de Atención al Visitante CAV



Corte longitudinal  
Centro de Atención al Visitante (CAV)

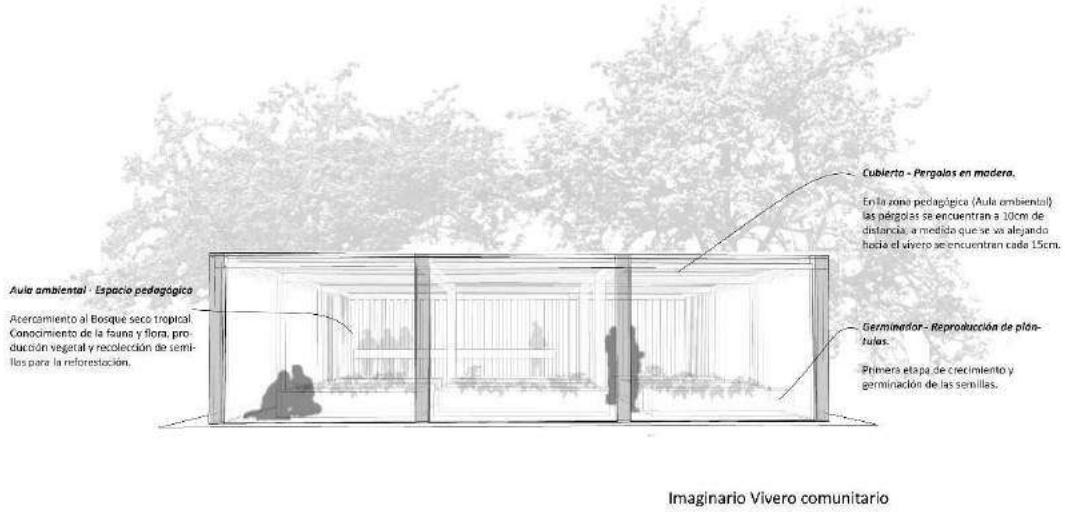
Esquema básico, Corte Centro de Atención al Visitante CAV

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

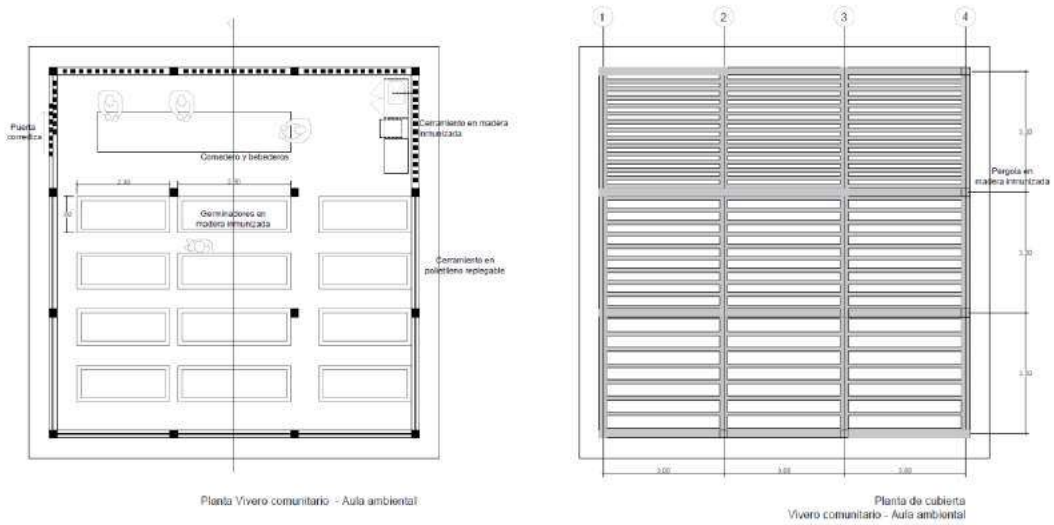
### 3.6.3. Viveros comunitarios – Aula ambiental

Para los viveros comunitarios se plantea un módulo de nueve por nueve metros (replicables en la zona) el cual tiene adjunto el Aula ambiental, espacio para el reconocimiento y aprendizaje del Bosque seco tropical, la producción vegetal y la germinación de semillas para la reforestación. Estos viveros se encuentran en la zona turística de la Niquia II y Mogotes.

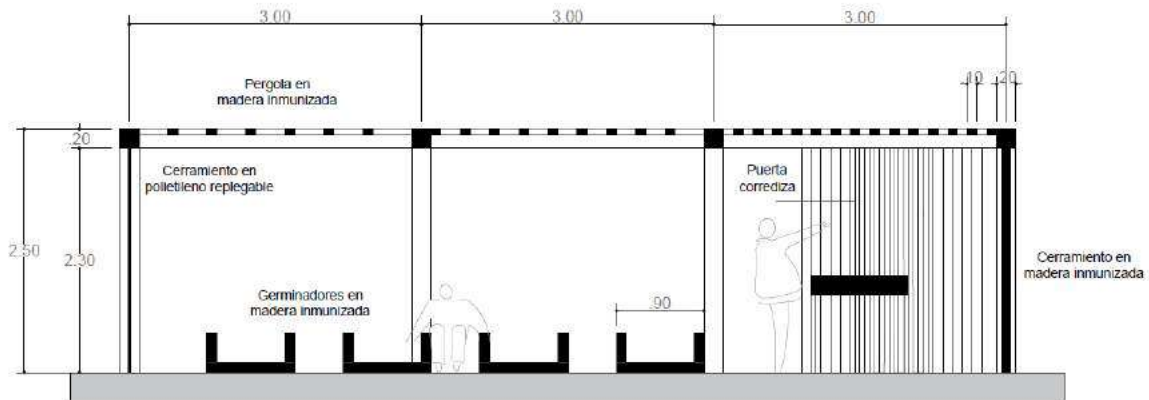
**Figura 21. Esquema básico Vivero Comunitario – Aula ambiental**



*Esquema básico, Imaginario Vivero Comunitario – Aula ambiental*



*Esquema básico, Plantas Vivero Comunitario – Aula ambiental*



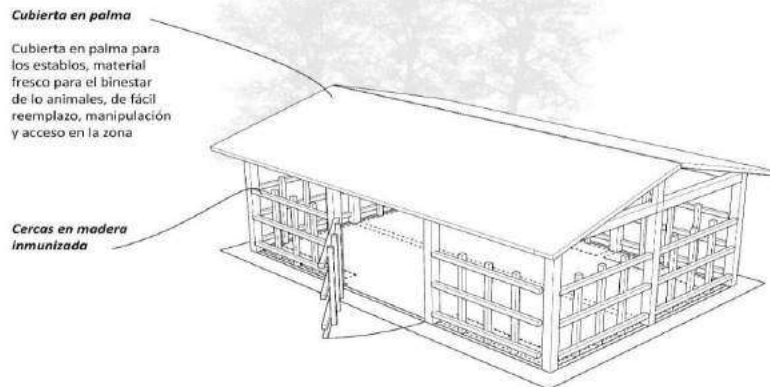
Corte longitudinal  
Vivero comunitario - Aula ambiental

*Esquema básico, Corte Vivero Comunitario – Aula ambiental*

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

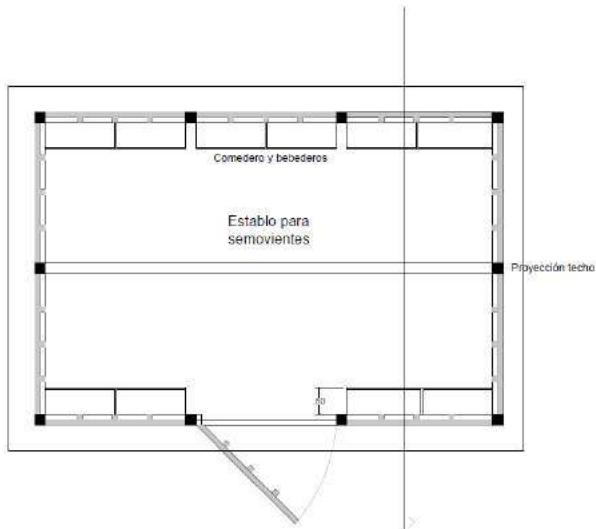
### 3.6.4. Establo 9x6 La Honda I y II

Figura 22. Esquema básico, Isométrico Vivero Comunitario – Aula ambiental

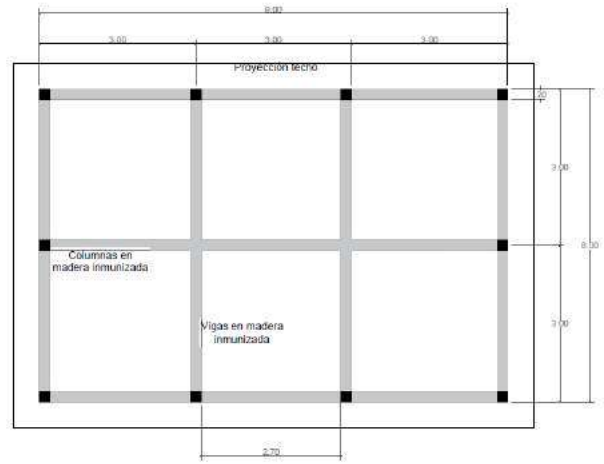


Establo 9x6.

*Esquema básico, Isométrico Vivero Comunitario – Aula ambiental*

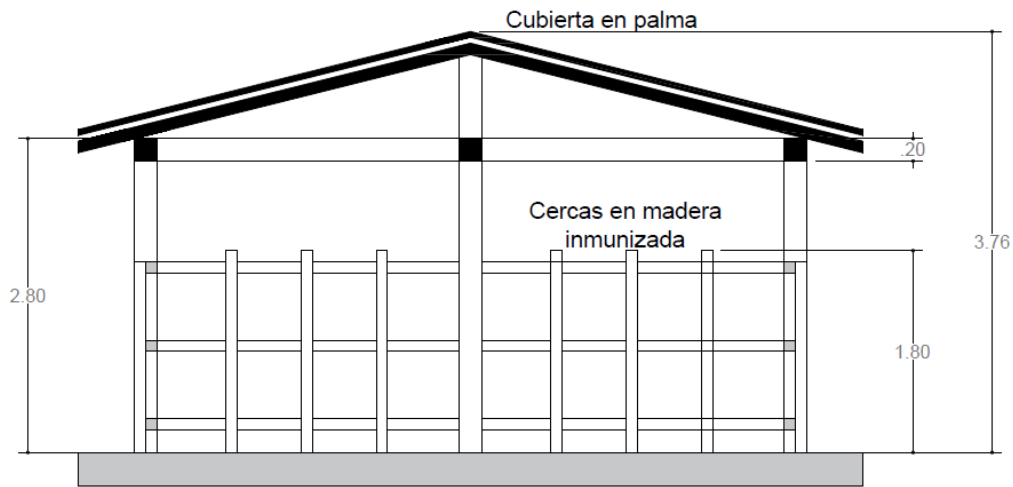


Planta Establo 9x6



Planta estructura Establo 9x6

*Esquema básico, Plantas Vivero Comunitario – Aula ambiental*



Corte Establo 9x6

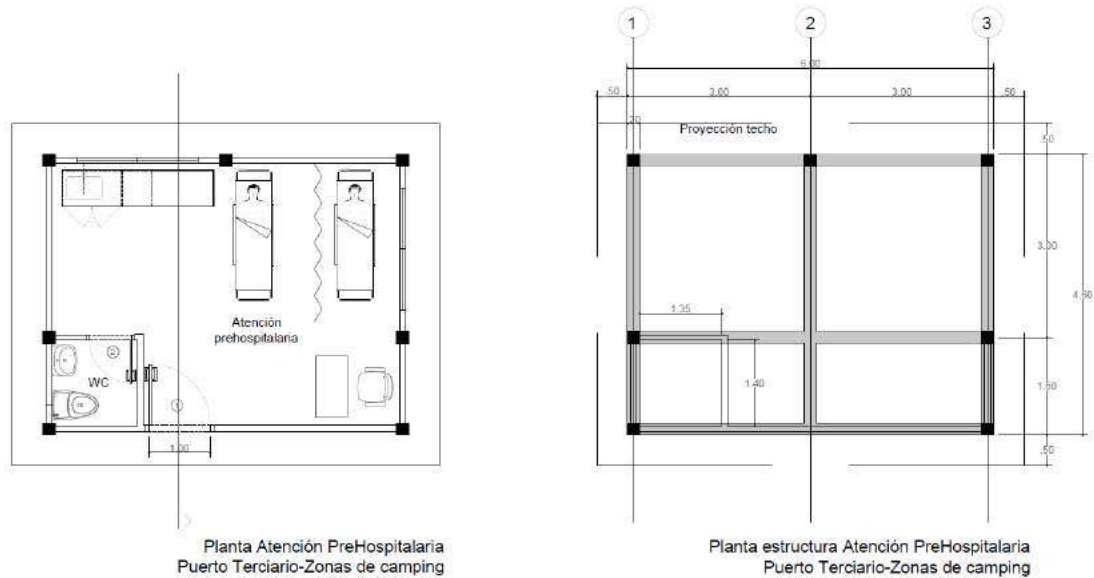
*Esquema básico, Plantas Vivero Comunitario – Aula ambiental*

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

### 3.6.5. Centro de Atención PreHospitalaria APH

Los Centros de Atención Prehospitalario están adjuntos a los puertos turísticos.

**Figura 23. Esquema básico Centro de Atención Prehospitalaria APH**



*Esquema básico, Plantas Centro de Atención Prehospitalaria APH*



*Esquema básico, Plantas Centro de Atención Prehospitalaria APH*

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

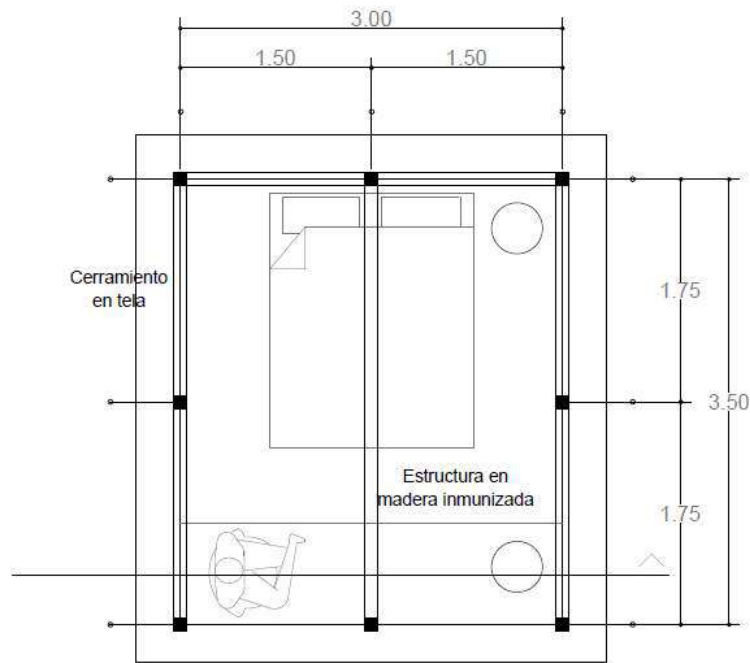


### 3.6.6. Zonas de Ecoalojamientos tipo Glamping (Tipos)

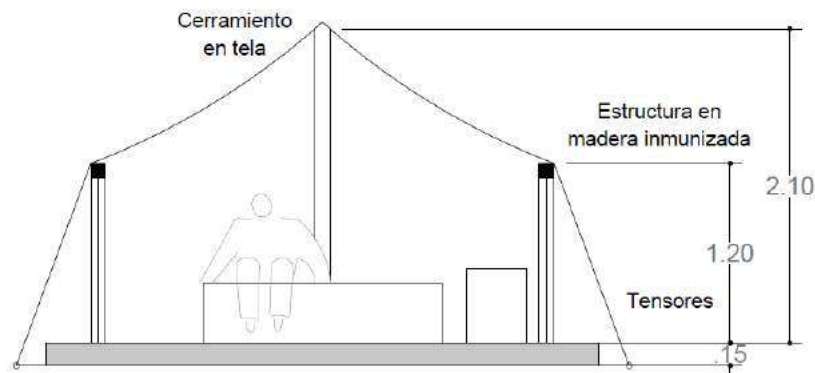
Se proponen cinco tipos de Glamping dependiendo de los objetivos de cada zona turística

*Propuesta 1: La Argelina 1 y La Sucia 2.*

**Figura 24. Esquema básico, Glamping**

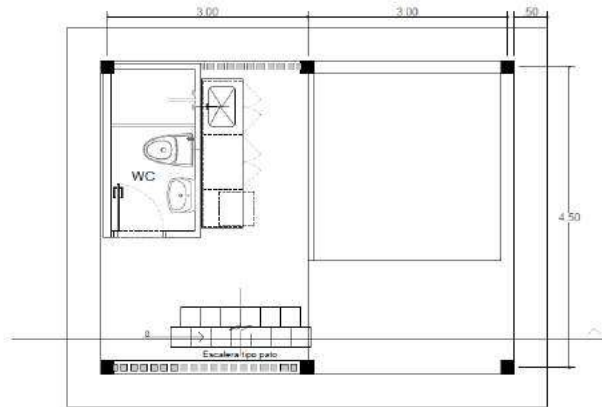


*Esquema básico, Planta Propuesta 1*

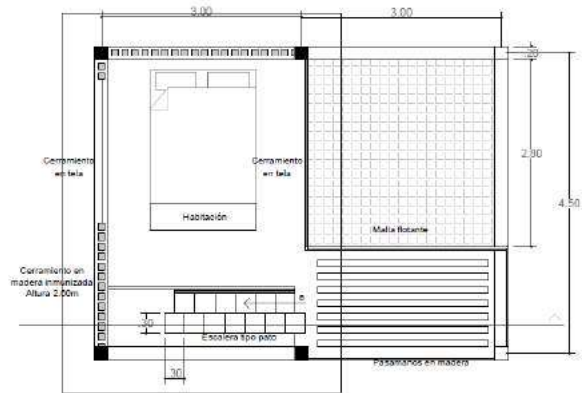


*Esquema básico, Corte Propuesta 1*

Propuesta 2: Sardinas

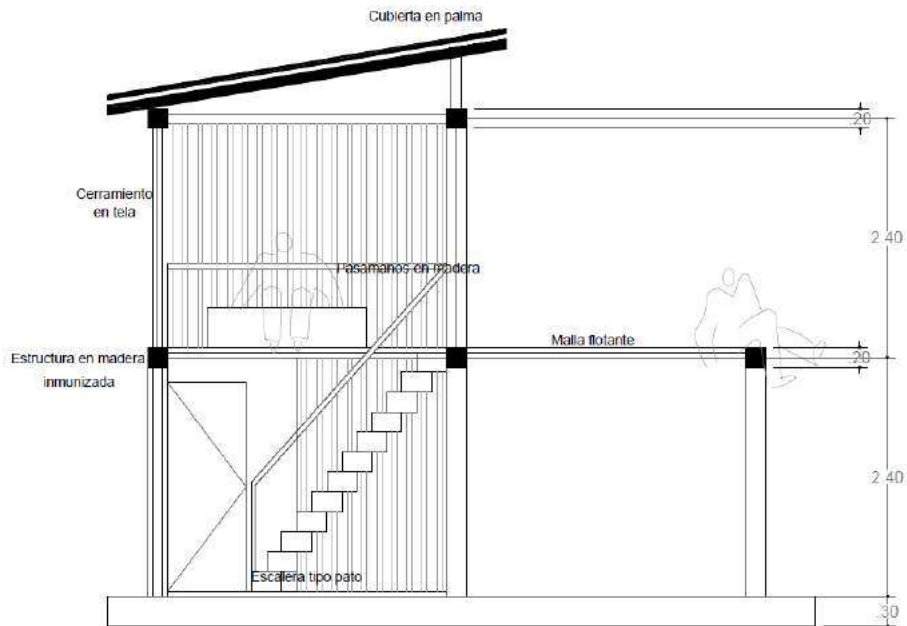


Planta primer nivel  
 Glamping



Planta segundo nivel  
 Glamping

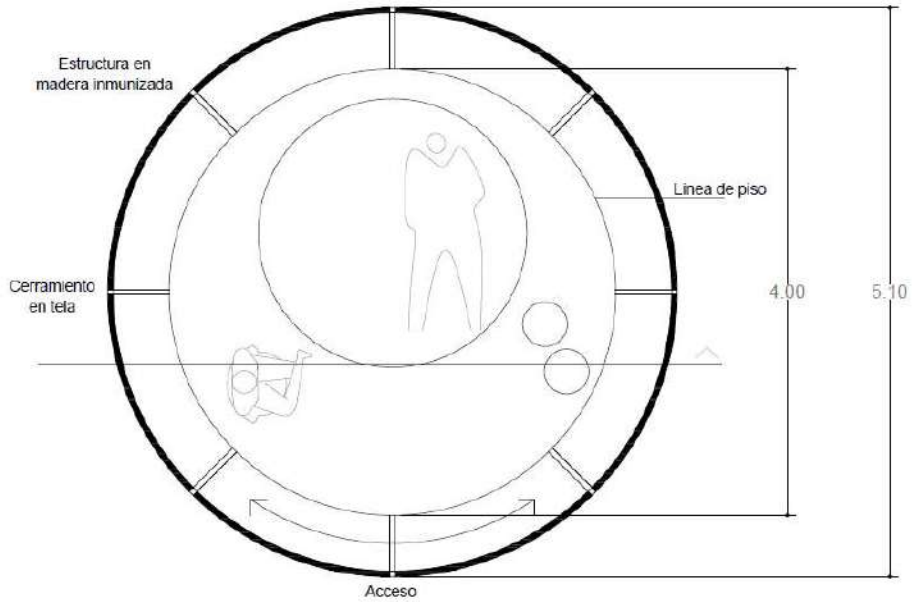
Esquema básico, Planta Propuesta 2



Corte transversal  
 Glamping

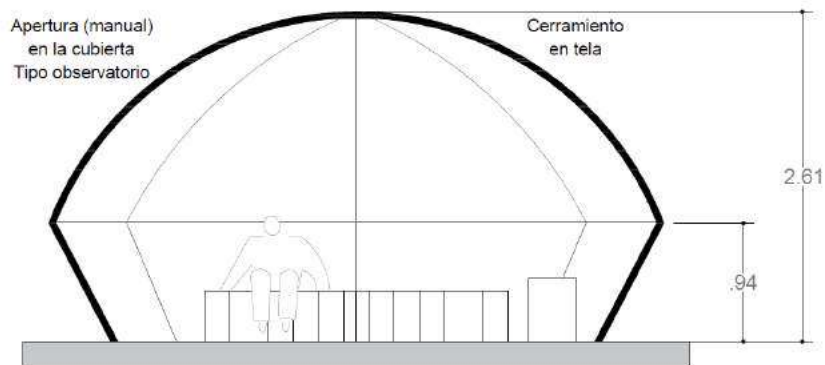
Esquema básico, Corte Propuesta 2

Propuesta 3: Barbacoas



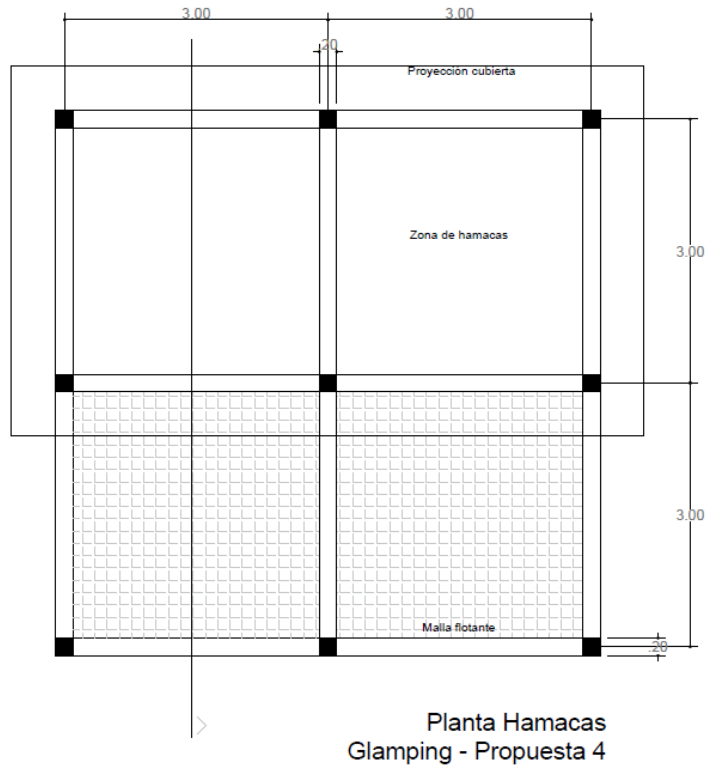
Planta Domo  
Glamping - Propuesta 3

Esquema básico, Planta Propuesta 3

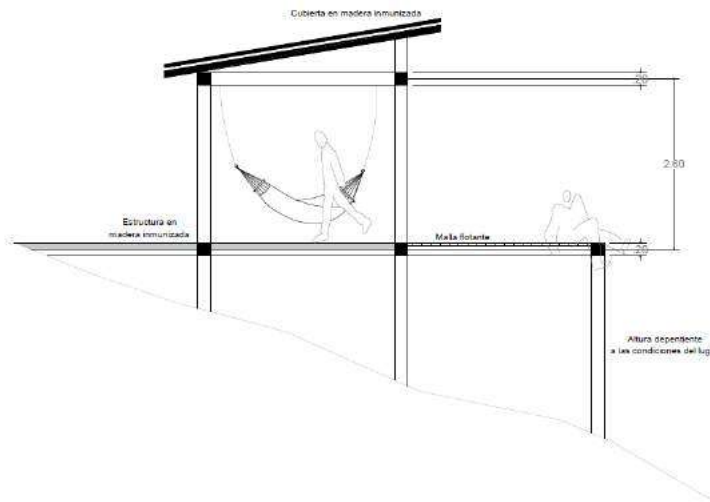


Esquema básico, Corte Domo Propuesta 3

Propuesta 4: La Niquia I

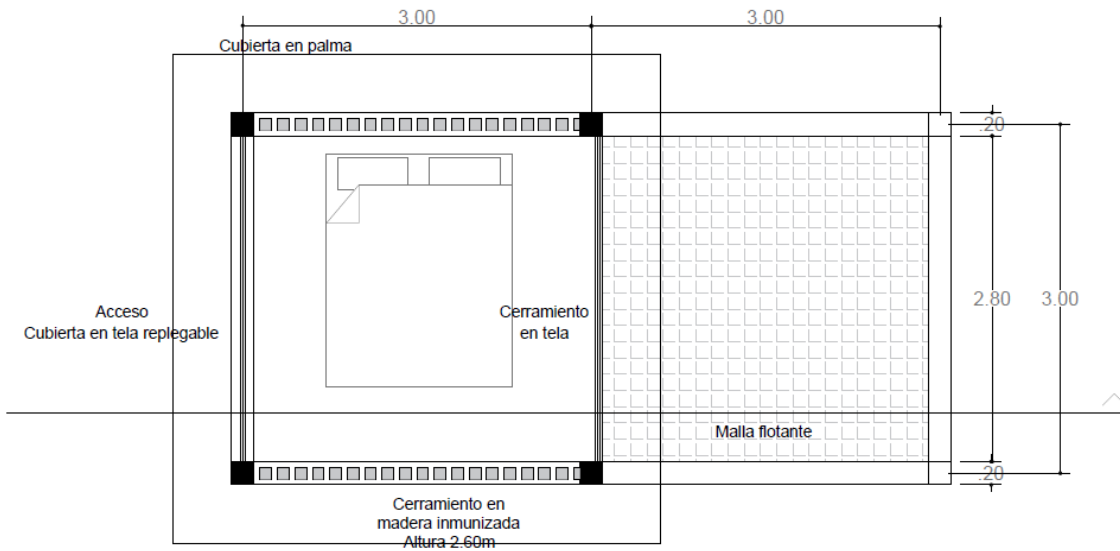


Esquema básico, Planta Propuesta 4

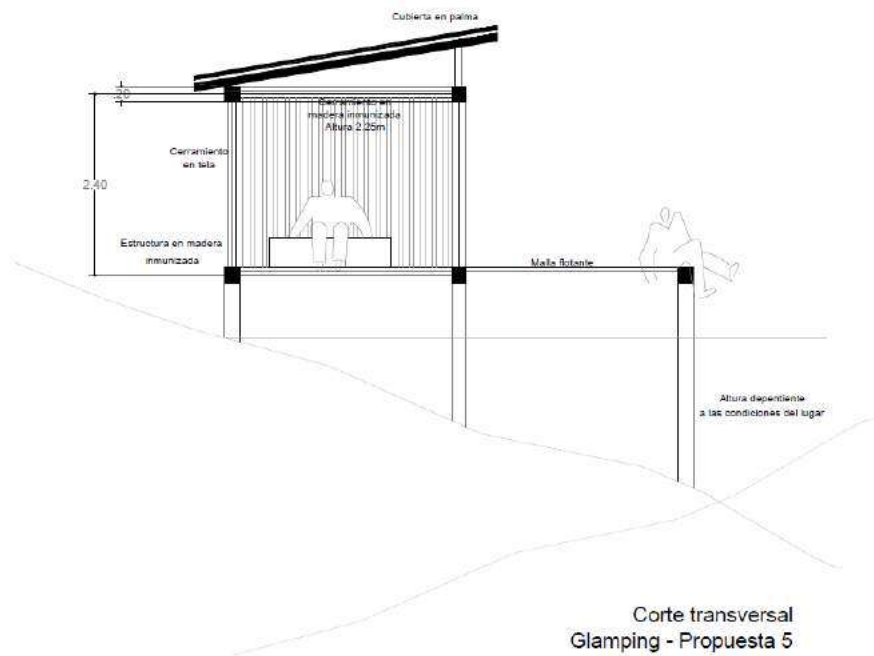


Esquema básico, Corte hamacas Propuesta 4

Propuesta 5: Mogotes.



Esquema básico, Planta Propuesta 5



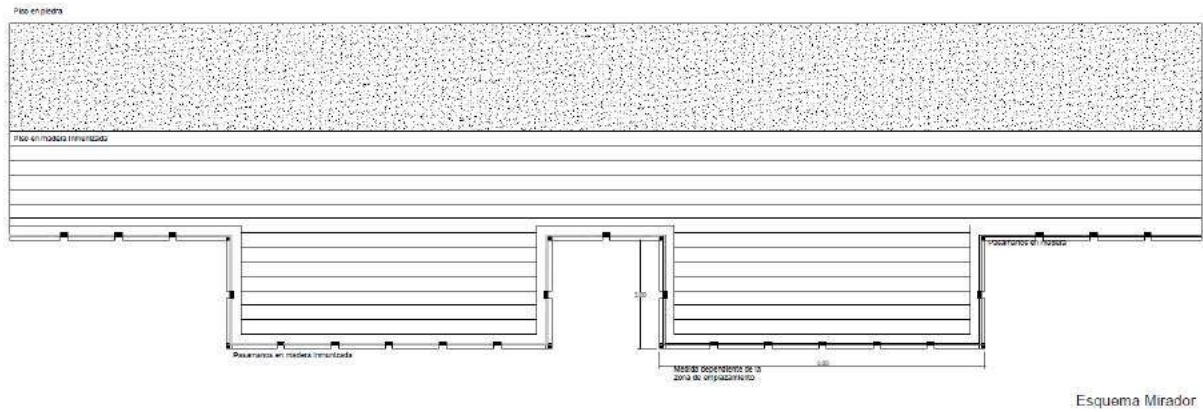
Esquema básico, Corte Propuesta 5

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).



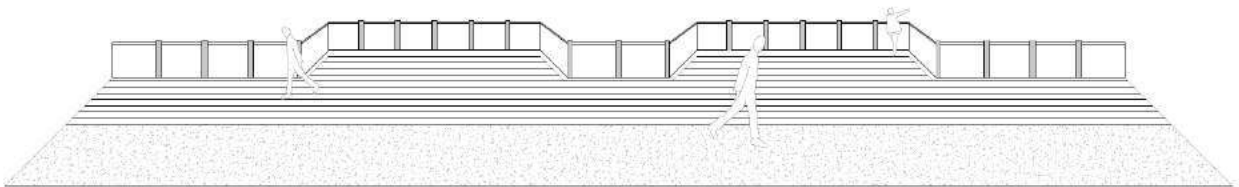
### 3.6.7. Miradores: Las Rodas, Guacamayas

Figura 25. Esquema básico Miradores



Esquema Mirador

*Esquema básico, Mirador*



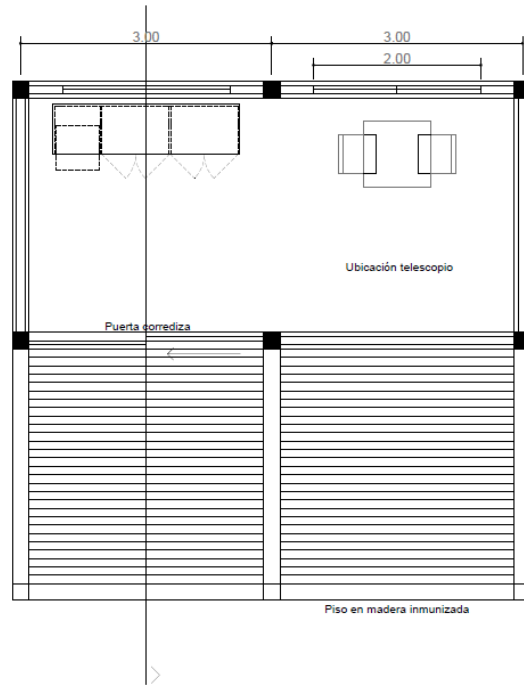
Esquema Isométrico Mirador

*Esquema básico, Isométrico Mirador*

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

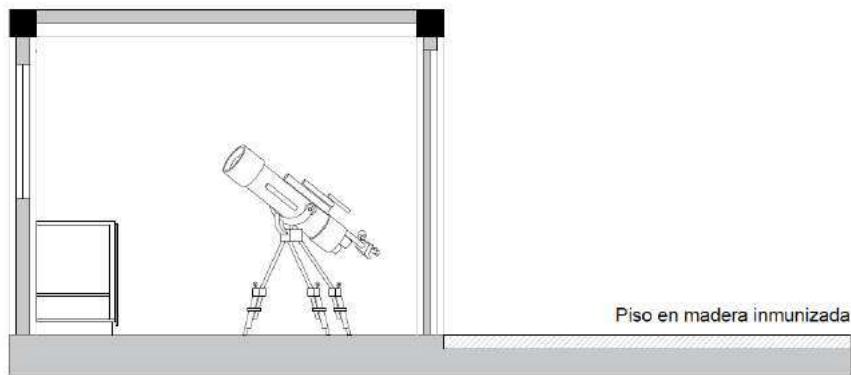
### 3.6.8. Observatorio: Barbacoas

Figura 26. Esquema básico Observatorio



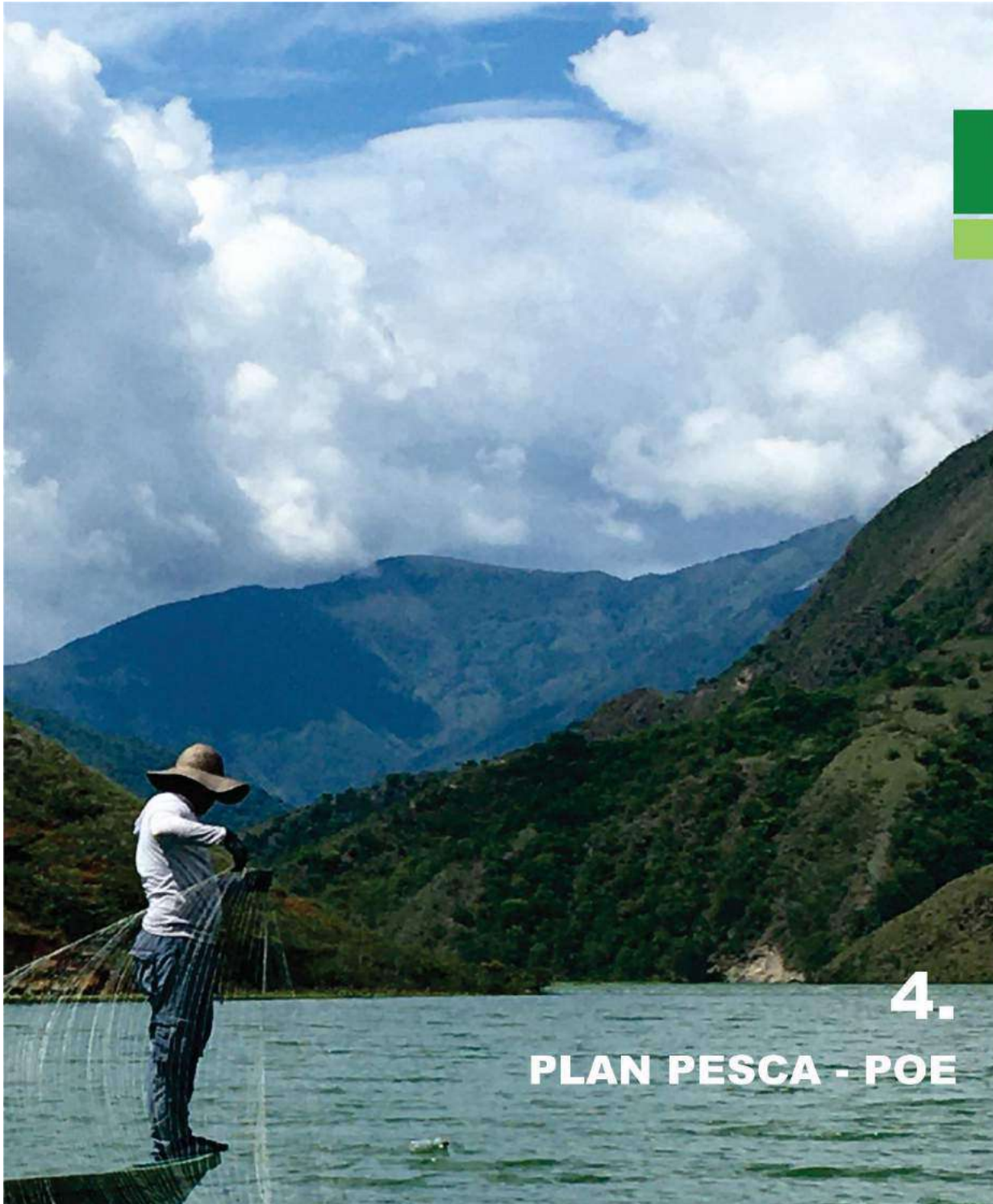
Planta Observatorio

*Esquema básico, Planta Observatorio*



*Esquema básico, Corte Observatorio*

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).



**4.**  
**PLAN PESCA - POE**

## 4. PLAN DE PESCA - POE

La pesca y la acuicultura juegan un papel importante como recurso económico para diferentes comunidades a lo largo del territorio nacional. Debido a esta situación, es de esperarse que con la construcción de un embalse se generen expectativas frente al futuro desarrollo de este tipo de actividades en el territorio. Estas expectativas son tanto de carácter local como regional, concebidas por la posibilidad de aprovechar nuevos recursos, originando fuentes de empleo que pueden suplir las actividades económicas perdidas por el embalsamiento.

Teniendo en cuenta que la pesca es un proceso complementario que implica no solo la captura, sino también, la manipulación, transformación, comercialización y el ordenamiento de recursos provenientes de poblaciones acuáticas; la recopilación de información sobre pesca, en su sentido más amplio, se vuelve fundamental para la planificación y gestión de dicha actividad, en especial de futuros planes de ordenamiento pesquero.

Las directrices de ordenación para la pesca y la acuicultura continental y marina, en ambientes naturales o artificiales fueron propuestas por Quiros, (2003a; 2003b), FAO, (2004) y COPESCAL, (2009), las cuales han sido poco aplicadas. En este sentido, son pocos los planes de ordenamiento pesquero que ejecuten estrategias y acciones de ordenación de manera sostenible para estas actividades en los embalses. Entre las principales limitantes para aplicar una conducta responsable sobre el recurso pesquero en el país se cuentan el desconocimiento del potencial de los embalses para el desarrollo de proyectos acuícolas o pesqueros, la carencia de información para evaluar los impactos ambientales pre y post embalse sobre las poblaciones de peces, y la escasa disponibilidad de paquetes tecnológicos de especies nativas y de análisis económicos para su implementación.

Welcomme, (2001) afirma que dependiendo de la economía de la región donde se construye el embalse deberá ser el tipo de ordenamiento. En los países más desarrollados económicamente, el enfoque se deberá dirigir hacia el desarrollo de medidas de conservación, mientras que en las economías menos desarrolladas se deberán orientar a la oferta de alimento. Entonces, la ordenación de los embalses para la pesca exige definir el objetivo con el cual se pretende desarrollar esta actividad, pero, antes que nada se debe caracterizar el contexto ambiental porque sólo así se podrá ordenar.

Las características que enmarcan el contexto ambiental en que habitan los peces se pueden agrupar en factores, los cuales interactúan y son interdependientes dentro de un sistema natural donde la actividad humana ejerce una fuerte influencia. Algunos de estos factores son: la altitud, el clima (p. e. régimen pluviométrico), la geomorfología (p. e. tipo de sustrato del cauce, amplitud del lecho, pendiente longitudinal y lateral del cauce, presencia de plano inundable) y la dinámica fluvial (p. e. frecuencia, magnitud y duración del pulso de caudal, carga de sólidos totales, química del agua, carga contaminante, cobertura boscosa de la cuenca aportante al embalse), los cuales son definitivos para establecer las respuestas probables de la ictiofauna y su alimento. Estas características ambientales que pueden ser de utilidad para predecir la respuesta de la asociación inicial (pre-embalse) de peces a las condiciones del embalse y apoyar la formulación de las actividades a desarrollar dentro de un

plan de manejo a la ictiofauna y a la actividad pesquera tanto dentro del embalse, aguas arriba de éste y aguas abajo de la presa. Estas respuestas, dada la naturaleza del ecosistema, pueden ser altamente impredecibles, por lo que el plan de manejo deberá ser una herramienta que se pueda adaptar a cualquier respuesta no esperada, es decir, un plan de manejo adaptativo (Lasso, et al., 2011).

El recurso pesquero continental de Colombia es de gran importancia, en especial cuando se reportan para el país 1.492 especies nativas (DoNascimento et al., 2017), de las cuales 173 especies son de interés comercial (Muñoz y Sanabria. 2011).

Para inicios del siglo se calculaba que en el país había cerca de 60.000 pescadores artesanales que viven de la captura de las especies ícticas de interés comercial (Turriago, 2001). Documentos más recientes sugieren que Colombia tiene entre 67.000 y 150.000 pescadores artesanales, de los cuales cerca de un tercio operaría en las costas y dos tercios en aguas interiores (MADR, 2014; Esquivel et al., 2014). Se estima que unos 30.000 de ellos están en la cuenca del Magdalena (INCODER, 2014). De ahí que reconocer la pesca artesanal y de subsistencia en aguas continentales como un generador de empleo y de subsistencia alimentaria para las poblaciones ribereñas se convierta en una necesidad y, por ende, sea prioritario el establecimiento de planes de ordenamiento pesquero que permitan la sostenibilidad del recurso en el tiempo. Todo en aras de favorecer el desarrollo económico y elevar el nivel de vida de los propios pescadores y sus comunidades.

Es común que en las distintas comunidades de pescadores el producto de la pesca sea para autoconsumo y los excedentes se comercializan en ventas locales; ya que la falta de centros de acopio y vías de acceso dificultan el comercio y la movilización del producto hacia los principales centros urbanos, lo que limita sus posibilidades de desarrollo (INCODER, 2014).

La actualización del Plan de Ordenamiento del Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango POE-PHI permite considerar las nuevas condiciones territoriales que se presentan como consecuencia del llenado prematuro del embalse y la contingencia generada por el cierre de compuertas, e incorporarlas en el ordenamiento del embalse y su área de influencia, precisando las delimitaciones de los diferentes usos propuestos en concordancia con la realidad actual. En este contexto, este trabajo actualiza la información concerniente a las actividades de pesca del Plan de Ordenamiento del Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango y su área de influencia directa. Para tal fin se revisó la pertinencia del Plan POE-PHI y se hicieron los ajustes necesarios en función de la actual realidad del territorio. También se evaluó la pertenencia del periodo de estabilización íctica que se presenta en el documento del período de estabilización íctica y de laderas para el embalse.

#### **4.1. MARCO REFERENCIAL**

Para el desarrollo de esta actividad de revisión se procedió a revisar la siguiente información secundaria (Tabla 36).



**Tabla 37. Información secundaria revisada para la actualización del POE-PHI**

TIPO DE INFORMACIÓN	CODIGO DEL DOCUMENTO	FORMATO	AÑO	AUTOR	CONTENIDO
Informe Técnico	Informe contingencia-UNAL-de-junio 17-2019	PDF	2019	Universidad Nacional	Monitoreo de los posibles impactos asociados al cierre de compuertas sobre algunas actividades económicas y complejos cenagosos localizados aguas abajo del sitio de presa.
Documento institucional	<a href="http://sepec.aunap.gov.co/Home/BibliotecaVirtual">http://sepec.aunap.gov.co/Home/BibliotecaVirtual</a>	Acceso electrónico	2017	De La Hoz-M, J., L. Manjarrés-Martínez, F. Cuello y L. Nieto-AUNAP	Estadísticas de captura y esfuerzo de las pesquerías artesanales e industriales de Colombia en los sitios y puertos monitoreados por el SEPEC durante el año 2017.
Informe Técnico	Resumen_Ejecutivo_Pescas_Acuicultura_AUNAP	PDF	2017	Universidad Nacional	Resultados Pesca y Acuicultura en jaulones
Informe Técnico	POE_Plan de ordenamiento del embalse. Final	PDF	2017	Universidad Nacional	Plan de ordenamiento del embalse del proyecto hidroeléctrico Ituango y su área de influencia

Informe Técnico	Monitoreo a la actividad pesquera en la Cuenca Baja y Media del río Cauca	PDF	2019	Fundación Humedales	Aspectos pesqueros en la zona de influencia del proyecto PHI
Informe Técnico	Resultados del monitoreo a la ictiofauna y sus recursos hidrobiológicos en la cuenca media y baja del río Cauca	PDF	2019	Universidad De Antioquia	ICA 20 – segundo semestre 2019
Base de Datos	Seguimiento y monitoreo del embalse 2020 Físicoquímica del agua	Excel	2020	Universidad de Medellín	Registro de parámetros físicoquímicos in situ

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

#### 4.1.1. DEFINICIONES DE PESCA

A continuación, se definen algunos términos asociados a la producción acuícola y a la pesca:

- **Acuicultura:** Es la cría de organismos acuáticos, comprendidos peces, moluscos, crustáceos y plantas. La cría supone la intervención humana para incrementar la producción (FAO, 2003b).
- **Recurso hidrobiológico:** Son todos los organismos pertenecientes al reino animal o vegetal que tienen su ciclo de vida dentro del medio acuático, Artículo 7° de la ley 13 de 1990 (Congreso de Colombia, 1990).
- **Recurso pesquero:** Es aquella parte de los recursos hidrobiológicos susceptibles de ser extraída o efectivamente extraída, sin que se afecte su capacidad de renovación con fines de consumo, procesamiento, estudio u obtención de cualquier otro beneficio Artículo 7° de la ley 13 de 1990 (Congreso de Colombia, 1990).
- **Pesca artesanal comercial:** Es la que realizan pescadores en forma individual u organizados en empresas, cooperativas u otras asociaciones, con su trabajo personal independiente, con aparejos propios de una actividad productiva de pequeña escala y mediante sistemas, artes y métodos menores de pesca. De acuerdo al Decreto 1071 de 2015, en su artículo 2.16.1.2.8 (Congreso de Colombia, 2015).
- **La pesca artesanal de subsistencia:** Es aquella que comprende la captura y extracción de recursos pesqueros en pequeños volúmenes, parte de los cuales podrán ser vendidos, con el fin de garantizar el mínimo vital para el pescador y su núcleo

familiar, conforme lo reglamente la autoridad pesquera, Ley 1851 de 2017 (Congreso de Colombia, 2017).

- **Pesca deportiva:** Es la que se realiza con fines de recreación o esparcimiento. La cual requiere de un permiso emitido por la AUNAP, Decreto 2256 De 1991 (Rural, 1991).
- **Pesca recreativa:** Se puede entender la pesca recreativa como aquella que se realiza con fines de esparcimiento o recreación y en la cual sus capturas no podrán ser objeto de comercialización (AUNAP, 2013).

#### **4.1.2. ESPECIES ÍCTICAS DE IMPORTANCIA PESQUERA, PRESENTES EN EL EMBALSE**

En Colombia la entidad que se encarga de manejar los recursos ícticos es la Autoridad Nacional de Pesca y Acuicultura AUNAP (Acuicultura, pesca comercial, pesca artesanal). En cuanto al recurso hidrobiológico el encargado es el Ministerio del Medio Ambiente, cada uno presenta funciones diferentes en cuanto a la forma como se administran y definen cada una de las actividades concernientes a la explotación de los peces.

A nivel continental, Colombia tiene una densa red hidrográfica superior a 700.000 microcuencas, las cuales se encuentran físicamente definidas en cinco grandes regiones hidrográficas de estas sobresale la región hidrográfica del Caribe, en la cual reposa la mayoría de los habitantes del territorio nacional y está dominada por los ríos Magdalena, Cauca, Atrato, Sinú y San Jorge (HLPE, 2014).

Debido a la heterogeneidad ambiental que presenta el territorio nacional, en especial la generada por la presencia de la cordillera de los Andes, Colombia presenta abundantes ambientes propicios para los peces, relacionado con la diversidad y disponibilidad de hábitats que se dan en los ríos (Agostinho, Gomes, Veri, & Okada, 2005), que fluyen cargados de nutrientes hacia el mar, favoreciendo a gran cantidad de especies ícticas (Galvis & Mojica, 2007). Muchas de las especies presentes en los ríos del país son migradoras, las cuales presentan alta variación espacial y temporal en sus características físicas, comunidades biológicas y procesos ecosistémicos (Winemiller, Flecker, & Hoeinghaus, 2010). Debido a esto, Colombia es uno de los países con mayor diversidad de especies de peces con 1.492, de las cuales 374 son endémicas y 223 se encuentran distribuidas en la cuenca Magdalena-Cauca (DoNascimento et al., 2017).

La pesca artesanal y de subsistencia depende de los servicios naturales que proveen los ecosistemas, como los hábitats esenciales para cada etapa en la vida de las especies de interés comercial, hasta la regulación de las condiciones del ambiente y el mantenimiento de los procesos esenciales de su metabolismo, crecimiento y reproducción. La degradación o pérdida de los ecosistemas contribuye al agotamiento o colapso de los recursos pesqueros (HLPE, 2014). Sumado a esto, el incremento del consumo de los recursos pesqueros ha generado un agotamiento del recurso a nivel mundial, según lo cual para el 2011 se estimaba que el 29% de los recursos pesqueros se encontraban sobrexplotados, el 61% plenamente explotados y el 9,9% subexplotados (HLPE, 2014). Colombia no es ajeno a dicha tendencia debido a que en los últimos años se ha generado una creciente demanda por los recursos

pesqueros de aguas continentales, ya que son una fuente de proteína de buena calidad. Este incremento se ve jalonado por la tendencia global por una alimentación sana (Gómez et al., 2015).

Los embalses en Colombia se han utilizado para la generación hidroeléctrica, distritos de riego y para contener inundaciones. Estos embalses constituyen un factor de fragmentación de hábitat ya que pueden actuar como barreras para las migraciones de peces y aislar las poblaciones nativas aguas arriba y aguas abajo de ellas. Así mismo, se convierten en trampas para los huevos que viajan aguas abajo ya que los retienen, al transformar ambientes lóticos en lénticos (Mojica, Usma, Álvarez-León, & Lasso, 2012).

Colombia cuenta con 563 km<sup>2</sup> de aguas embalsadas (IDEAM, 2019), principalmente en la cuenca Magdalena-Cauca. Antes del llenado prioritario del embalse generado por el proyecto hidroeléctrico Ituango, la cuenca Magdalena-Cauca contaba con 534 km<sup>2</sup> de aguas embalsadas (IDEAM, 2019), destacándose los embalses de Salvajina en el alto Cauca y Prado y Betania en el alto Magdalena (Mojica et al., 2012), a esto le debemos sumar las 3.800 ha del proyecto en mención.

Actualmente en el embalse del PHI se encuentran tanto especies residentes como migradoras. Estas últimas se rigen por parámetros ambientales para dar inicio con lo que se conoce en el albor popular como subienda, una migración reproductiva desde las amplias llanuras inundables hacia los tramos altos de aguas más someras que generalmente ocurre en diciembre y marzo; después, en los meses en abril y junio, se da la bajanza, migración de carácter trófico a favor de las aguas donde los peces regresan a los planos inundables. Luego se da la mitaca que es una segunda migración de menores proporciones contra la corriente, la mitaca, que usualmente ocurre entre julio y septiembre, es seguida por un movimiento final de nuevo hacia aguas abajo en octubre-diciembre (bajanza de mitaca) (Zapata Padilla & Usma Oviedo, 2013).

Estas condiciones migratorias rigen para muchas especies presentes en la cuenca, las cuales en la actualidad ven su migración interrumpida bien sea por factores ambientales o antropogénicos. En la Tabla 37 se observa un listado de especies migradoras de importancia comercial, presentes en el embalse del proyecto hidroeléctrico Ituango.

**Tabla 38. Especies migradoras de peces con interés comercial, presentes en el embalse del PHI**

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Caraciformes	Characidae	<i>Brycon henni</i>	Sabaleta
		<i>Brycon moorei</i>	Dorada
		<i>Colossoma macropomum</i>	Cachama
		<i>Ichthyoelephas longirostris</i>	Pataló
		<i>Megaleporinus muiscorum</i>	Comelón
		<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico
		<i>Salminus affinis</i>	Picuda
Siluriformes	Pimelodidae	<i>Pimelodus sp</i>	Barbudo, Capaz
	Pseudopimelodidae	<i>Pseudopimelodus sp</i>	Bagre sapo

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Además de las especies migradoras hay otro grupo de especies catalogadas como residentes, es decir, que habitan en un ambiente específico, con una distribución amplia o restringida y no realizan ningún tipo de migración. Es de esperarse que estas especies no se vean tan afectadas por la construcción de los embalses, ya que se pueden adaptar mejor a los cambios. Este sería el caso de representantes de los órdenes: perciformes, cicliformes y siluriformes y algunas especies de carácter invasor (Tabla 38).

**Tabla 39. Especies residentes en el embalse del PHI**

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Siluriformes	Loricariidae	<i>Hypostomus hondae</i>	Corroncho
Perciformes	Cichlidae	<i>Oreochromis sp</i>	Tilapia, Mojarra
Perciformes	Cichlidae	<i>Caquetaia kraussii</i>	Mojarra Amarilla

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Es importante mencionar que muchas de las especies residentes son muy apetecidas por los pescadores a pesar de no alcanzar tallas muy grandes, en especial por su sabor y por no tener espinas, como es el caso de la mojarra amarilla (*Caquetaia kraussii*). Los cambios generados con el embalsamiento del río Cauca producen variaciones en la composición de especies muchas de las cuales toman un papel importante en la sostenibilidad alimentaria de las comunidades aledañas al embalse.

## 4.2. MARCO NORMATIVO

La actividad pesquera, de acuerdo con el artículo 3 del Estatuto General de Pesca –EGP–, Ley 13 de 1990, es considerada como de utilidad pública e interés general y comprende “...la



investigación, extracción, cultivo, procesamiento y comercialización de los recursos pesqueros.” (art. 3). En este sentido, la misma normatividad clasifica dichas actividades de acuerdo con el lugar en el que se realizan y con su finalidad, de manera entonces que pueden ser, respectivamente, continental –fluvial o lacustre- o marina –costera, de bajura o de altura-; de subsistencia, de investigación, deportiva y comercial –industrial y artesanal-. Adicional a esta Ley, la regulación para el desarrollo pesquero puede encontrarse en la Ley 101 de 1993 –Ley General para el Desarrollo Agropecuario y Pesquero-.

Ahora bien, el Decreto 2256 de 1991, es la norma que reglamenta la Ley 13 de 1990 y, por tanto, establece una regulación integral para el fomento de la explotación racional de los recursos pesqueros nacionales que hasta hoy se encuentra vigente y que determina, entre otras cosas, la caracterización de cada uno de los tipos de pesca y de la cadena productiva de la actividad, es decir, producción, extracción, procesamiento y comercialización. Por otro lado, esta norma regula también los modos de adquirir el derecho para ejercer la actividad pesquera, así, en su artículo 52, dispone que la pesca de subsistencia es una actividad libre que, por tanto, no requiere de permiso, patente o autorización y que ninguna otra actividad podrá impedir su ejercicio u obstaculizarla. Para los demás usos es necesaria la expedición de un permiso y el registro en la base de datos nacional de pesca y acuicultura que, en consonancia con el numeral 10 del artículo 15 del Decreto Ley 4181 de 2011, le corresponde a la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca –AUNAP- y sus direcciones regionales. Así, de acuerdo con el artículo 54 de la ley 13 de 1990 está prohibido “... realizar actividades pesqueras sin permiso, patente, autorización ni concesión o contraviniendo las disposiciones que las regulan [...] obstaculizar, impedir o perturbar injustificadamente el ejercicio de la pesca legalmente autorizada”.

De acuerdo con lo anterior, el numeral 45 del artículo 5 de la Ley 99 de 1993 establece como competencia del MADS “... fijar de común acuerdo con el Ministerio de Agricultura y con base en la mejor evidencia científica e información estadística disponibles, las especies y los volúmenes de pesca susceptibles de ser aprovechados en las aguas continentales y en los mares adyacentes, con base en los cuales [la AUNAP] expedirá los correspondientes permisos de aprovechamiento”. En uso de dicha competencia, por ejemplo, el MADS expidió la Resolución 0848 de 2008 “por medio de la cual se declaran unas especies exóticas como invasoras y se señalan las especies introducidas irregularmente al país que pueden ser objeto de cría en ciclo cerrado y se adoptan otras determinaciones”. Adicionalmente, de acuerdo con el numeral 9 del artículo 31 de la Ley 99, es competencia de las Corporaciones Autónomas Regionales “... establecer vedas para la caza y la pesca deportiva”. De la misma manera, para efectos del correspondiente Plan de Ordenamiento Pesquero, que será explicado más adelante, debe considerarse la Resolución 25 de 1971 del Inderena que fija normas sobre pesca fluvial en las hoyas hidrográficas de los Ríos Magdalena y Sinú y que dispone, entre otras cosas, prohibir la actividad pesquera “...en los Caños o Canales naturales que comuniquen una ciénaga con otra o con los ríos y [...] a una distancia de 200 (doscientos) metros de lado y lado de la desembocadura de los caños o canales en los citados ríos o sus afluentes”; dicha norma, ha sido considerada en los recientes ejercicios de ordenación pesquera para declarar zonas excluidas.

Por otro lado, de acuerdo con el artículo 9 del EGP, el subsector pesquero está conformado por un organismo rector, un organismo ejecutor, un organismo financiero y un organismo

asesor y consultivo del Gobierno Nacional. Así, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural –MADR-, de acuerdo con el Decreto 1985 del 12 de septiembre de 2013, hace las veces de organismo rector, es decir, es el encargado de formular y adoptar la política nacional y adoptar el Plan Nacional de Desarrollo Pesquero. En este sentido, actualmente se encuentra vigente, en el nivel de política pública, la Política Integral para el desarrollo de la pesca sostenible en Colombia, formulada en 2015 conjuntamente por el MADR y el Programa de Pesca y Acuicultura de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO con horizonte prospectivo hasta 2032, el estudio técnico que soporta dicho Plan da cuenta del diagnóstico más completo disponible del estado de la pesca y de la acuicultura en el país.

Específicamente, el responsable es la Dirección de Pesca y Acuicultura, organismo encargado de coordinar la ejecución de la política sectorial para la pesca y la acuicultura en Colombia; por su parte, de acuerdo con el Decreto-Ley 4181 del 3 de noviembre de 2011, la AUNAP, hace las veces de organismo ejecutor, así, de acuerdo con su objeto, es el encargado de “... ejercer la autoridad pesquera y acuícola de Colombia, para lo cual [...] adelantará los procesos de planificación, investigación, ordenamiento, fomento, regulación, registro, información, inspección, vigilancia y control de las actividades de pesca y acuicultura, aplicando las sanciones a que haya lugar, dentro de una política de fomento y desarrollo sostenible de los recursos pesqueros” (art. 3), sin embargo, comparte, para algunas funciones, competencias con el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural –INCODER-, quien ejerce, por ejemplo, aquellas “...relacionadas con el fomento de la pesca artesanal y acuicultura de recursos limitados dentro de sus programas de desarrollo rural integral.” (parágrafo, art. 3º); finalmente, las funciones financieras, asesoras y consultivas, también fueron delegadas en virtud del Decreto-Ley 4181 de 2011 a dependencias de la AUNAP. Por otro lado, también tiene funciones de regulación para los insumos de la actividad, la Subgerencia de Pesca y Acuicultura del Instituto Colombiano Agropecuario –ICA-.

De la historia de la regulación del sector pesquero en Colombia puede concluirse que nunca ha sido posible consolidar una política sectorial fuerte, articulada y que logre obtener resultados en lo que tiene que ver con la promoción, fortalecimiento y financiación de proyectos productivos relacionados ya sea con la seguridad alimentaria de poblaciones vulnerables o con el desarrollo económico de sectores rurales. Así pues, los antecedentes de estructura orgánica del subsector son indicadores de dicha situación: el EGP en 1990 creó el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura –INPA- quien haría las veces de organismo ejecutor; la Corporación Financiera de Fomento Pesquero –CORFIPESCA- que ejercería las funciones como organismo financiero; y, el Consejo Nacional de Pesca –CONALPES- a quien correspondía cumplir las competencias como organismo asesor y consultivo. Este esquema de organización sólo estuvo vigente 13 años, ya que el INPA fue suprimido y liquidado mediante el Decreto 1293 de 2003, y el Decreto-Ley 1300 de 2003 dispuso que las competencias del mismo y de otras instituciones relacionadas con el desarrollo rural, como el Instituto Colombiano de la Reforma Agraria INCORA, pasaran al INCODER con el fin de centralizar y unificar las funciones y estructura burocrática relacionada con la ruralidad en Colombia. Luego, en 2007, otra reforma pretendía profundizar dicho propósito y para ello reorganizó el sector a través de la expedición del Estatuto de Desarrollo Rural, Ley 1152 de 2007, sin embargo, esta normatividad y todos los decretos que la reglamentaron, hoy ya no se encuentran vigentes puesto que la Corte Constitucional declaró, mediante Sentencia C-

175/09, inexecutable toda la Ley por no haber agotado el trámite de consulta previa, derecho fundamental para las comunidades étnicamente diferenciadas –indígenas y negritudes-. Dicha declaratoria de inexecutable, en general, ha significado un vacío normativo y hoy tiene sumida a la ruralidad es una condición de interinidad e improvisación bastante problemática. Finalmente, en el año 2011, mediante el ya citado Decreto-Ley 4181, el Gobierno Nacional reconoció que la liquidación del INPA fue un error que llevó al debilitamiento institucional del sector de la pesca y la acuicultura y, por tanto, transfirió nuevamente las funciones correspondientes del Incoder a un órgano ejecutivo independiente, la AUNAP.

Posteriormente, buscando fortalecer las funciones de vigilancia y control, se diseñó un nuevo instrumento llamado Salvoconducto o guía de movilización, para el transporte de recursos y/o productos pesqueros. El cual se reguló mediante la Resolución 2281 de 2016 de la AUNAP. En la cual se aclaró: “Que el salvoconducto o guía de movilización es un instrumento que permite fortalecer el sistema de control, seguimiento y vigilancia sobre el transporte de recursos y/o productos pesqueros y de la acuicultura que ingresan y/o salen de un determinado territorio.” Por lo cual se consagró en dicha norma que: “Es obligación de los titulares de permisos de pesca obtener el salvoconducto o guía de movilización para transportar los recursos y/o productos pesqueros provenientes de la actividad de la pesca y la acuicultura, entendiéndose para recursos y/o productos pesqueros de origen nacional y/o extranjero que movilicen por el territorio nacional.”

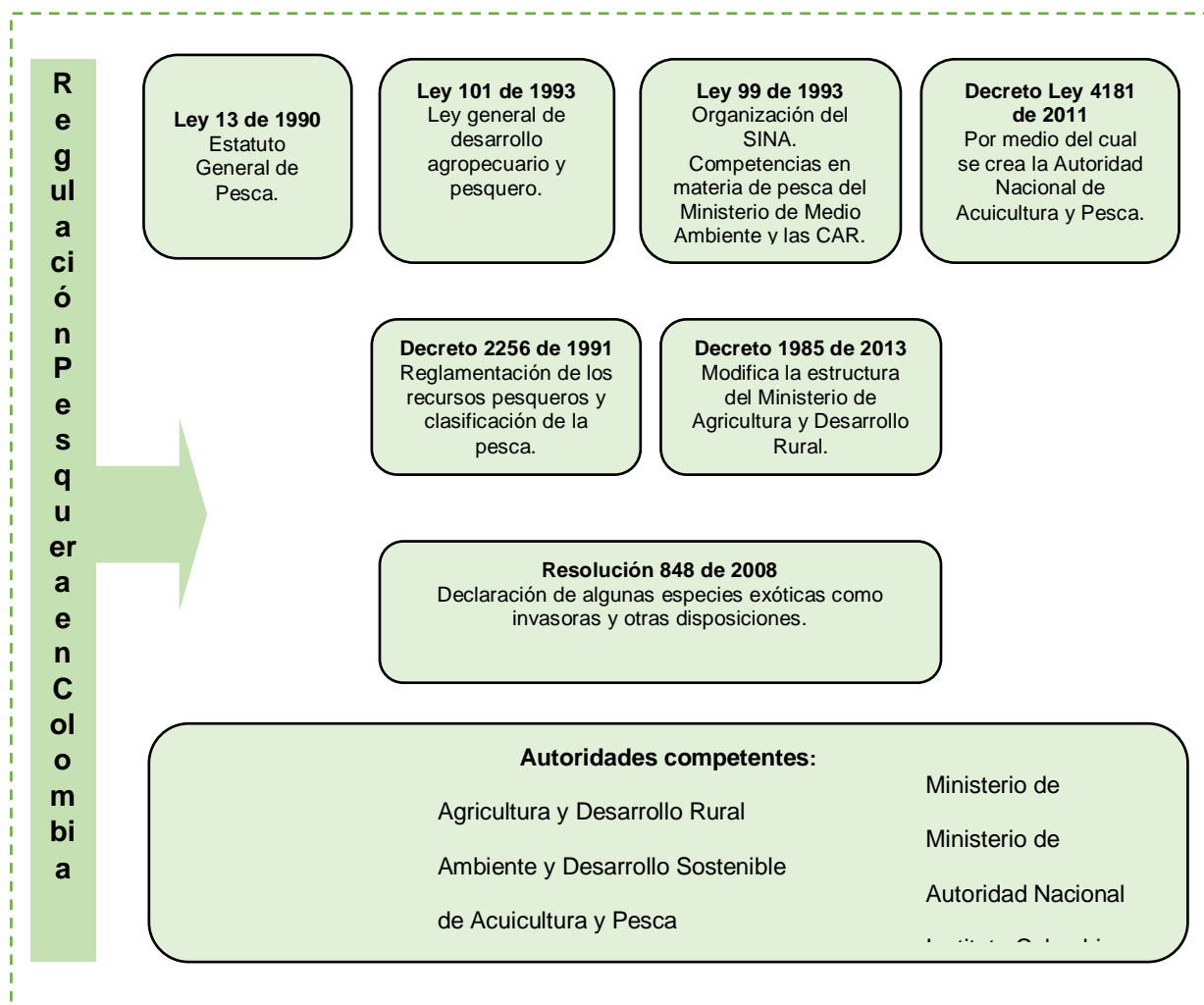
No obstante, se insiste en que más allá de las problemáticas del sector de acuicultura y pesca en Colombia en lo que tiene que ver con fortaleza institucional, control, financiamiento y promoción de sus actividades; en el caso de la práctica de la pesca en cualquiera de sus modalidades en embalses deben además considerarse las dificultades y límites derivados de la falta de planificación de las mismas y de la integración con los otros usos, tanto principales como complementarios que se dan en éstos. Lo anterior, si se tiene en cuenta, principalmente, que los recursos hídricos en los embalses tienen un uso principal para la producción de energía y conservación ambiental que debe protegerse y garantizarse por encima de los otros usos. Es evidente, entonces, también para este uso, la necesidad de la existencia de una metodología técnica para determinar dichas potencialidades y límites, y un marco normativo que permita interpretar al embalse de manera diferenciada a los otros cuerpos de agua, para considerarlo como un hecho territorial integrador con unas lógicas propias.

De acuerdo entonces con lo anterior, es necesario advertir que el resultado de la evaluación de los diferentes tipos de pesca en el Embalse del PHI, con las variables técnicas definidas para el efecto, y en virtud del marco normativo e institucional de la actividad en el país, será el insumo necesario del Plan de Ordenamiento Pesquero POE, instrumento cuya competencia de adopción está en la AUNAP y que será el fundamento para resolver y otorgar cualquier permiso, patente o autorización, recordando que la pesca de subsistencia es libre. Dicho instrumento normativo debe tener, al menos, los siguientes contenidos: localización y caracterización del cuerpo de agua o área a ordenar; inventario, abundancia de especies y presencia en el cuerpo de agua; rendimientos potenciales; proceso participativo para la identificación de actores, específicamente los tipos de pescadores; criterios de priorización en caso de conflicto de los diferentes tipos de pesca; identificación e inventario de artes de pesca permitidas, restringidas y prohibidas para cada tipo de pesca; áreas de exclusión para el

desarrollo de la actividad pesquera; establecimiento de tallas mínimas de captura; mecanismos de monitoreo de la actividad y la población íctica; y, de ser necesario época de veda o restricciones temporales al desarrollo de la actividad.

En la Figura 27 se presenta un mapa conceptual que esquematiza las normas relativas a la regulación de los usos múltiples del agua en el tema de pesca.

**Figura 27. Esquema de la regulación pesquera en Colombia**



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

### **4.3. METODOLOGÍA**

#### **4.3.1. MODELO DE CAPACIDAD DE ACOGIDA**

El modelo de capacidad de acogida es el instrumento usado en la primera fase y que hace referencia al uso óptimo del territorio en función de su sostenibilidad y está definido como el grado de idoneidad o cabida que presenta el territorio para una actividad teniendo en cuenta a la vez, la medida en que el medio cubre sus requisitos locacionales y los efectos de dicha actividad sobre el medio (Gómez Orea, 1992). De ello se deriva que los usos evaluados obtendrán su localización óptima cuando sean asignados en un lugar que los pueda recibir sin que se degraden sus características ecológicas o paisajísticas, de tal manera que su integración en el medio cuente con la mayor aptitud y el menor impacto posibles (Galacho-Jiménez & Castaño, 2013). Dicho modelo fue utilizado para determinar cuáles zonas del embalse del PHI tenían las mejores aptitudes para llevar a cabo actividades relacionadas con la pesca y la acuicultura.

#### **4.3.2. CALIDAD DEL AGUA DEL EMBALSE PHI**

Para la aplicación del modelo de capacidad de acogida en la fase inicial del POE se determinaron diferentes criterios de valoración frente a la calidad de agua, en función de las actividades de pesca y acuicultura en jaulones flotantes.

Como fuente de información se contó con estudios limnológicos, batimetrías, modelos de fluctuación de niveles bajo condiciones de operación, cartografía básica, EIA, monitoreos ícticos, curvas de nivel, vías de acceso, límites municipales y veredales, asentamientos humanos, zonas de exclusión.

A partir de la revisión de la información secundaria, se determinaron las variables de entrada al modelo, de la siguiente manera:

- Variables de capacidad (valoración mayor genera menor impacto).
- Variables de impacto (valoración mayor genera mayor impacto).

##### **4.3.2.1. Valoración de criterios**

Dentro de la valoración de criterios de capacidad se asigna el mayor valor a las condiciones más favorables para cada una de las actividades. En cuanto a los criterios de vulnerabilidad se le asigna el valor menor a las condiciones que generan menor impacto.

Posterior al análisis de la información secundaria y la valoración de criterios, se realizó una encuesta de Delphi a 18 expertos (Tabla 39), cuya formación pertenece a diferentes disciplinas así: Ictiólogos, ingenieros pesqueros, acuicultores, pescadores artesanales, pescadores



deportivos y pescadores recreativos: Los resultados de esta encuesta sirvieron para construir los siguientes algoritmos con los cuales se construye el modelo de capacidad de acogida para la actividad de pesca (Tabla 40).

**Tabla 40. Grupo de expertos encuestados para las actividades relacionadas con la pesca. Proyecto Hidroeléctrico Ituango**

Grupo Expertos Pescas		
Nombre	Dependencia	Especialidad
Alejandro Linares	Independiente	Pescador deportivo
Alexander Taborda Marín	Aitec	Investigador
Álvaro Peláez	Asoacuicola	Acuicultor
Andrés Felipe Montoya	Universidad Ces	Investigador
Carlos Tumble	Pescador artesanal	Pescador artesanal
Frank Álvarez	Integral S. A	Ingeniero acuícola
German Holguín	Pescador artesanal	Pescador artesanal
Gloria Alexandra Arango	Bióloga EPM	Ictióloga
Gustavo Lenis	UdeA	Docente en acuicultura
Henry Agudelo	Unal	Ictiólogo
James Betancur	Universidad Ces	Investigador
Luder Hernández	Proceal (NEIVA)	Técnico Acuícola
Luz Fernanda Jiménez	UdeA	Ictióloga
María Isabel Ríos	UCO	Ictióloga
María Lila Barrios	UdeA	Docente en acuicultura
Mónica Botero	UdeA	Docente en acuicultura
Robinson Vergara Guzmán	Asopesca (Pto Berrio)	Pescador artesanal
Weimar Vélez	Independiente	Pescador deportivo

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2017).

**Tabla 41. Algoritmos generados mediante la encuesta Delphi a expertos para alimentar el modelo de capacidad de acogida**

Pesca	Algoritmo
Acuicultura en Jaulones flotantes	$Ac = CA*3 + PE * 2 + AC$
Pesca Artesanal de subsistencia	$PA= CA*3+PE*2+AC$
Pesca deportiva	$PD=CA*3+AC*2+PE$
Pesca recreativa	$PR=CA*3+AC*2+PE$

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2015).

Donde:

Ac: capacidad para acuicultura.

CA: calidad del agua.

PE: profundidad del embalse.

AC: acceso y conectividad.

A continuación, se describen cada una de las variables evaluadas mediante la encuesta Delphi y que fueron utilizadas para la obtención de los resultados concernientes a las diferentes actividades de pesca.

#### **4.3.2.2. Acceso y conectividad**

Es el tiempo de marcha desde Medellín a un punto dado en el embalse. De esta forma tendrán mejor acceso las zonas del embalse donde se pueda llegar en vehículo y que tengan mejores condiciones viales.

La metodología detallada para la obtención de los resultados de la actividad de acuicultura en jaulones esta detallada en el documento Modelo de Capacidad de Acogida.

#### **4.3.2.3. Profundidad del embalse**

Esta variable fue considerada por su importancia para el establecimiento de jaulones flotantes y la efectividad de las artes de pesca, en especial cuando estos se ubican en cuerpos de agua artificiales y que tengan por fin la generación hidroeléctrica, ya que debido a la operación propia del embalse podrían presentarse conflictos al no haber suficiente agua disponible para la acuicultura en jaulones.

#### **4.3.2.4. Zonificación calidad del agua**

Define los parámetros de calidad de agua críticos para el establecimiento de las actividades relacionadas con la pesca y la acuicultura y se evaluaron según el siguiente algoritmo:

$$40\%O_2 + 30\%SST + 20\% CF + 10\% CT.$$

Dónde:

O<sub>2</sub>: Oxígeno disuelto.

SST: solidos suspendidos totales.

CF: coliformes fecales.

CT: coliformes totales.

De esta manera fueron evaluados tanto variables de importancia fisicoquímica como microbiológica. Es importante aclarar que para poder correr el modelo de capacidad de acogida las variables deben tener valores que puedan discretizar en el cuerpo de agua.

La información secundaria requerida para la construcción del mapa concerniente a la zonificación de calidad de agua fue suministrada por EPM a través el estudio de calidad de agua realizado por el Instituto de Hidráulica de Cantabria.

## **4.4. RESULTADOS**

### **4.4.1. CALIDAD DEL AGUA**

La zonificación de calidad de agua se obtuvo mediante la aplicación del algoritmo de calidad de agua para incluirlo en el modelo de capacidad de acogida (Figura 30).

Esta imagen muestra que, según la información y las modelaciones disponibles para cuando se corrió el modelo de capacidad de acogida en la primera versión del POE, la zona media del embalse de Ituango sería la que contaría con mejor calidad de agua, seguida de la zona cercana al muro de presa y por último la zona con menor calidad de agua es la zona de cola de presa.

Para alimentar el modelo de capacidad de acogida frente a la calidad de agua se trabajó con algunas variables restrictivas para las especies ícticas (bien sea para su supervivencia, reproducción) y para el contacto primario y secundario por parte del humano. Dado que hoy ya se cuenta con información real y actualizada de las condiciones de calidad de agua del embalse, se contrastaron los valores que se tuvieron en cuenta inicialmente en la modelación y los valores reales del embalse. De este ejercicio se encontró que los resultados obtenidos con los datos de la modelación están acordes a la realidad de la calidad de agua del embalse.

Uno de los parámetros más susceptibles y que limitan el uso del agua, bien sea para contacto primario o secundario, son los coliformes fecales y totales, que se encuentran regulados en el decreto 1594 de 1984 (Agricultura, 1984) el cual restringe el uso de las aguas donde hay presencia de estos microorganismos. El decreto dictamina que la densidad poblacional de estos microorganismos debe ser para menor a 1,000 NMP/100mL para el consumo humano y doméstico previa desinfección y menor a 5,000 NMP/100mL cuando el agua se use para riego de frutas que se consuman sin quitar la cáscara y para hortalizas de tallo corto. Para la densidad poblacional de coliformes fecales la densidad debe ser menor a 2,000 NMP/100mL cuando el agua se use para riego de frutas que se consuman sin quitar la cáscara y para hortalizas de tallo corto menor a 1000 NMP/100mL. En cuanto al contacto primario la norma dictamina que no se debe tener contacto con el agua cuando esta supera las 2000 NMP/100mL.

Actualmente en la totalidad del embalse del PHI supera estos valores por lo cual estas actividades deben ser restringidas.

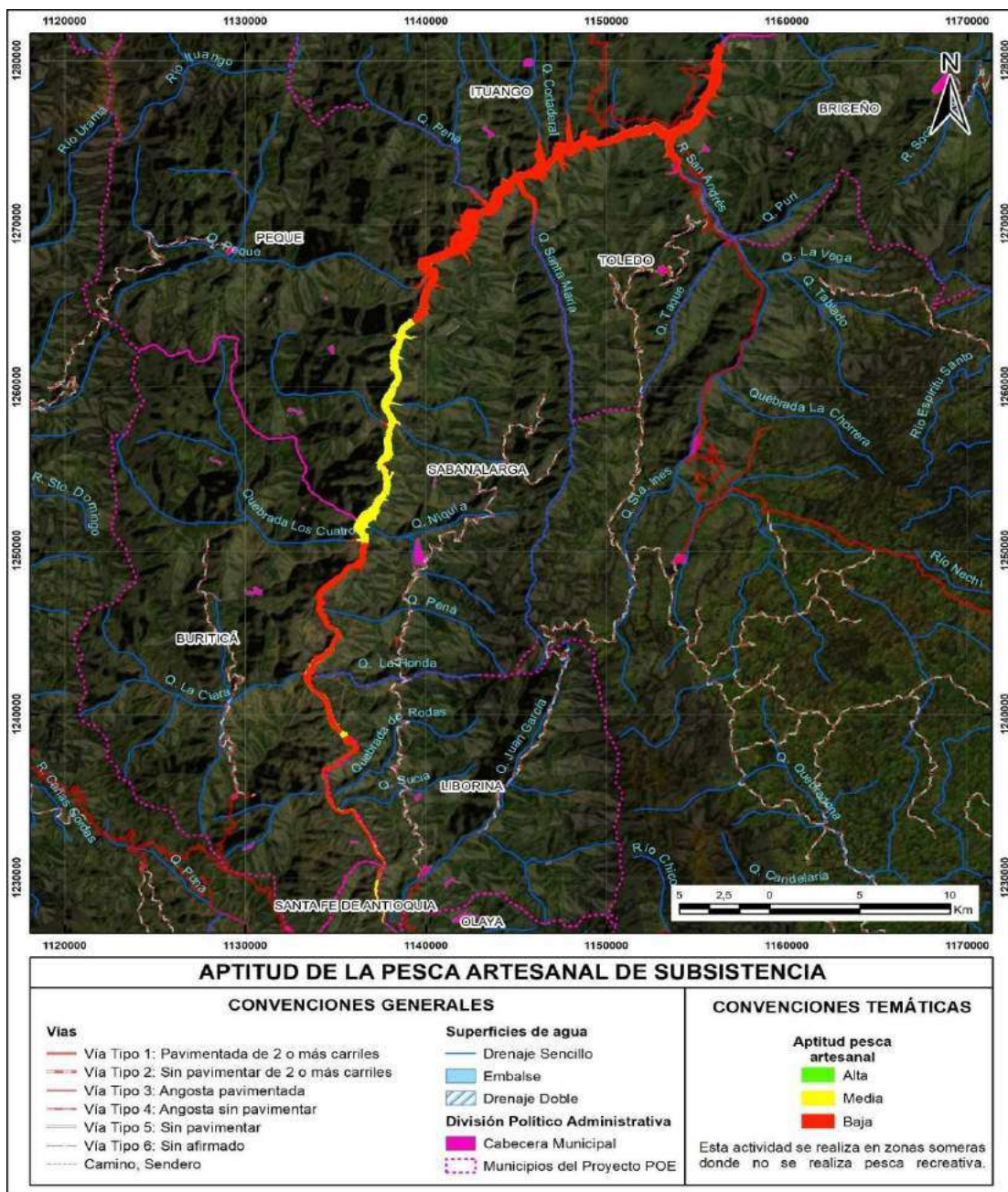
Es importante mencionar que los resultados del primer ejercicio del POE son consecuentes con la calidad del agua que presenta actualmente el embalse del PHI.

#### **4.4.2. PESCA ARTESANAL DE SUBSISTENCIA**

Por medio de la aplicación del modelo de capacidad de acogida en la zona de influencia del PHI, se encontró compatibilidad del uso de pesca artesanal de subsistencia en algunos tramos del Embalse. Como se puede observar en la Figura 28, se cuenta con una capacidad alta en algunas orillas del Embalse, cuya característica principal es profundidades menores a 5 metros donde las artes de pesca recomendadas son más efectivas.

Con respecto a la capacidad media (color amarillo en la Figura 29), se observa que el uso puede ser posible en la parte central del Embalse, donde se ubican los municipios de Sabanalarga, Peque y Buriticá. Los demás tramos que se encuentran en la figura de color rojo corresponden a una capacidad baja para el desarrollo de esta actividad, la baja capacidad en dichos tramos corresponde a poca accesibilidad y baja calidad del agua. Sin embargo, es una actividad que no puede ser restringida por ley, pero se recomienda prudencia para realizar la actividad en dicha zona. En lo concerniente a las inmediaciones del muro de presa y la cola del embalse o donde se den la empalizada no se debe permitir la actividad debido al alto riesgo de accidentes debido a la presencia de fuertes corrientes o maquinaria pesada.

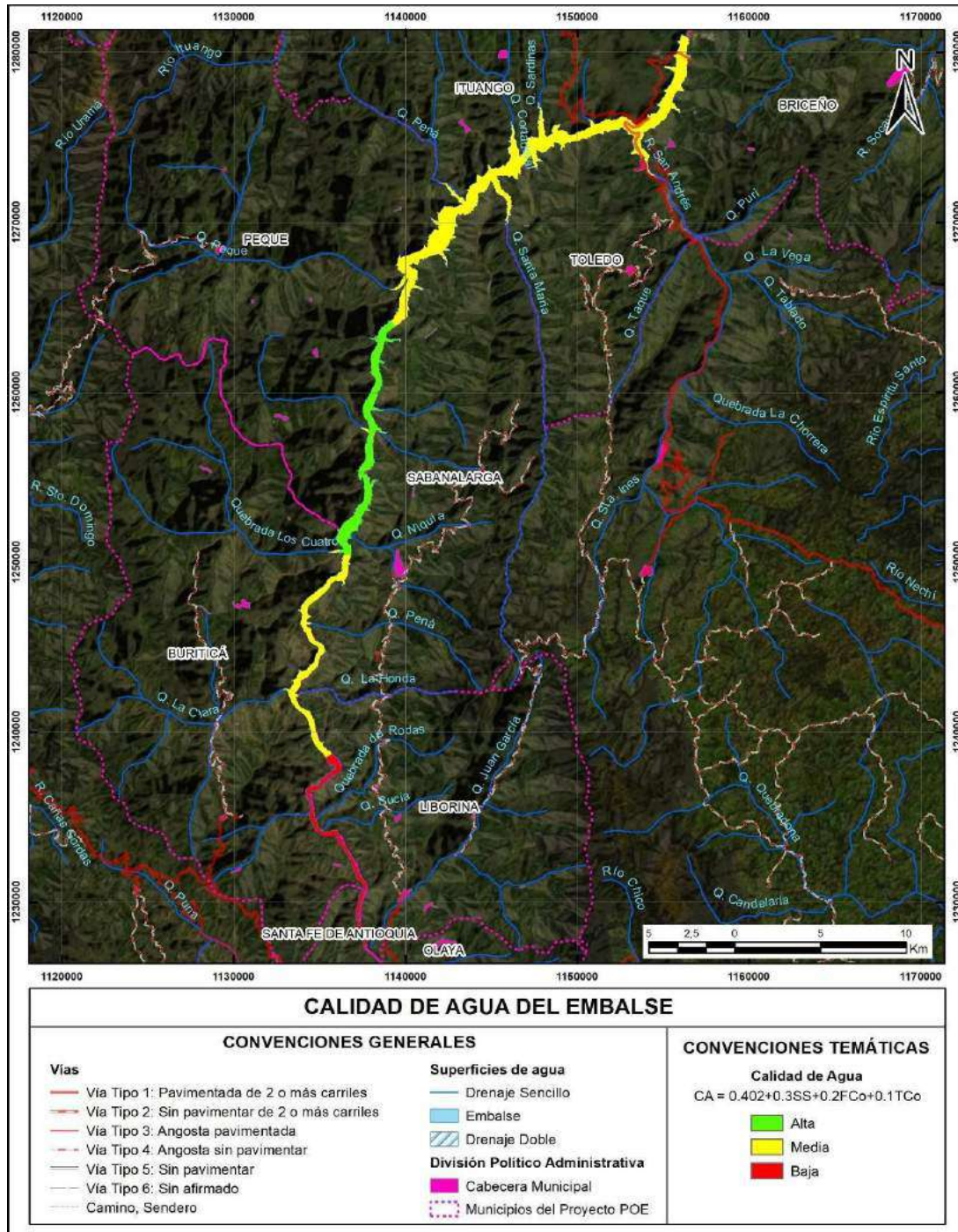
Figura 28. Mapa con las aptitudes para pesca artesanal de subsistencia en el Embalse del PHI



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020), a partir de EPM – UNAL (2017).

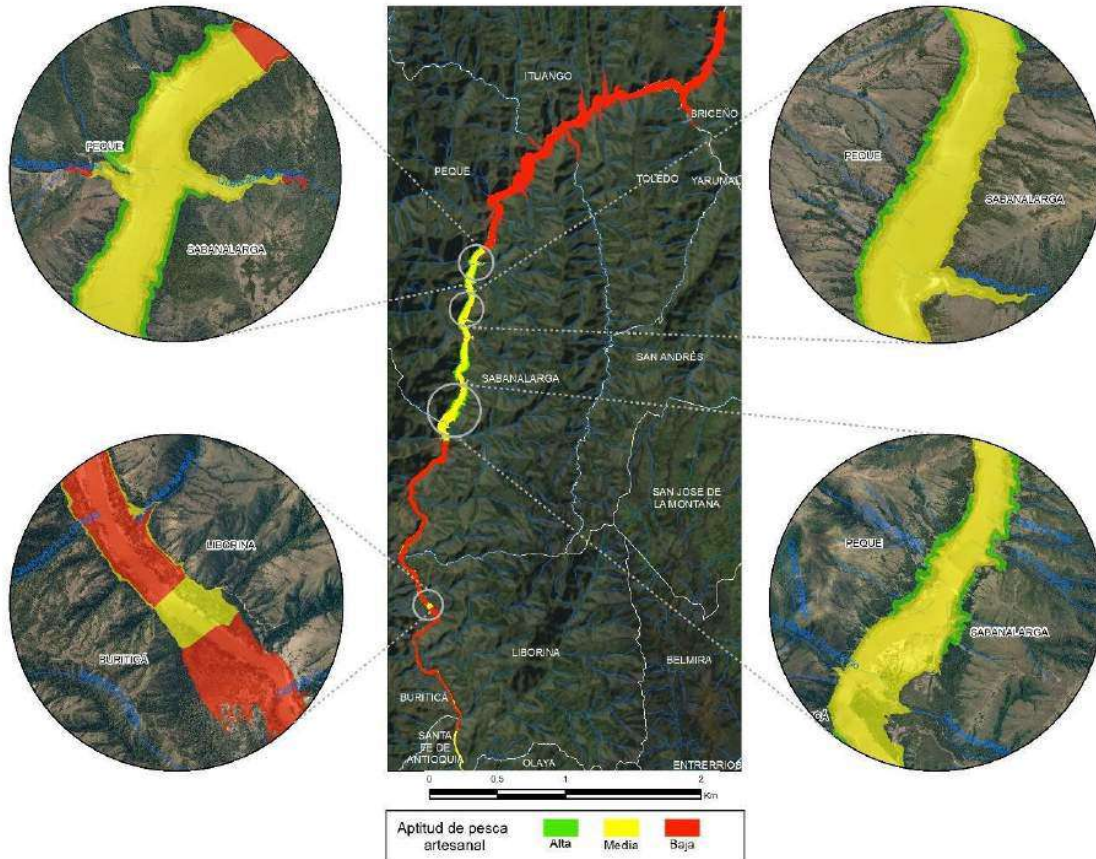


Figura 29. Resultados especializados de calidad de agua para el futuro embalse de Ituango



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020), a partir de EPM – UNAL (2017).

Figura 30. Capacidad para el uso de pesca artesanal de subsistencia



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

La pesca artesanal de subsistencia es una actividad que no tendría mayores restricciones aun durante el periodo de estabilización íctica (ver documento sobre periodo de estabilización íctica y de laderas). Posterior a dicho periodo de tiempo, se recomienda evaluar el desempeño de esta actividad y el comportamiento del stock pesquero y, de esta manera, considerar la posibilidad de la pesca artesanal con miras a la comercialización de excedentes pesqueros, esto enmarcado dentro del plan de ordenamiento pesquero del embalse.

Anterior a la construcción y llenado del embalse del PHI la pesca artesanal de subsistencia era una actividad conspicua, principalmente asociada a la minería de barequeo, es decir, los mineros salen a realizar sus actividades y llevan consigo artes de pesca (como las atarrayas y anzuelos o líneas de mano), los cuales son usados para la pesca ocasional. La pesca artesanal y de subsistencia, por tanto, solo se daba esporádicamente cuando las condiciones climáticas generaban una disminución en el cauce del río, lo cual permitía que algunos individuos de peces que están realizando migración remonten los raudales que hay aguas debajo de la desembocadura del río Ituango y llegaran a la zona donde hoy queda el embalse.



Con el embalsamiento de las aguas se espera que la dinámica poblacional de los peces cambie, especialmente con la alteración de las corrientes del río Cauca, convirtiéndolo de un sistema lótico a uno léntico; lo que conlleva a un cambio en la composición cualitativa y cuantitativa de las comunidades bénticas e ícticas asociadas al cuerpo de agua en favor de especies con hábitos lacustres. En segundo lugar, los resultados de la modelación de calidad de agua realizada en el año 2009 por Integral S.A, pronosticaron el desarrollo de poblaciones importantes de macrófitas acuáticas, las cuales actualmente están concentradas aguas arriba del paraje conocido como el Ciruelar. Dichas plantas se convierten en un hábitat propicio para distintas especies de macroinvertebrados que sirven como alimento para especies ícticas que tienen interés para la pesca en todas sus modalidades, pero además ofrecen refugio a los estadios tempranos de desarrollo de las mismas especies.

Actualmente en la zona del embalse, la Fundación Humedales se encarga de analizar la dinámica pesquera y tiene identificadas cuatro unidades económicas de pesca y cerca de 14 pescadores, los cuales hacen uso del recurso para el autoconsumo y comercialización interna en sus comunidades. El producto pesquero es principalmente capturado mediante el uso de trasmallos (Fotografía 36)

Los trasmallos en mención son tanto de monofilamento (ubicados en cercanías de la desembocadura de la Quebrada Pená) como de poli-filamento (parte central del embalse, Quebrada Pená e inmediaciones de la quebrada San Andrés) con largos que van desde los 100 m hasta los 450 m. (Fotografía 37 y Fotografía 38)

Se presentan diferentes formas de uso: en las orillas los trasmallos son ubicados en superficie, y en la zona central (Kilometro 30 a 35) se usan los trasmallos sumergidos a una profundidad de 2 metros. En cuanto al tamaño de ojo de malla, esta se encuentra entre los 8 y 12 cm lo que garantiza que los individuos capturados sean de tamaños considerables (Fotografía 39)

La presencia de algunos pescadores haciendo uso del recurso en el embalse hace prever que esta dinámica continúe en aumento más cuando algunos pescadores manifiestan que llegan a capturar en una sola noche hasta 70 lb de pescado las cuales son comercializadas en la zona a un costo de entre 6000 y 8000 pesos la libra, esto se convierte en un atractivo para que otras personas realicen dicha actividad, por lo cual se hace imperativo que se articule con las autoridades pertinentes a fin de promover el buen uso del recurso y favorecer el establecimiento de un stock pesquero sostenible.

**Fotografía 36. Pescadores haciendo uso de trasmallo en las inmediaciones de la quebrada Sardinas**



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

**Fotografía 37. Trasmallo monofilamento en las inmediaciones de la quebrada Pená**



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

**Fotografía 38. Trasmallo de polifilamento Quebrada San Andrés**



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).



**Fotografía 39. Bocachico de cerca de 40 cm LE (*Prochilodus magdalенаe*) capturado en la parte central del embalse mediante el uso de trasmallo sumergido a 2 m de profundidad**



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Mediante los recorridos realizados por el equipo técnico en el embalse, se pudo constatar la correspondencia de los resultados arrojados por el modelo de capacidad de acogida en lo concerniente a la pesca artesanal. Se encontró que los resultados anteriores son satisfactorios; sin embargo, hay sitios que presentan aptitud baja (uso no permitido) para la pesca artesanal los cuales deben ser restringidos para dicha actividad ya que, actualmente estas zonas están siendo utilizadas por parte de EPM como zonas de operación para el retiro del buchón de agua (*Eichhornia crassipes*) y las empalizadas que arrastra el río. La zona en mención corresponde al paraje conocido como la Floresta, desde la desembocadura de la Quebrada Pená, hasta el Puerto Arenal (Fotografía 40 y Fotografía 41).

**Fotografía 40. Zona de exclusión para las actividades de pesca por motivos de operación de EPM**



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

**Fotografía 41. Pescadores utilizando medios poco convencionales en la zona de exclusión para las actividades de pesca por motivos de operación de EPM**

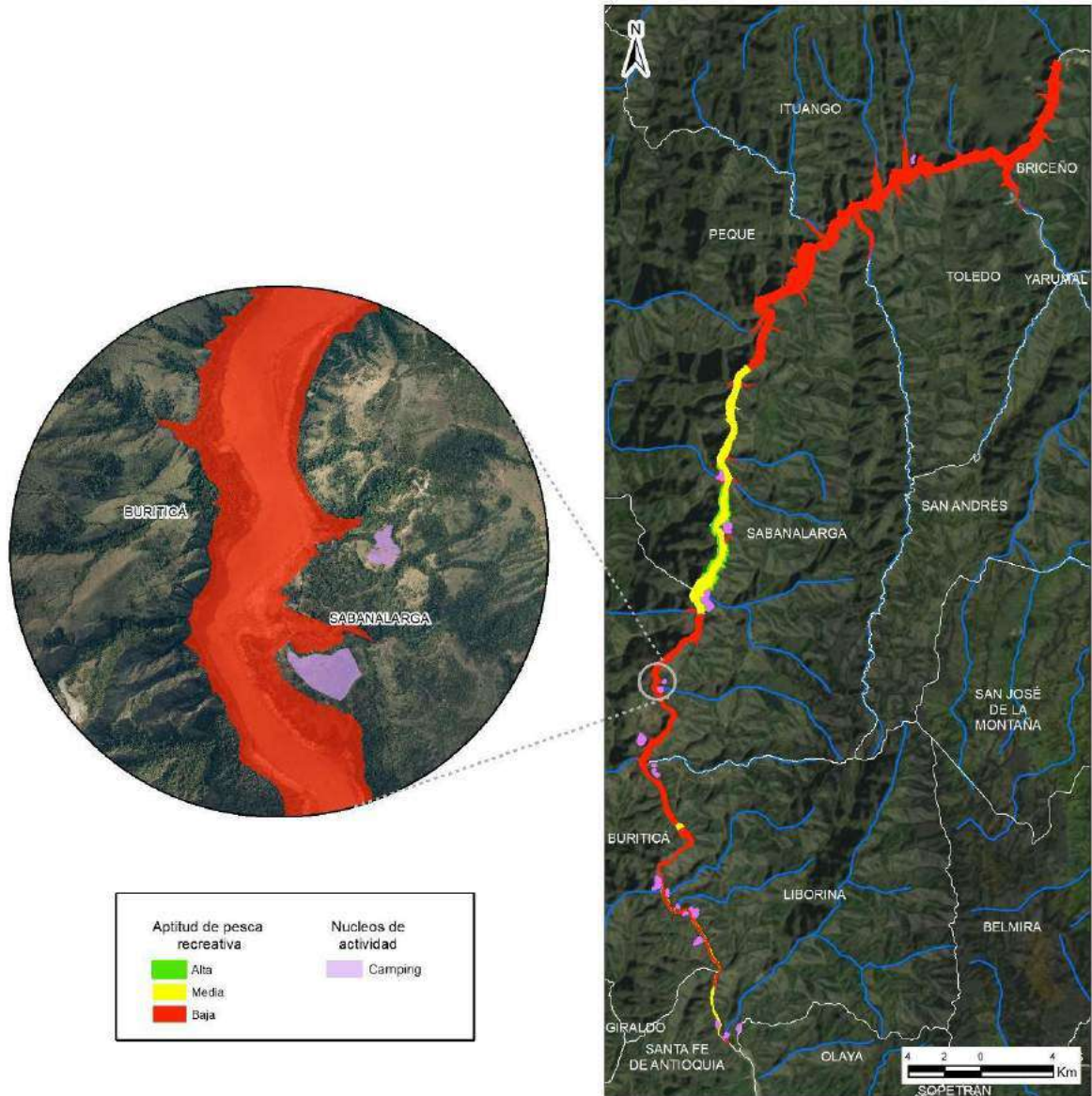


Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Es importante mencionar que los riesgos que se corre al realizar la actividad de pesca artesanal en dicha zona son altos tanto para la integridad física de los pescadores, como para las artes de pesca, ya que constantemente hay operación de maquinaria pesada y tránsito de embarcaciones con motor fuera de borda. De igual manera, la forma como se realiza la pesca artesanal en la zona es precaria, muchas veces no se cuenta ni siquiera con embarcaciones a remo (Canoas), para la revisión de las artes de pesca y se usa como sistema de flotación por parte de los pescadores, envases plásticos o trozos de poliestireno expandido (Icopor), lo que aumenta la posibilidad de accidentes fatales o la pérdida de las artes de pesca a causa de la deriva constante macrófitas y material flotante generada por los vientos y las corrientes (Fotografía 40 y Fotografía 41).



**Figura 31. Ubicación espacial de la zona de exclusión para las actividades de pesca por motivos de operación de EPM**



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Además, se encontraron zonas con capacidad media o alta para la actividad de pesca artesanal que requiere de cuidados y precauciones especiales. Tal es el caso de franjas donde, por el llenado prioritario del embalse, no se pudo retirar toda la cobertura vegetal y esta quedó emergida, lo que genera un riesgo de pérdida o daño a las artes de pesca (Fotografía 42).

**Fotografía 42. Vegetación emergida que afecta la actividad de pesca Artesanal de subsistencia. Zona de tributo de la quebrada Santa María**



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

De igual manera hay zonas que presentan un riesgo moderado para las actividades de pesca y son aquellas donde se presentan movimientos en masa asociados a llenado del embalse, los cuales generan un riesgo para los pescadores, embarcaciones ya artes de pesca (Fotografía 43 y Fotografía 44).

**Fotografía 43. Movimientos en masa activos**



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).



#### Fotografía 44. Movimientos en masa activos



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

#### 4.4.3. PESCA RECREATIVA

Se puede entender la pesca recreativa como aquella que se realiza con fines de esparcimiento o recreación y en la cual sus capturas no podrán ser objeto de comercialización (AUNAP, 2013). Suele ser realizada por personas que van en son de turismo o de esparcimiento a sitios que prestan este tipo de servicios, normalmente son grupos familiares o de amigos.

Este tipo de pesca se basa en la captura de peces, mediante artes de pesca como: varas de pescar con señuelos artificiales o carnadas vivas. Se realiza desde las orillas de los lagos artificiales o embalses y suele practicarse en un ambiente familiar. Normalmente los turistas escogen sitios de carácter privado donde se pone a disposición de los visitantes infraestructura como lagos o estanques, baños públicos, restaurantes, entre otras comodidades que permitan el esparcimiento. Una práctica común en los establecimientos privados es que los individuos capturados sean consumidos en el sitio o se compren para llevar.

Actualmente en el departamento de Antioquia se cuenta con algunas de estas instalaciones, principalmente en las subregiones occidente y suroeste, las cuales ofrecen diferentes tipos de paquetes turísticos que van desde el día de sol hasta acomodación por varios días, donde uno de los principales enganches para atraer turistas es la pesca recreativa, ofreciendo toda la infraestructura necesaria para dicha actividad. Dicha infraestructura comprende los lagos de pesca y la dotación mínima necesaria, además es común que se

brinde a los turistas el servicio de restaurante, donde se les prepara el pescado que cada uno captura.

Este tipo de actividad no se encuentra referenciada en alguna base de datos que permita conocer el número de establecimientos para pesca recreativa, las especies ícticas utilizadas, el volumen de visitantes entre otras, de manera que se pueda tratar de pronosticar la importancia de dicha actividad en el futuro embalse.

La pesca recreativa, a diferencia de la pesca deportiva, es una actividad que suele estar asociada a algún tipo de infraestructura, bien sea de camping u hotelera, y ha cobrado importancia en los últimos años como un espacio de ocio y recreación familiar.

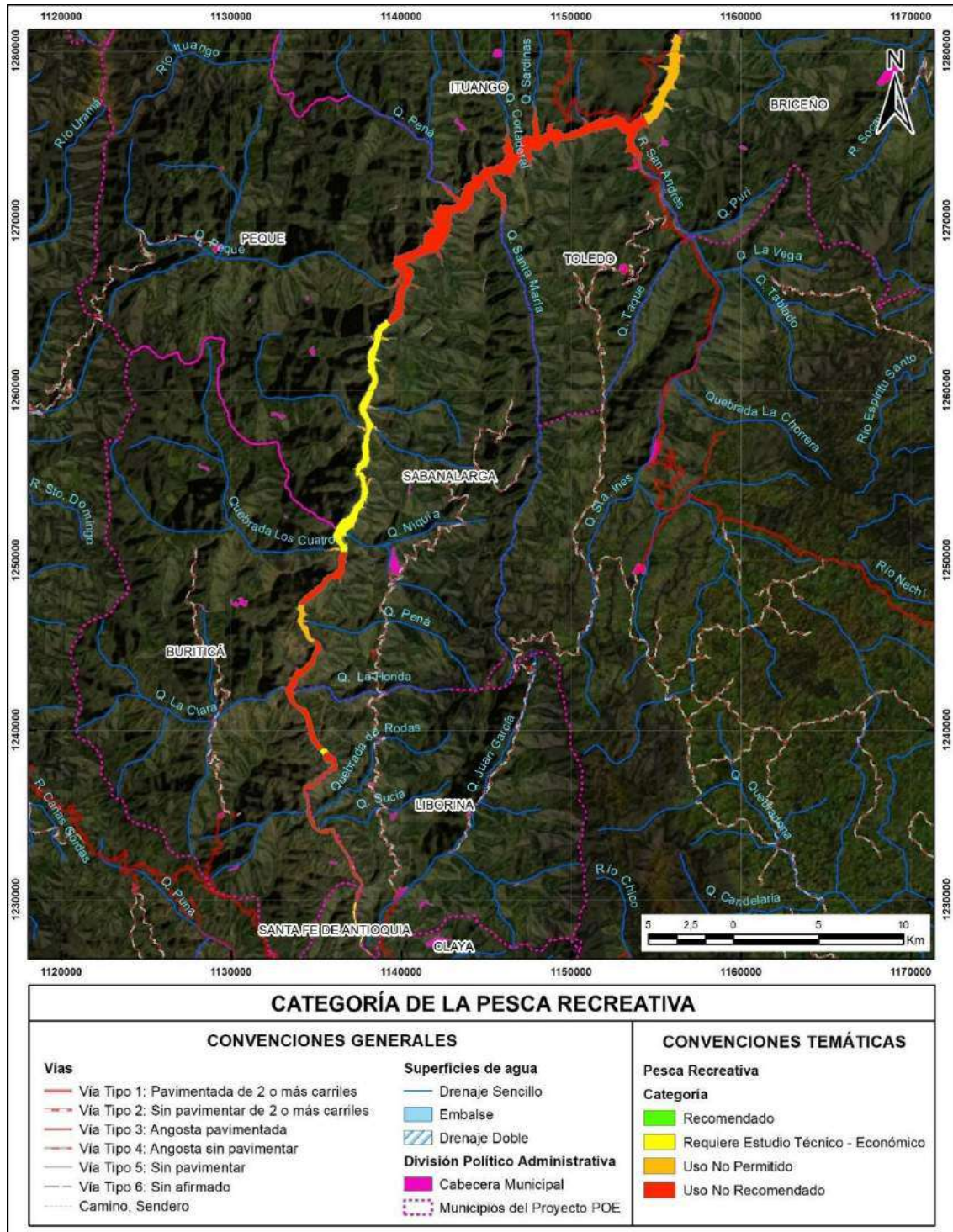
Actualmente en la zona del embalse del PHI no se identifican sitios donde se lleve a cabo la pesca recreativa, dadas las condiciones topográficas y de aislamiento. En la Figura 32 se muestran los resultados para la actividad de pesca recreativa de acuerdo con el modelo de capacidad de acogida.

La actividad de pesca recreativa está asociada a los sitios que tienen aptitud alta para zona turística, o lo que se identifica como núcleos de actividad, en la Figura 32 se observa la zona que posee capacidad alta para la actividad de pesca recreativa, esta zona comprende el núcleo de actividad de la Niquia

Es importante reconocer que esta actividad no debe realizarse desde las orillas que no estén habilitadas para tal fin, no es prudente que se lleve a cabo por fuera de los núcleos de actividad debido a los riesgos que generan la oscilación propia de los niveles del embalse y a la falta de infraestructura para está por fuera de dichos sitios.

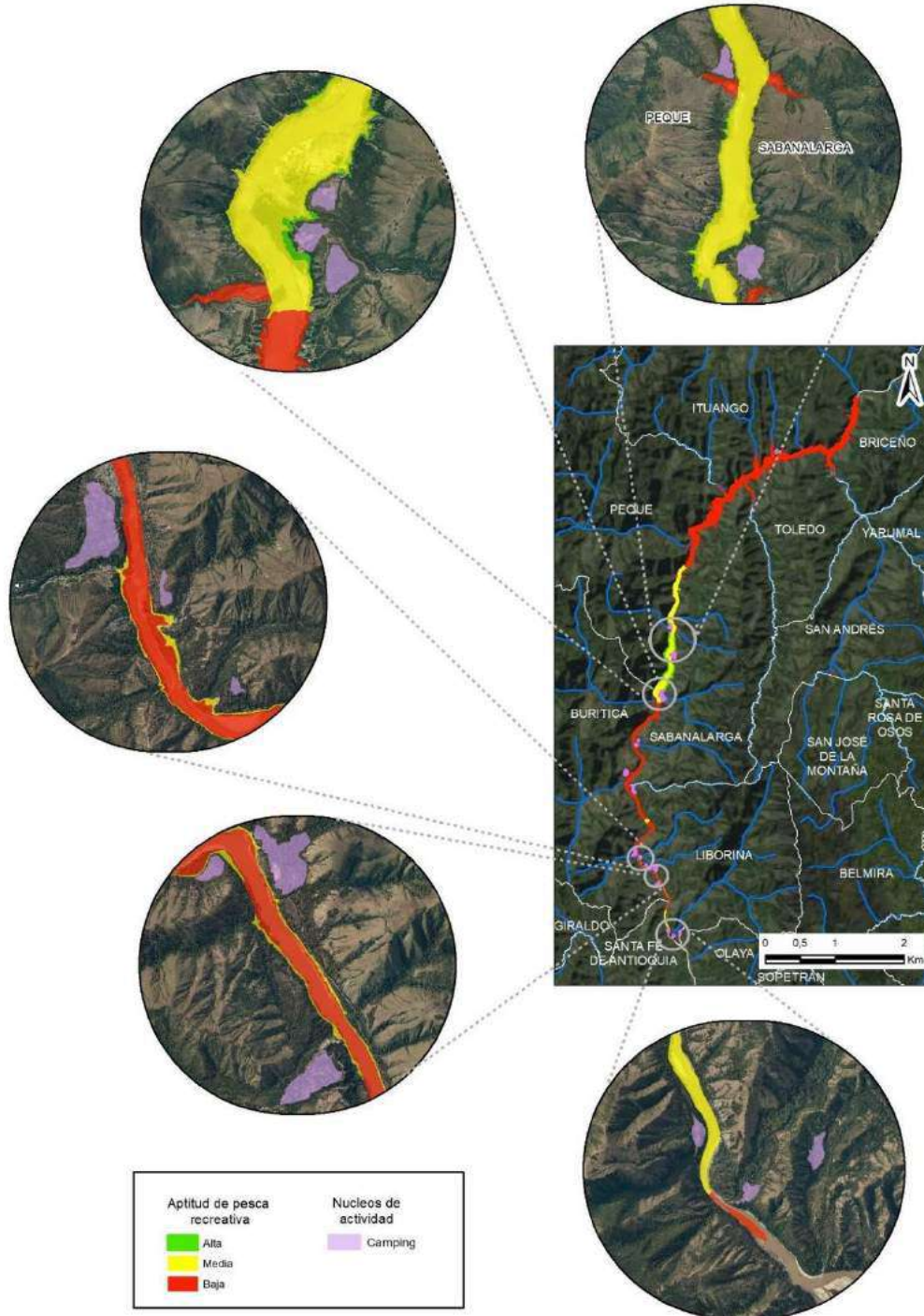


Figura 32. Resultados de capacidad para la actividad de pesca recreativa



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Figura 33. Detalle de las áreas con capacidad del territorio para la pesca recreativa



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).



De acuerdo con los recorridos de validación realizados en campo, se encontró que las zonas propuestas por el modelo de capacidad de acogida para la actividad de pesca recreativa son acordes a los resultados arrojados por el modelo, incluso se sugiere tener en cuenta la zona aledaña a la desembocadura de la quebrada Juan García en jurisdicción del municipio de Liborina la cual presenta una capacidad alta para zona turística y que podría llegar a convertirse en un sitio de atractivo turístico importante por su proximidad a municipios como Santa Fe de Antioquia el cual posee un vocación turística bien establecida (Fotografía 45).

#### Fotografía 45. Zona turística propuesta en La Juan García



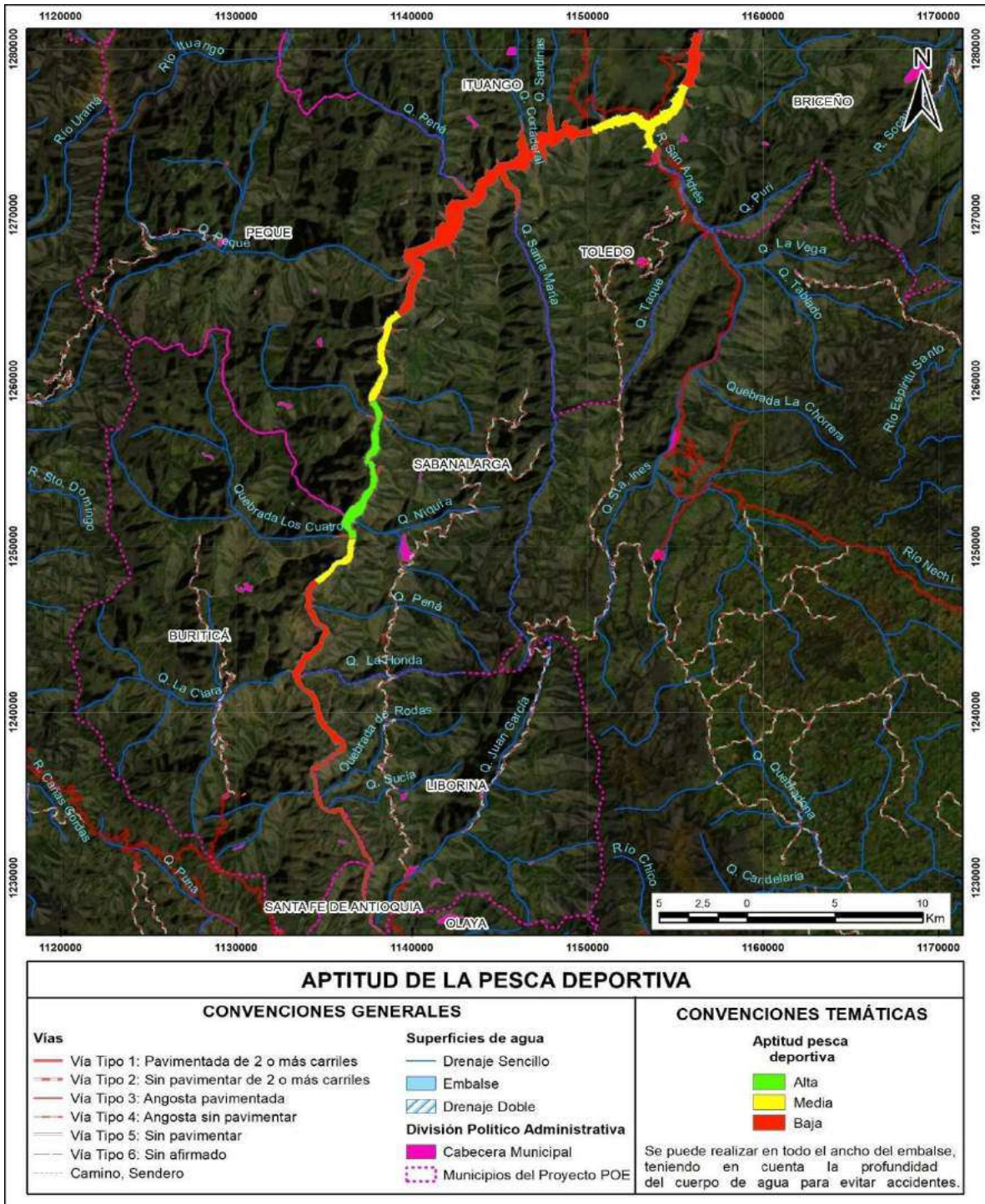
Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

#### 4.4.4. PESCA DEPORTIVA

De acuerdo con los resultados arrojados por el modelo de capacidad de acogida (Figura 34; Figura 35), la zona que presenta mayor capacidad para la actividad de pesca deportiva es la que corresponde a la porción media del embalse, la cual está en jurisdicción de los municipios de Sabanalarga, Buriticá y Peque. Los resultados de capacidad de acogida alta, se deben a que el agua presenta mayores transparencias (Atributo importante para la pesca deportiva), en especial si se comparan con los que se encuentran hacia la cola del embalse.



Figura 34. Aptitud para la actividad de pesca deportiva en el embalse del PHI



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Anteriormente, antes de que se estableciera el embalse no se contaba con información que mencionara la práctica de pesca deportiva en la zona, esto pudo deberse a varias razones: en primer lugar, la dificultad para acceder al canal del río Cauca debido a la topografía y la poca infraestructura vial, o para navegarlo, debido a sus raudales. En segundo lugar, factores de orden público como la presencia de grupos armados durante las últimas décadas. Por último, la poca abundancia de las especies que tienen interés para la pesca deportiva.

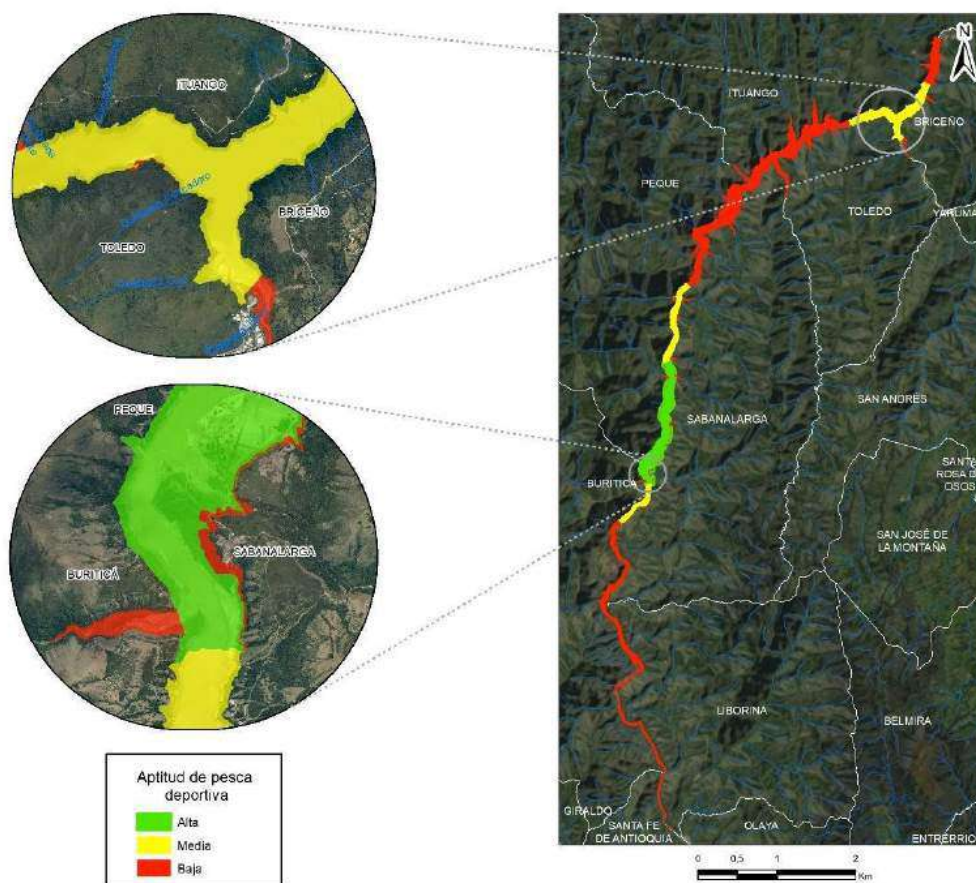
Actualmente no cambia el panorama frente a esta actividad en el embalse y esto se comprobó con los recorridos realizados en campo por parte del equipo técnico, donde no se evidenció la presencia de pescadores deportivos en ningún sitio del embalse. Sin embargo, es probable que la ausencia de pescadores deportivos se deba a la contingencia que se viene dando por cuenta de la pandemia mundial generada por el Covid-19, en especial porque ha generado una restricción considerable a la movilidad de personas por el territorio nacional. En consecuencia, es probable que bajo otras condiciones se comience a dar la pesca deportiva en el embalse.

Sin embargo, a la hora de constatar los resultados del modelo de capacidad de acogida frente a la pesca deportiva, se ratificaron los sitios, que además cuentan con unas calidades escénicas y paisajísticas que serán un atractivo más que servirá como incentivo para la llegada de pescadores deportivos (Figura 35).

Al realizar los recorridos en campo por parte del equipo técnico, se pudo constatar la correspondencia de los resultados arrojados por el modelo de capacidad de acogida en lo concerniente a la pesca deportiva, se encontró que los resultados anteriores son satisfactorios. Sin embargo, igual que con la pesca artesanal de subsistencia, hay sitios que presentan aptitud media para la pesca deportiva los cuales deben ser restringidos para dicha actividad ya que actualmente estas zonas están siendo utilizadas por parte de EPM como zonas de operación para el retiro de macrófitas y material flotante. La zona en mención corresponde al paraje conocido como La Floresta, desde la desembocadura de la Quebrada Pená hasta el Puerto Arenal.



Figura 35. Detalle del núcleo de actividad de Bocas de Niquia, donde se evidencia la capacidad del territorio para la pesca deportiva



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

#### 4.4.5. PROPUESTA DE ORDENACIÓN PESQUERA

La ordenación pesquera es un proceso integrado de recopilación de información, análisis, planificación, consulta, adopción de decisiones, asignación de recursos, formulación y ejecución, así como la imposición cuándo sea necesario, de reglamentos o normas que rijan las actividades pesqueras para asegurar la productividad de los recursos y la consecución de otros objetivos. Fijadas unas metas que garanticen la sostenibilidad del recurso pesquero y mantengan, mejoren e impulsen las dinámicas económicas y socio-culturales locales, se debe establecer un gran acuerdo de pesca para el embalse PHI con sus usuarios, que prevea las particularidades de cada región, la transversalidad de la

condición reofílica de algunas especies, se establezca una ruta para revisión de las vedas que incorpore otras especies que están amenazadas, que controle la introducción de especies exóticas, los artes y métodos de pesca. Y que al finalizar el proceso de concertación con los diferentes actores, los resultados de ese gran acuerdo y/o plan de ordenamiento pesquero, se diseñen los instrumentos que permitan adoptarlos y operacionalizarlos en la gestión pública de los municipios que tienen influencia sobre el embalse del PHI, se incorporen al sistema general de participaciones, el ordenamiento territorial, los planes de desarrollo, planes de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas, planes de manejo humedales y que los actores de la pesca tengan una representación sustantiva en los diferentes espacios consultivos de las entidades territoriales y de ser posible las sectoriales, como las autoridades ambientales que tienen jurisdicción sobre el río Cauca.

Como resultado del primer ejercicio del POE-PHI y mediante el uso del modelo de capacidad de acogida se obtuvo una propuesta de zonificación para las actividades relacionadas con el aprovechamiento del recurso íctico (pesca), de esta manera de las 3810,17 ha de espejo de agua que comprende el embalse del proyecto hidroeléctrico se delimitaron las siguientes áreas para la actividad de pesquera (Tabla 42).

**Tabla 42. Áreas destinadas a las diferentes actividades de pesca**

Zonificación Embalse	Área (ha)	(%)
Pesca artesanal de subsistencia	503,47	13,21
Pesca deportiva	246,30	6,46
Pesca recreativa	3,58	0,09

Fuente: EPM – UNAL (2017).

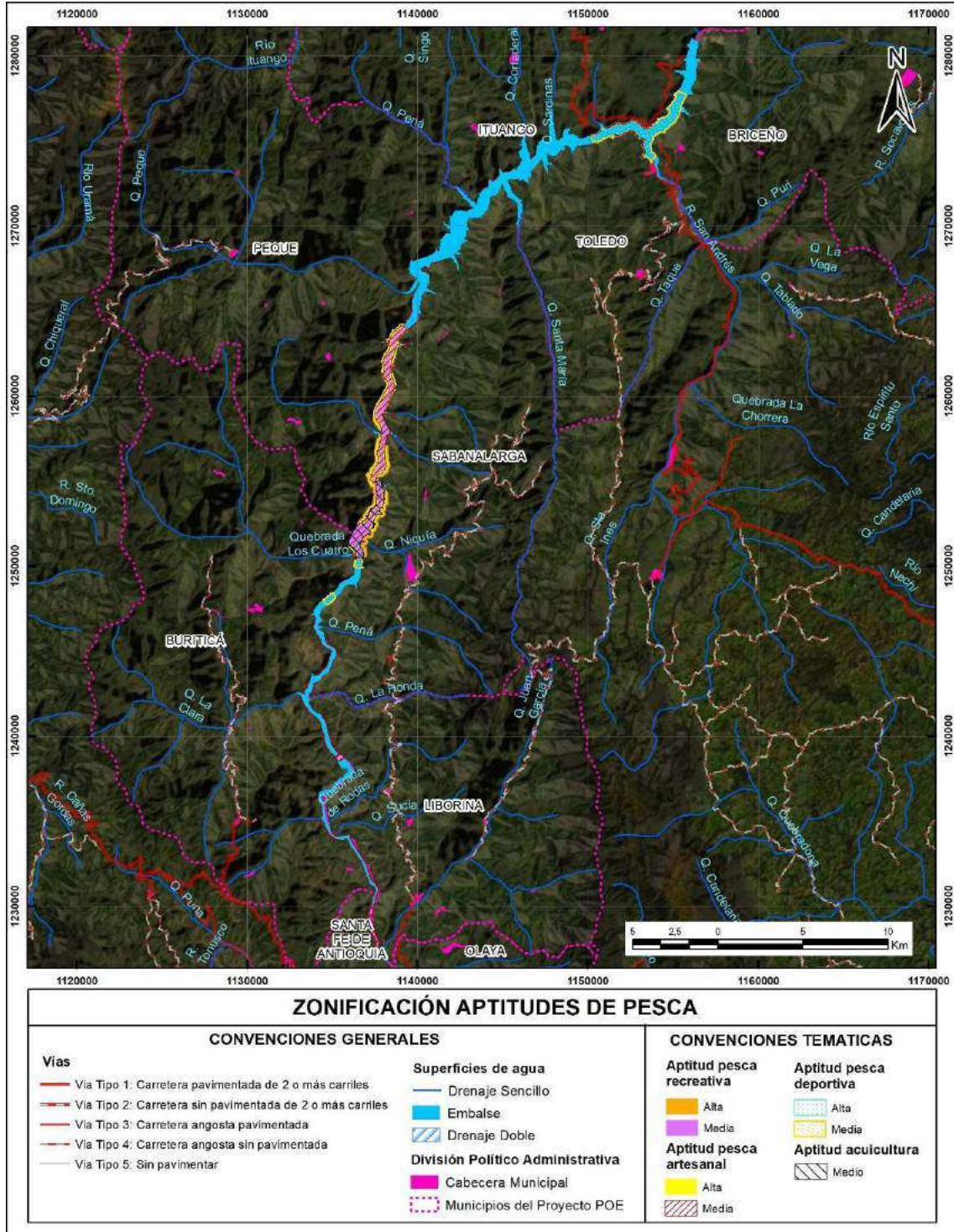
Al contar con un embalse físico para validar los resultados del POE (2017), se determinó que las áreas aptas con mayor capacidad para las actividades de pesca comprenden 753,35 ha distribuidas de la siguiente manera: Pesca Artesanal de subsistencia 503,47 ha; pesca deportiva 246,30 ha; pesca recreativa 3,58 ha.

En cuanto al tema de pesca, es preciso advertir que, aunque en la primera fase se evaluó la posibilidad de implementar la pesca industrial o en jaulones flotantes con restricciones, con la aplicación del análisis multiobjetivo se concluyó que dicho uso no es recomendable en este contexto, teniendo en cuenta las tensiones que genera con otras actividades como la navegación, el turismo y el uso principal del embalse que es la generación hidroeléctrica.

A continuación, en la Figura 36 y Figura 37, se presenta la propuesta de zonificación con aptitudes medias y altas para las actividades de pesca en el embalse del PHI.



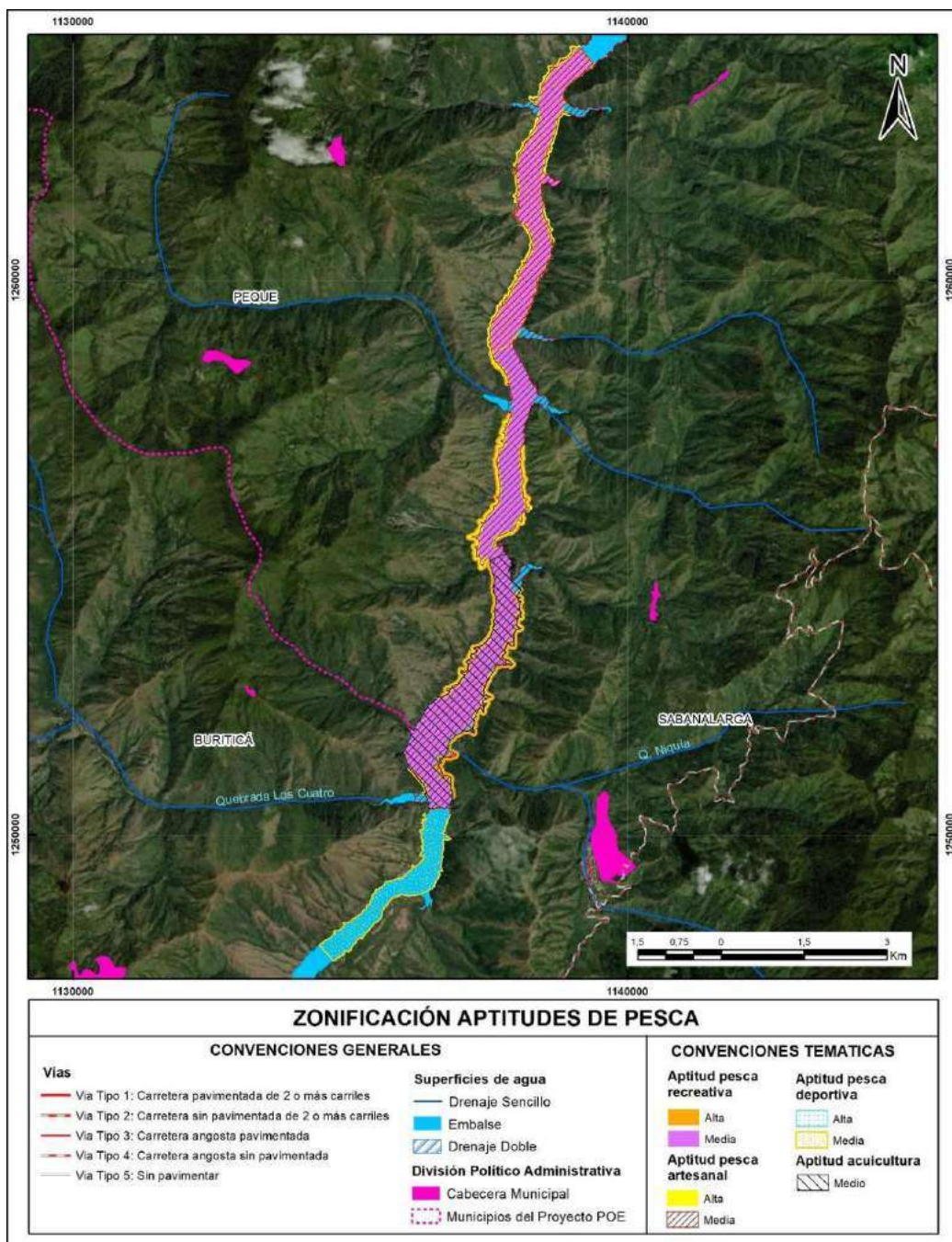
Figura 36. Mapa de zonificación para las actividades de pesca PHI



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).



Figura 37. Detalle de la zonificación para las actividades de pesca PHI con aptitudes alta y media

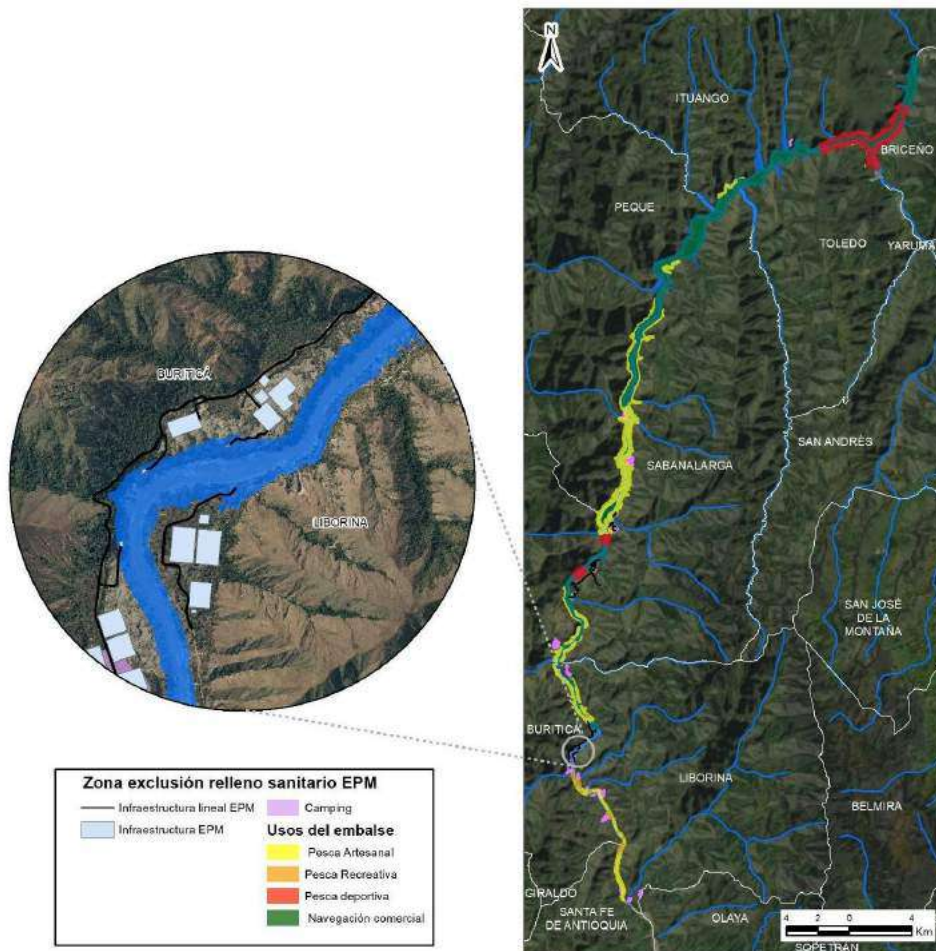


Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

#### 4.5. ZONAS DE OPERACIÓN EXCLUSIVAS DE EPM

Debido a la dinámica propia de operación del embalse PHI se requiere acondicionar áreas del territorio para el establecimiento de infraestructuras indispensables para su mantenimiento de manera que se pueda garantizar la generación de energía, algunas de estas zonas ya están siendo utilizadas para el manejo de material vegetal flotante, como la comprendida entre la Floresta y el Ciruelar en Sabanalarga (ver Figura 38), además hay otras zonas previstas para ser usadas en el corto plazo bien sea para el establecimiento de infraestructuras operativas o para el depósito de material flotante. Una de estas zonas de operación propia de EPM está ubicada en inmediaciones del corregimiento de Mogotes la cual por su importancia y dinámica operativa exige que a futuro estas áreas sean retiradas de las áreas recomendadas para las actividades pesqueras (Figura 38).

**Figura 38. Zona de operación propia EPM, relleno sanitario Mogotes**



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

De igual manera hay zonas que estarán destinadas a ser usadas bajo el modelo de contingencia ambiental, de llegarse a dar tal situación, se recomienda delimitar dichas zonas para restringir las actividades de pesca y de esta manera salvaguardar el bienestar de los pescadores y de sus entables de pesca.

#### 4.6. RECOMENDACIONES

La veda en Colombia está definida como la restricción total y temporal de la explotación de una o más especies, en un área determinada. Corresponde a la AUNAP delimitar y reservar las áreas y especies que se destinen a esta finalidad.

En Colombia, la gestión de la actividad pesquera es regida por el Estatuto General de Pesca (Ley 13 de 1990 y su Decreto Reglamentario 2256 de 1991). Dentro de este estatuto se encuentra la normativa general establecida para, entre otras, los tipos de permisos, tiempo y zonas de veda a la pesca, zonas de reserva, artes de pesca y tallas mínimas, la carnetización de pescadores, las tasas y derechos, lo relativo a las asociaciones de pescadores y la concesión de área de pesca, y lo concerniente a las infracciones, prohibiciones y sanciones (Lasso et al., 2011).

A través de la Resolución 25 de 1971 (Ministerio de Agricultura, 1971) se estableció la talla mínima del bocachico en 250 mm de longitud estándar, en la cuenca de los ríos Magdalena y Cauca. Como medida de protección para esta especie se requiere del establecimiento, regulación y cumplimiento de vedas estrictas que permitan solamente la pesca de consumo, pero que prohíben totalmente la pesca comercial durante los periodos de subienda y bajanza (diciembre a marzo). Se propone concentrar los controles durante las vedas en los lugares de acopio, transporte y comercialización (Zapata Padilla & Usma Oviedo, 2013).

A pesar de que la especie Cachama blanca (*Colosoma macropumum*) es una especie trasplantada, esta presenta veda a su captura y comercialización.

No se encontraron especies presentes en el embalse del PHI que tengan veda a la pesca y comercialización, sin embargo, si hay recomendaciones al manejo de especiales que van desde tallas mínimas de captura, vedas sectorizadas y artes de pesca específicos, para especies como sabaleta (*Brycon henni*), Picuda (*Salminus affinis*), Bocachico (*Prochilodus magdalenae*).

En cuanto a las tallas mínimas de captura estas se encuentran reguladas para la cuenca del Magdalena - Cauca en las resoluciones 0127 de 1956, 025 de 1971 y la Resolución 0848 de 2008. Es importante aclarar que existe una cartilla con la normativa vigente para las tallas mínimas de captura en la cuenca Magdalena-Cauca la cual debe ser tenida en cuenta para el desarrollo de la actividad pesquera en el futuro embalse de Ituango (AUNAP 2013).



En cuanto a la señalización se recomienda demarcar las zonas de pesca tanto como permitidas como restringidas a fin de favorecer la actuación de los organismos de control en aras de proteger y favorecer el uso adecuado del nuevo recurso pesquero.

Por último, se recomienda que los pescadores artesanales sean moradores de la zona de influencia directa del futuro embalse de Ituango, los cuales deben estar debidamente carnetizados.

#### **4.6.1. RECOMENDACIONES A LA PESCA ARTESANAL DE SUBSISTENCIA**

No se recomienda la actividad de pesca artesanal de subsistencia en las zonas de exclusión por operación, destinadas al mantenimiento del embalse (zona de La Floresta – El Ciruelar) y en zonas estratégicas de operación como el área aledaña al muro de presa. De igual manera, no se recomienda realizar ninguna de las actividades de pesca en las zonas de confluencia de los tributarios con el embalse, ya que son áreas de importancia ecológica para el establecimiento de las poblaciones de peces.

Para llevar a cabo la actividad de pesca artesanal de subsistencia en el embalse del PHI, durante el periodo de estabilización íctica (4 años posteriores al inicio de la generación de energía), se recomienda condicionar parte de la actividad en aras de promover el buen establecimiento de las nuevas poblaciones ícticas y así favorecer una pesquería sostenible en el futuro.

A continuación, se describen algunos de los condicionantes a la actividad de pesca artesanal de subsistencia. Igualmente se recomienda realizar capacitación y control sobre el número de capturas por parte de los pescadores artesanales y de subsistencia, para dicho control se debe llevar a cabo seguimiento el número de pescadores o unidades de pesca, las tallas mínimas de captura, el tipo y cantidad de embarcaciones, periodos de veda esto tiene por fin, permitir el buen establecimiento del stock pesquero.

##### **4.6.1.1. *Aparejos de pesca recomendados***

La pesca continental en Colombia se basa en el aprovechamiento del recurso pesquero, en cuencas lacustres y fluviales e involucra un importante número de personas que obtienen proteína animal de primera calidad, contribuyendo de esta manera a la seguridad y soberanía alimentaria, debido a que gran parte de su producción se orienta al consumo nacional y al auto-consumo. En Colombia la pesca artesanal se realiza con embarcaciones pequeñas de limitada autonomía. Las operaciones de pesca se realizan de manera manual, involucrando un gran esfuerzo físico y poca eficiencia. Para llevar a cabo esta actividad se usan dispositivos como aparejos de pesca, que son redes o trampas (nasas) que se utilizan para la captura de peces u otros organismos acuáticos, las cuales en su mayoría son de carácter artesanal.

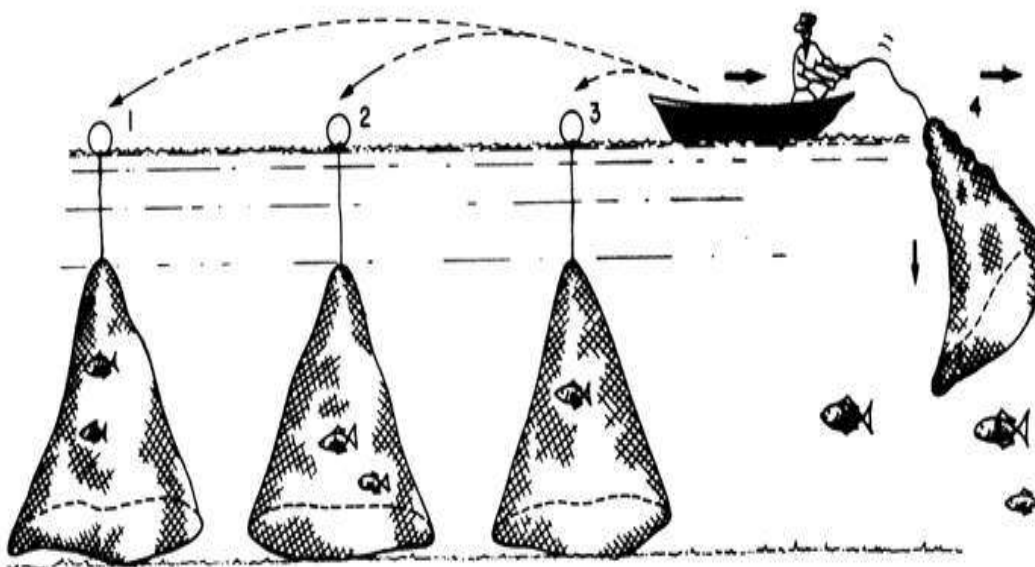
Para el momento en que se actualizó el POE en la zona de influencia directa del embalse del PHI, se utilizaban como aparejos de pesca atarrayas y cuerdas. El uso de estas artes es consecuente con las condiciones topográficas del terreno y la geomorfología del río Cauca en la zona del cañón, lo que presentaba dificultades para el uso de otras artes de pesca como el trasmallo, nasas, o chinchorras.

Como recomendación durante el periodo de estabilización íctica se sugiere el uso de las siguientes artes de pesca:

- Atarraya

Arte de pesca que se usa de manera activa, construida con hilo de nylon que puede ser mono o multi-filamento, tiene una forma cónica, la longitud de su manta alcanza máximo los cuatro metros o cinco varas, con un ojo de malla que va desde los 8 cm hasta los 10 cm y un peso que oscila entre las 12 a 20 libras (Figura 39).

**Figura 39. Esquema de uso de una atarraya**



Fuente: Castro (1985) citado por FAO s.f.

Este arte es operado por un solo hombre y en algunos casos la utilizan grupos de pescadores cuya maniobra se denomina corrales (Fotografía 46 y Fotografía 47). Este arte



de pesca es frecuentemente utilizado en los principales ríos y cuerpos de agua lagunares de Colombia (Iragorri et al., 2014).

**Fotografía 46. Pescadores con atarraya Bajo Cauca (Corregimiento Angelina)**



Fuente: Giovany Olaya B. Archivo personal, 2020.

**Fotografía 47. Pescador con Atarraya medio Cauca, Buriticá**

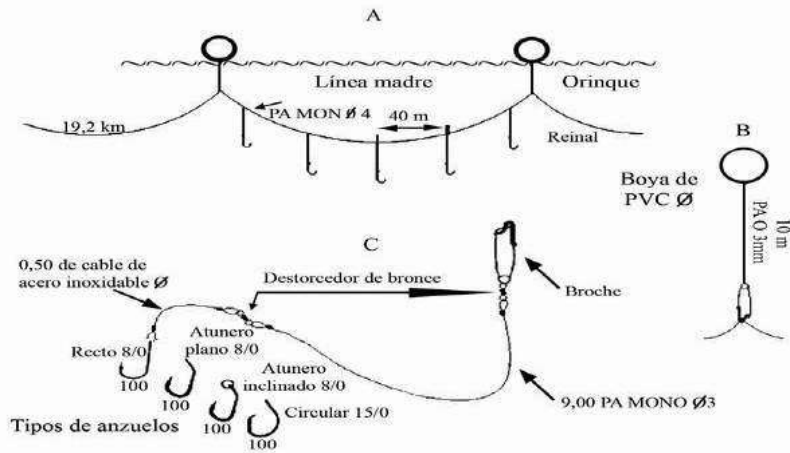


Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

- Calandria o línea de anzuelos

Es una línea madre o principal, la cual acostumbra a ser de Poliamida multifilamento, con una longitud variable, en la cual se anudan líneas secundarias o bajantes o reinales que pueden ser de mono o multifilamento, en las cuales a su vez se amarran los anzuelos. En Colombia se utilizan principalmente anzuelos kirby o Jota en un amplio rango de tamaños (No.6 – No. 14). Este arte de pesca está presente en casi todas las cuencas del país incluyendo la cuenca Magdalena-Cauca (Iragorri et al., 2014). Este tipo de arte suele usar carnada para atraer los peces, esta puede ser viva o muerta (Figura 40 y Fotografía 48).

**Figura 40. Esquema de una calandria o línea de anzuelos**



Fuente. Villaseñor, Magaña, Aguilar (2008).

#### Fotografía 48. Línea de anzuelos o Calandria, Río Man (Caucasia), Bajo Cauca



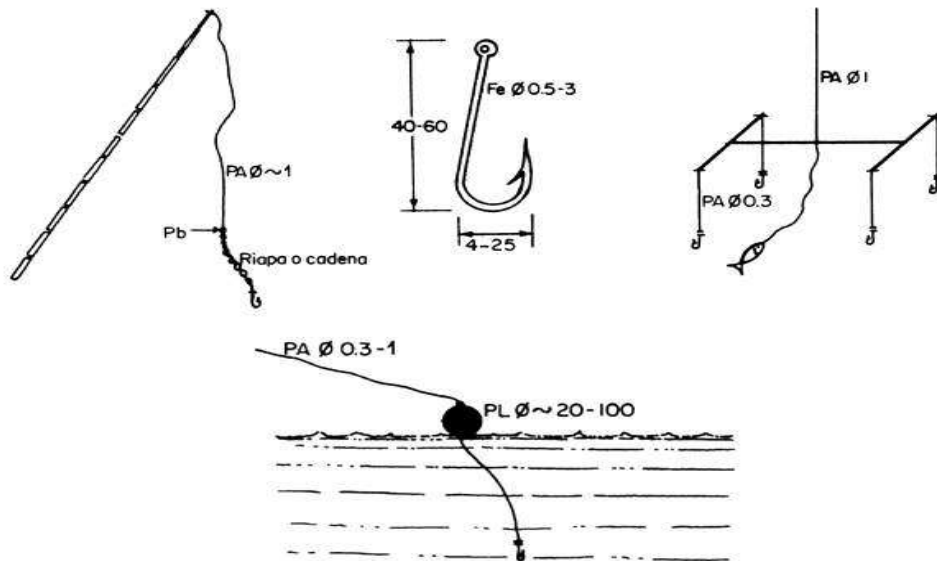
Fuente: Giovany Olaya B. Archivo personal, 2019.

- Caña de pescar o línea de mano

La caña de pescar consiste en una vara de madera o materiales compuestos, la cual se hace más fina hacia uno de sus extremos, de este se desprende un cordel o monofilamento de nylon, al cual en su punta más distal se le ubica un anzuelo el cual debe ser número 4 o 5, este tipo de arte de pesca se usa desde las orillas y emplea carnada que puede ser viva o muerta.

Línea de mano, es un arte de pesca que consiste en un cordel o nylon al cual se le fija un anzuelo en su extremo distal los cuales deben ser del número 4 o 5 y se usa carnada para atraer la presa (Figura 41).

Figura 41. Esquema de una caña de pescar o línea de mano



Fuente: FAO, s.f.

Actualmente en el embalse del PHI se viene realizando el uso de este arte de pesca en especial en la zona del embalse aledaña a la vereda Membrillal (Sabanalarga) y de la vereda el Sauce (Peque), donde los pescadores se desplazan desde el corregimiento para hacer parte del recurso, tanto de manera individual como en familia, actualmente las capturas en esta zona estas zonas y mediante este arte de pesca se concentran en la especie mojarra amarilla (*Caquetaia crassii*) (Fotografía 49 y Fotografía 50).

Fotografía 49. Pescador vereda Membrillal (Sabanalarga)





Fuente: Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

### Fotografía 50. Pesca vereda el Sauce (Peque)



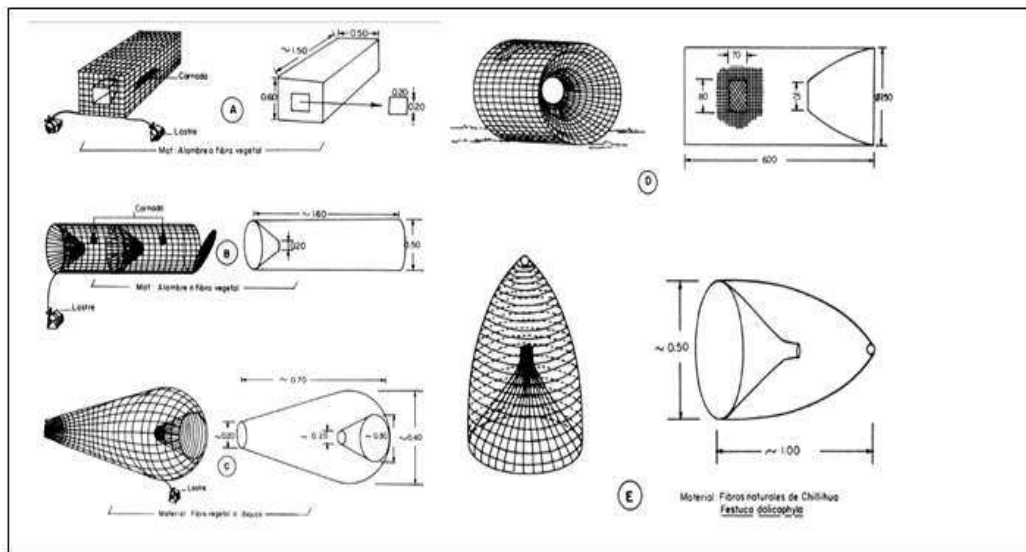
Fuente: Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

- Nasas



La nasa es un tipo de trampa de fondo la cual puede estar construida de diferentes materiales que van desde fibras naturales, mallas de tela o de metal, el ojo de la malla debe ser superior a los 3 cm. Consiste en un cilindro o rectángulo al cual se le deja una boca cónica separada de las paredes laterales, esta sirve para permitir el ingreso de los peces, pero evita su salida. En esta es común utilizar sebos en descomposición (Figura 42).

**Figura 42. Esquema de diferentes tipos de nasas**

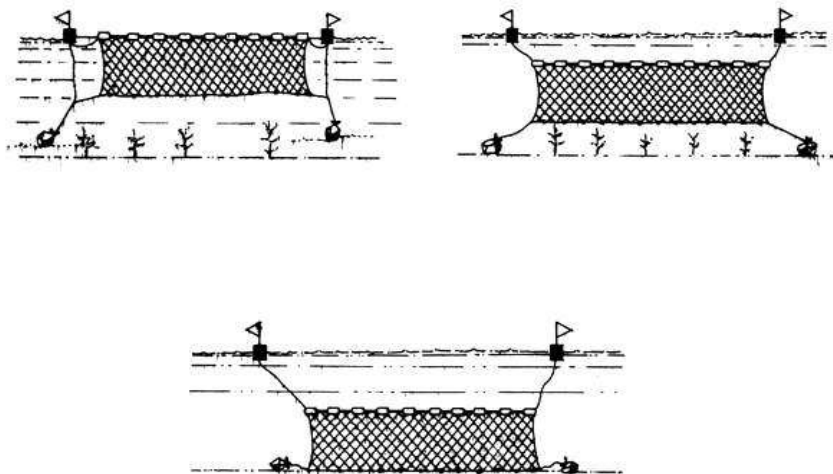


Fuente: FAO, s.f.

- Trasmallo

Es una red de enmalle, el principio de captura se realiza en forma pasiva. Este arte de pesca también se conoce como manta (Figura 43). Se construye de nylon monofilamento y puede ser usado a diferentes profundidades de acuerdo a la forma como se ubique en el cuerpo de agua, en el caso particular del embalse del PIH se recomienda que este arte de pesca se use totalmente sumergido a profundidades no inferiores a los dos metros, esto a fin de no generar interferencia con la navegación de carga y pasajeros que se da constantemente en el embalse y evitar el daño mecánico o pérdida del arte de pesca por causa del buchón de agua, de igual manera no se recomienda el uso de esta arte de pesca en ninguna de las desembocaduras de tributarios a embalse, esta medida busca proteger sitios estratégicos para el desarrollo de los peces.

**Figura 43. Esquema de trasmallos y sus diferentes formas de uso**



Fuente: FAO, s.f.

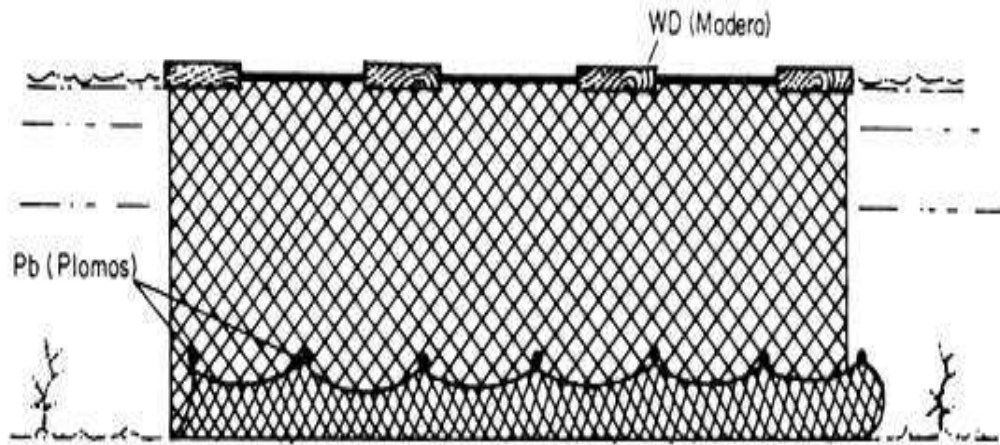
#### 4.6.1.2. *Aparejos de pesca no recomendadas*

En lo concerniente a las siguientes artes de pesca, no se recomienda su uso durante el periodo de estabilización íctica y geológica, debido al alto impacto negativo que generan sobre el stock pesquero, el **no** uso de estas artes de pesca permite el establecimiento adecuado de las nuevas poblaciones de peces.

- Trasmallo liso o deslizado

Es un tipo de red de enmalle estacionario el cual está construido con un hilo multifilamento no entorchado el cual aumenta la eficacia del arte de pesca (Figura 44).

**Figura 44. Esquema del arte de pesca con trasmallo liso o deslizado**

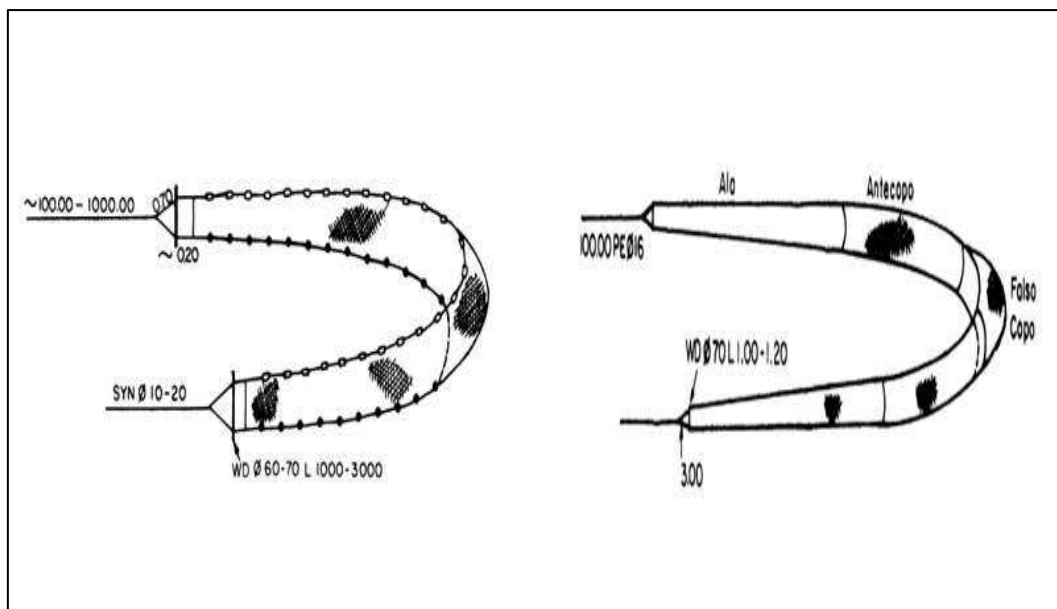


Fuente: FAO, s.f.

#### 4.6.1.3. Chinchorros y Chinchorras

Son redes de tiro que opera haciendo una especie de semi-cerco con un posterior arrastre hasta la orilla. Se caracteriza porque en su estructura tienen o no un copo o bolso definido (Figura 45).

Figura 45. Esquema de Chinchorros y Chinchorras



Fuente: FAO, s.f.

- Redes de arrastre

Están compuestas por cuatro o más paneles, los cuales son cerrados por uno o dos copos y con alas laterales que se extienden hacia adelante desde la apertura. La red se mantiene abierta por las compuertas de arrastre. Esta es arrastrada por una embarcación (Figura 46).

De igual manera, no se recomienda la práctica de métodos de pesca que perturben el recurso pesquero como las tapadas en las bocas de las quebradas y el zangarreo.

No se recomienda el uso del arpón neumático o de presión debido a que el agua del embalse no es apta para el contacto primario y secundario.

Además, no se recomienda el uso de técnicas de pesca como el Barbasqueo o el Zangarreo, que consisten en el uso de barbasco, o remover los lodos ubicados en el fondo de los cuerpos de agua a fin de retirar el oxígeno de esta y facilitar la captura de los peces.

**Figura 46. Esquema de redes de arrastre**



Fuente: Fuengirola, s.f.

#### **4.6.2. MODALIDADES DE PESCA DEPORTIVA RECOMENDADAS**

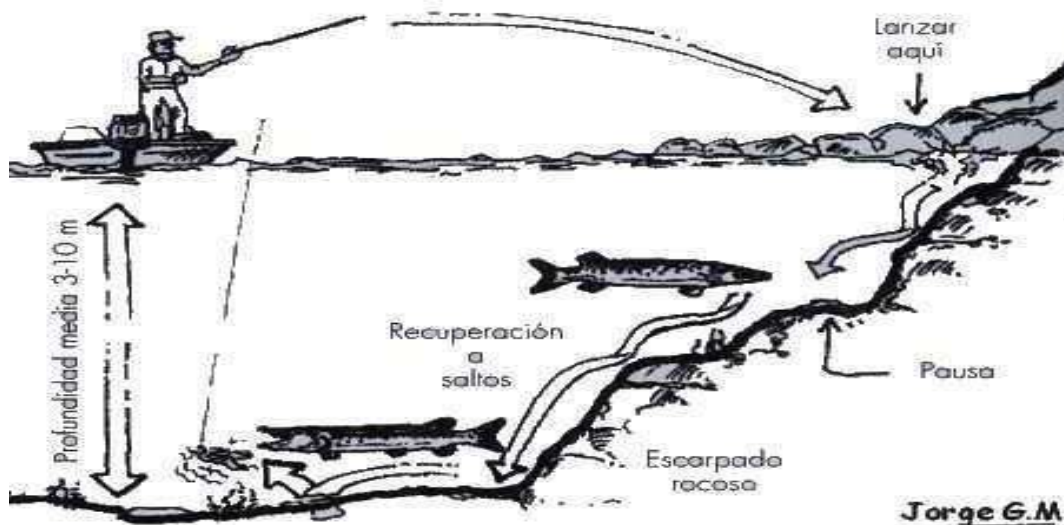
En cuerpos de agua lénticos, en especial en los embalses, se presentan distintas modalidades de pesca deportiva orientadas a la captura de los ejemplares y optimizando la sensación de lucha con los peces, algunas de estas artes son:



#### 4.6.2.1. El Spinning

Es una modalidad de pesca deportiva que consiste básicamente en el lance y recogida de señuelos artificiales por arrastre de regreso, a diferentes velocidades y profundidades, para provocar la picada del pez. En esta técnica se trata de engañar al pez depredador con un cebo artificial para que piense que se trata de comida fresca (Alcollarin, 2012) (Figura 47)

Figura 47. Esquema del spinning en pesca deportiva

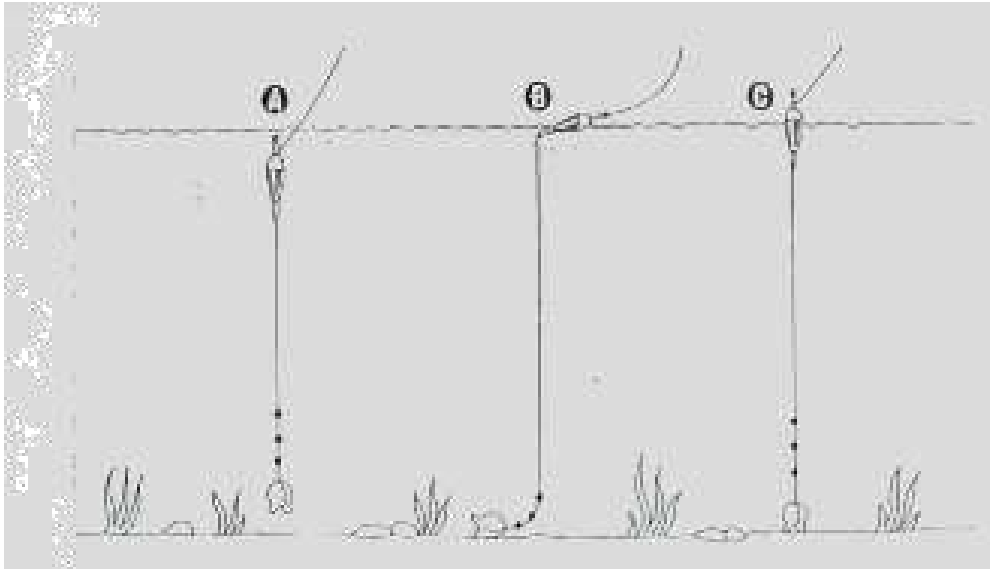


Fuente.Comocriar, s.f.

#### 4.6.2.2. El flote

Es una modalidad de pesca que consiste en usar boyas o veletas, donde éstas marcan el pique. Es una de las modalidades más usadas por su bajo coste, aunque hay boyas o flotadores de todo tipo y precio (Alcollarin, 2012) (Figura 48).

Figura 48. Esquema del Flote en pesca deportiva

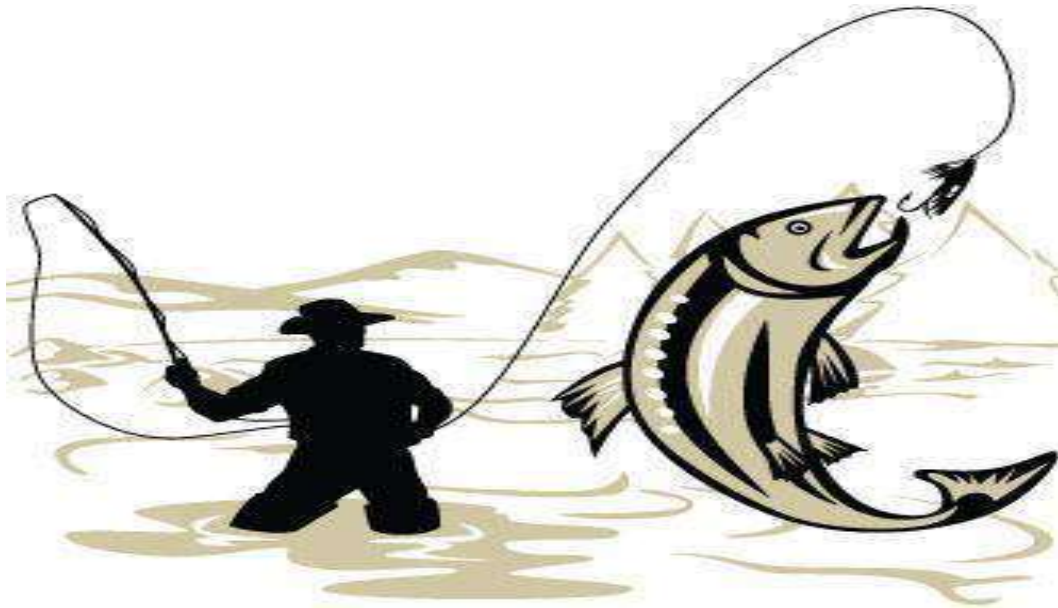


Fuente. Club Deportivo de Pesca "GUADALENTIN", s.f.

#### 4.6.2.3. *El flycast*

Es una modalidad de pesca deportiva que consiste en pescar con mosca. La técnica general es proyectar el señuelo con un movimiento de la caña, que es transmitido al sedal o línea a forma de látigo. El lanzamiento se basa principalmente en el tipo de sedal o línea y no en la mosca. Básicamente se pretende atraer al pez con un señuelo que imita, en este caso, a ninfas, pupas o insectos ahogados o secos, de una manera muy natural y delicada (Alcollarin, 2012) (Figura 49).

**Figura 49. Esquema de pesca con mosca o flycast**



Fuente. Vectorizados, s.f.

#### **4.6.2.4. El baitcast**

Es una modalidad de pesca relativamente nueva y muy similar al spinning. Aparentemente, lo que cambia es el objetivo: mejorar la precisión en el lance y la rapidez de todo el proceso de pesca respecto al spinning. Con base en este objetivo, se desarrollaron los equipos de bait (Alcollarin, 2012).

No se recomienda la actividad de pesca deportiva en las zonas de exclusión por operación, destinadas al mantenimiento del embalse (Zona de la floresta Ciruelar) y zonas estratégicas de operación como al área aledaña al muro de presa.

### **4.6.3. RECOMENDACIONES A LAS EMBARCACIONES**

Antes del llenado del embalse del PHI la pesca artesanal de subsistencia no se realizaba desde embarcaciones, debido principalmente a la baja densidad de las capturas, la presencia de raudales y, en general, la topografía de la cuenca en este tramo, que dificultan tanto el acceso con embarcaciones al canal como la navegación en el río.

El embalse cambió esta condición y posibilitó el uso de embarcaciones para la pesca artesanal de subsistencia, estas deben estar reglamentadas de acuerdo con lo determinado por el ministerio de transporte (Ley 1242 de 2008).

En lo referente al uso de embarcaciones para la pesca no se recomienda en horas de la noche debido a los riesgos que esto conlleva. De igual manera, no es recomendado permitir

la pesca artesanal de subsistencia en las zonas aledañas al muro de presa y túneles de desvío, ni en la zona de exclusión utilizada para el retiro de material vegetal flotante.

#### **4.6.4. RECOMENDACIONES A LA PESCA RECREATIVA**

En cuanto a la pesca recreativa no se recomienda realizar la actividad por fuera de las zonas estipuladas para esta actividad, las cuales están asociadas a las zonas turísticas y núcleos de actividad. Es importante reconocer que esta actividad, al realizarse desde las orillas del embalse, tiene un riesgo asociado a la oscilación del nivel de este, por ende, los taludes del embalse pueden presentar riesgos de desmoronamiento o deslizamiento que puede poner en riesgo la vida humana.

### **4.7. PERFILES DE PROYECTO**

Este capítulo corresponde a la propuesta de perfiles de proyectos considerados para fomentar el desarrollo de algunas actividades en el Embalse del PHI. La propuesta fue desarrollada a partir de los resultados del modelo de capacidad de acogida que definió los usos más aptos para establecerse en espejo de agua y en el territorio a su alrededor en el estudio “Evaluación de los usos potenciales, compatibles y complementarios del futuro Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango (PHI) en su zona de protección y propuesta para su ordenamiento y manejo sostenible” (UNAL y EPM, 2017). Así, la propuesta se centra en la restitución y mejoramiento de condiciones económicas y de conectividad en las territoriales definidas en el marco lógico del Plan de Ordenamiento del Embalse POE (2017) para los 9 municipios y 27 veredas incluidas en este ejercicio.

#### **4.7.1. PERFIL DE PROYECTO PARA PESCA ARTESANAL Y DE SUBSISTENCIA**

Para el caso específico este perfil, se concentra en la propuesta en la restitución y mejoramiento de condiciones económicas y de conectividad, con énfasis en la pesca artesanal de subsistencia como una de las actividades posibles a desarrollar con el Embalse en operación. De igual forma, la propuesta de estos perfiles de proyectos se realiza con base en los elementos aportantes del informe “Resultados Pesca-Pesca artesanal de subsistencia”, donde se especifica con mayor claridad la actividad para el Embalse en operación, su alcance e impactos.

El objetivo principal de estos perfiles de proyectos es que la pesca artesanal de subsistencia sea una alternativa de desarrollo en un futuro, sin embargo, es importante aclarar que no constituye el proyecto en sí, por lo que su información si bien, aporta elementos de base



para su construcción, requiere de su formulación completa para la identificación del alcance de cada proyecto, sus posibles beneficiarios, impactos y costo de ejecución.

#### **4.7.1.1. Descripción problema o necesidad**

La pesca artesanal de subsistencia está definida como la actividad extractiva que realizan pescadores en forma individual u organizada, en empresas, cooperativas u otras asociaciones, con su trabajo personal independiente, con aparejos propios de una actividad productiva de pequeña escala y mediante sistemas, artes y métodos menores de pesca. (Decreto 2256, Artículo 12-2.4.1) y se considera pescador a toda persona que habitualmente se dedique a la extracción de recursos pesqueros, cualesquiera sean los métodos lícitos empleados para tal fin. En consecuencia, la pesca artesanal de subsistencia es una actividad que en muchas ocasiones se realiza de una manera precaria debido a que las comunidades destinan principalmente las capturas para el autoconsumo, por lo tanto, no se cuenta con centros de acopio y vías de acceso que faciliten el comercio y la movilización hacia los principales centros urbanos, limitando las posibilidades de desarrollo de quienes ejercen esta actividad.

#### **4.7.1.2. Justificación**

Esta propuesta considera un análisis territorial fundamentado en las restricciones ambientales y operativas inherentes al uso principal, que corresponde a la generación de energía y a las acciones para la protección del recurso hídrico. De igual forma, se pretende la priorización de unas propuestas de proyectos, para llevar a cabo de manera ordenada las actividades posibles, en los sitios adecuados, y con la logística e infraestructura apropiadas.

En el área de influencia directa al Embalse existen 7.890 habitantes aproximadamente (Integral, 2009). Estas comunidades han estado marginadas, por su condición de aislamiento, en especial para el fomento de actividades económicas que se venían desarrollando antes de la construcción y operación del Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango. Asimismo, no se ha logrado desde las organizaciones locales y regionales alcanzar una fuerte organización y legitimidad al interior de las comunidades campesinas debido a la falta interés y consenso por parte de los pobladores.

Ahora bien, con la entrada en operación del Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango, la presencia de especies ícticas tanto de origen nativo como nacionalizadas y domesticadas (la mojarra (*Caquetaia Kraussii*), tilapia (*Oreochromis niloticus*), entre otras, podría fomentar la promoción de la pesca artesanal de subsistencia, permitiendo que pueda ser explotado por pobladores aledaños al Embalse.

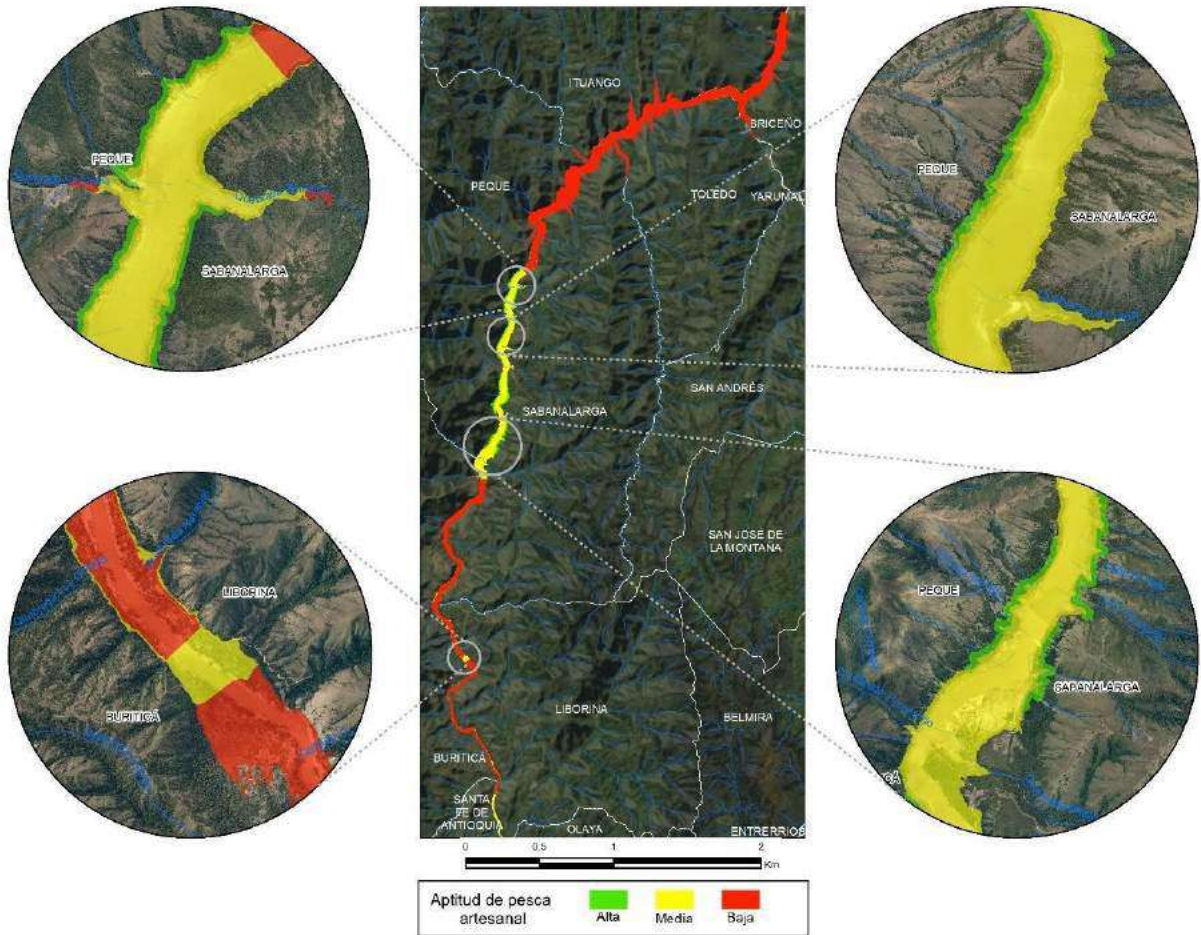
La extensión del cuerpo de agua y la disponibilidad de zonas aptas para la realización de la pesca artesanal de subsistencia generará oportunidades para fomentar la seguridad

alimentaria de las familias aledañas al Embalse, familias en condiciones socioeconómicas precarias.

#### **4.7.1.3. Ubicación geográfica**

Como se mencionó anteriormente, en el Embalse es posible realizar la pesca artesanal de subsistencia en la mayor parte del territorio aledaño a éste (Figura 50). Sin embargo, es importante anotar que algunas veredas aledañas requieren de estudios adicionales para asegurar su extracción.

**Figura 50. Zonas con capacidad para el desarrollo de la actividad de pesca artesanal**



Fuente: Elaboración propia, proyecto UNAL-EPM (2020).

Como se puede observar en el detalle de la Figura 50, en los círculos se señala las veredas aledañas a Sabanalarga cuya parte del embalse cuenta con una capacidad alta, media y baja para el desarrollo de la actividad. Lo anterior implica que, en las áreas marcadas con color amarillo, de aptitud media, si bien es posible realizar la actividad, se requiere de un estudio técnico económico para tomar medidas que aumenten su capacidad. Respecto a las áreas de color verde por su parte, no cuentan con restricción alguna, por lo que es posible que la actividad pueda realizarse.

De acuerdo con esta información, la población beneficiada estará ubicada primordialmente en las veredas que se presentan en la Tabla 43, de acuerdo con la capacidad del territorio.

**Tabla 43. Veredas con capacidad alta media y baja para el desarrollo de la pesca artesanal de subsistencia**

Capacidad	Veredas*	Observaciones
Alta	Renegado-Valle, Barbacoas, Remartín, Membrillal, Buena Vista	No tienen restricción
Media	Los Galgos, La Cascarela, La Honda, Orobajo, Renegado-Valle, Remartín, Bocas de Niquia, Membrillal, Barbacoas, La Fragua, San Cristóbal-Pená, Buena Vista, El Junco, Carauquia, La Sucia, La Angelina, La Sucia, Cativo, Llano Grande, El Tunal.	Se requieren estudios adicionales para el desarrollo de la actividad
Baja	Los Galgos, La Calera, La Aurora, Nueva Llanada, Renegado-Valle, Orejón, Alto de Chirí, Remartín, La Bastilla, Brugo, La Cascarela, Cortaderal, Orobajo, La Honda, Membrillal, Barbacoas, Remartín, Buena Vista, El Junco, Carauquia, La Fragua, San Cristóbal-Pená, La Sucia, Cativo, Mogotes, La Angelina, Llano Grande.	Se requieren estudios adicionales para el desarrollo de la actividad

\*Nota: Algunas veredas pueden ubicarse en la categoría de capacidad Alta, media y baja ya que depende de las características del territorio que puede ser mejores en unas partes, más que en otras, aunque se encuentren en la misma vereda.

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

#### 4.7.1.4. Indicadores de producto

Con base en la información presentada relativa a la ubicación geográfica para la ejecución de los perfiles de proyectos de pesca artesanal de subsistencia, la población objetivo de éstos, será la sumatoria de la población ubicada en las veredas cuya capacidad en el territorio dio como resultado, media y alta.

Adicionalmente, se recomienda que se encuentre en edad de trabajar (PET), ya que es el segmento de población que podría realizar la actividad de manera adecuada. Para el sector rural, la PET está constituida por las personas a partir de los 10 años, por lo tanto, la población objetivo para el desarrollo de los perfiles de proyectos son 3.061 personas habitantes de las veredas aledañas al embalse (Tabla 43).

Vale la pena aclarar que, dado que esta propuesta presenta perfiles de proyectos, en el momento en que se pretendan ejecutar dichos proyectos, se recomienda realizar una primera fase de identificación de personas que requieran incorporarse a éstos. Desde el POE se propone dar prioridad a la población local cercana a los territorios aptos para el desarrollo de la actividad sin restricción alguna.

**Tabla 44. Población potencialmente beneficiaria para el desarrollo de perfiles de proyectos de pesca artesanal de subsistencia**



Municipio	Veredas	Población	PET
Briceño	Alto de Chirí	162	101
	La Calera	171	106
	Orejón	111	69
Buriticá	Buenavista	64	38
	Carauquia	111	65
	La Angelina	167	99
	La Fragua	286	169
	Mogotes	115	68
Ituango	Cortaderal	74	43
	La Honda	178	102
	Los Galgos-Mote	232	133
Liborina	La Sucia (La Honda)	407	242
Peque	Barbacoas	108	63
	La Bastilla	61	35
	Nueva Llanada	198	115
	Renegado Valle	227	132
Sabanalarga	El Junco	696	418
	Bocas de Niquia	289	173
	Membrillal	449	269
	Orobajo	92	55
	Remartín	203	122
	San Cristóbal Pená	363	218
Santa Fe de Antioquia	Cativo	363	217
	El Tunal	112	67
Toledo	Brugo	142	80
	La Cascarela	64	36
TOTAL			3.061

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020), con base en datos de Integral, 2011.

#### 4.7.1.5. Tiempo de ejecución

De acuerdo con el periodo de estabilización componente íctico, para que la ejecución de estos proyectos pueda llevarse a cabo, se requiere tener cuenta dos aspectos muy importantes como son:

- Periodo de estabilización del componente en el embalse y,
- Consolidación y puesta en marcha del plan de ordenamiento pesquero para el Embalse

Respecto al primer punto, debido a que la estabilización de un Embalse desde la parte íctica es de una amplia complejidad, es posible que el tiempo requerido para la estabilización del embalse este cercana a los cuatro años. En consecuencia, durante los años requeridos para la estabilización del Embalse, se recomienda restringir la actividad a pesca artesanal de subsistencia.

Respecto al segundo punto, un plan de ordenamiento pesquero es necesario para ordenar las actividades, de tal forma que se pueda garantizar la sostenibilidad del recurso.

#### **4.7.1.6. Síntesis de los perfiles de proyecto para pesca artesanal de subsistencia**

Para la pesca artesanal de subsistencia se proponen tres perfiles de proyectos: Fomento a las buenas prácticas pesqueras para el fortalecimiento de la pesca artesanal de subsistencia en el embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango (Tabla 45), Construcción de tres sedes para los pescadores artesanales y centros de acopio de pesca (Tabla 46) y Formación y capacitación en la construcción y manejo de artes de pesca (Tabla 47).

**Tabla 45. Fomento a las buenas prácticas pesqueras para el fortalecimiento de la pesca artesanal de subsistencia en el Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango**

<b>FICHA DE PROYECTOS</b>		
<b>Programa</b>	Pesca artesanal de subsistencia	
<b>Nombre de proyecto</b>	Fomento a las buenas prácticas pesqueras para el fortalecimiento de la pesca artesanal de subsistencia en el Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango.	
<b>Objetivo</b>	Mejorar las condiciones de seguridad alimentaria de los pobladores aledaños al Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango, mediante la promoción y fortalecimiento de la pesca artesanal con fines de subsistencia. Mejorar las condiciones de soberanía alimentaria de las familias aledañas al Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango por medio de la realización de la actividad pesquera artesanal con fines de subsistencia.	
<b>De scr ip ción</b>	<b>Antecedentes</b>	Al ser los moradores del territorio personas que usaban el recurso pesquero de un río, desconocen el uso adecuado de algunas artes de pesca, las cuales son más efectivas bajo las nuevas condiciones de embalsamiento.
	<b>Descripción del problema</b>	La zona cuenta con una vocación económica agrícola y minera, mientras que la pesca es una actividad muy ocasional, lo que

		incide en el desconocimiento de su explotación sostenible y sus oportunidades para el mejoramiento de su seguridad alimentaria y una potencial actividad económica.
	<b>Justificación</b>	En términos económicos, la pesca impulsa un gran número de actividades auxiliares, tales como, la construcción de embarcaciones o la reparación y mantenimiento de motores. Todas ellas brindan oportunidades adicionales de ingresos y empleo relacionadas con la pesca, que suelen estar ubicadas cerca de los puertos o puntos de desembarque.
	<b>Actividades por realizar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Reconocer los saberes que tienen las comunidades sobre la pesca</li> <li>● Suscribir acuerdos consensuados para la conservación y manejo sostenible del recurso pesquero</li> <li>● Dotación de artes pesca para la explotación sostenible del recurso</li> <li>● Fortalecer el componente pesquero y de seguridad alimentaria a las familias del área de influencia del Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango.</li> <li>● Fortalecer el proceso organizativo para la participación de las comunidades.</li> <li>● Fortalecer la presencia interinstitucional</li> <li>● Apoyar el desarrollo de procesos de comunicación</li> </ul>
<b>Datos del proyecto</b>	<b>Ubicación</b>	Zona de influencia directa del PHI
	<b>Costo aprox.</b>	700'000.000
	<b>Duración aprox.</b>	12 meses
	<b>Beneficiarios</b>	Habitantes de las veredas aledañas al Embalse del PHI pertenecientes a los municipios de Briceño, Ituango, Liborina, Sabanalarga, Santa Fe de Antioquia, Toledo, Peque y Buriticá

<b>Entidades responsables</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Juntas de acción comunal y demás asociaciones comunitarias del territorio</li> <li>● Grupos de mujeres</li> <li>● Pescadores artesanales</li> <li>● Empresas Públicas de Medellín EPM</li> <li>● Alcaldías municipales</li> <li>● Gobernación de Antioquia</li> <li>● Corporaciones Autónomas Regionales</li> <li>● Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP)</li> <li>● Instituciones y administrativas académicas estatales nacionales y departamentales (Servicio Nacional de Aprendizaje SENA y Cámara de Comercio)</li> </ul>
<b>Aportes de la comunidad</b>	Un conglomerado de pescadores sólido y respetuoso con el recurso pesquero y el ambiente.
<b>Metas físicas (verificables)</b>	Numero de pescadores artesanales formados en buenas prácticas pesqueras y el uso de nuevas artes de pesca

<b>Observaciones</b>
Este proyecto es de vital importancia para garantizar el buen uso del nuevo recurso pesquero y hacerlo sostenible en el tiempo, a fin de garantizar la sostenibilidad alimentaria de las poblaciones ribereñas

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

**Tabla 46. Construcción de sedes de asociaciones de pescadores para el fortalecimiento de la pesca artesanal de subsistencia en el Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango**

FICHA DE PROYECTOS		
<b>Programa</b>	Pesca artesanal de subsistencia	
<b>Nombre de proyecto</b>	Tres sedes de pescadores artesanales y centros de acopio de pesca. (el valle de Toledo, Sabanalarga, La Angelina)	
<b>Objetivo</b>	Mejorar las condiciones de locativas de operación y manejo del producto pesquero	
<b>D e s c r i p c i ó n</b>	<b>Antecedentes</b>	No se cuenta con infraestructura locativa que permita el acopio de manera adecuada del recurso pesquero.
	<b>Descripción del problema</b>	La zona cuenta con una vocación económica agrícola y minera, mientras que la pesca es una actividad muy ocasional, lo que incide en el desconocimiento de su explotación sostenible y sus oportunidades para el mejoramiento de su seguridad alimentaria y una potencial actividad económica.
	<b>Justificación</b>	En términos económicos, la pesca impulsa un gran número de actividades auxiliares, tales como la fabricación de redes, la construcción de embarcaciones o la reparación y mantenimiento de motores. Todas ellas brindan oportunidades adicionales de ingresos y empleo relacionadas con la pesca, que suelen estar ubicadas cerca de los puertos o puntos de desembarque.
	<b>Actividades por realizar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Dotación de artes pesca para la explotación sostenible del recurso</li> <li>● Fortalecer el componente pesquero y de seguridad alimentaria a las familias del área de influencia del Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango.</li> <li>● Fortalecer el proceso organizativo para la participación de las comunidades.</li> <li>● Fortalecer la presencia interinstitucional</li> <li>● Apoyar el desarrollo de procesos de comunicación</li> </ul>
	<b>Datos del proyecto</b>	<b>Ubicación</b>

	<b>Costo aprox.</b>	540'000.000
	<b>Duración aprox.</b>	12 meses
	<b>Beneficiarios</b>	Habitantes de las veredas aledañas al Embalse del PHI pertenecientes a los municipios de Briceño, Ituango, Liborina, Sabanalarga, Santa Fe de Antioquia, Toledo, Peque y Buriticá

<b>Entidades responsables</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Juntas de acción comunal y demás asociaciones comunitarias del territorio</li> <li>• Grupos de mujeres</li> <li>• Asociaciones de pescadores artesanales</li> <li>• Empresas Públicas de Medellín EPM</li> <li>• Alcaldías municipales</li> <li>• Gobernación de Antioquia</li> <li>• Corporaciones Autónomas Regionales</li> <li>• Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP)</li> <li>• Instituciones y administrativas académicas estatales nacionales y departamentales (Servicio Nacional de Aprendizaje SENA y Cámara de Comercio)</li> </ul>
<b>Aportes de la comunidad</b>	Un conglomerado de pescadores sólido y respetuoso con el recurso pesquero y el ambiente.
<b>Metas físicas (verificables)</b>	Numero de pescadores artesanales formados en buenas prácticas pesqueras y el uso de nuevas artes de pesca

<b>Observaciones</b>
Este proyecto es de vital importancia para garantizar el buen uso del nuevo recurso pesquero y hacerlo sostenible en el tiempo, a fin de garantizar la sostenibilidad alimentaria de las poblaciones ribereñas. <b>Este perfil de proyecto no debe ser propuesto hasta pasado el periodo de estabilización íctica</b>

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

**Tabla 47. Formación y capacitación de las comunidades en la construcción y manejo de artes de pesca para el fortalecimiento de la pesca artesanal de subsistencia en el Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango**

<b>FICHA DE PROYECTOS</b>
---------------------------



<b>Programa</b>		Pesca artesanal de subsistencia	
<b>Nombre de proyecto</b>		Formación y capacitación en la construcción y manejo de artes de pesca	
<b>Objetivo</b>		Mejorar las condiciones de seguridad alimentaria de los pobladores aledaños al Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango, mediante la promoción y fortalecimiento de la pesca artesanal con fines de subsistencia. Formar en el uso de las artes de pesca con acompañamiento técnico y social, que generen sostenibilidad en la explotación del recurso pesquero.	
<b>D e s c r i p c i ó n</b>	<b>Antecedentes</b>	Al ser los moradores del territorio personas que usaban el recurso pesquero de un río, desconocen el uso adecuado de algunas artes de pesca, las cuales son más efectivas bajo las nuevas condiciones de embalsamiento.	
	<b>Descripción del problema</b>	La zona cuenta con una vocación económica agrícola y minera, mientras que la pesca es una actividad muy ocasional, lo que incide en el desconocimiento de su explotación sostenible y sus oportunidades para el mejoramiento de su seguridad alimentaria y una potencial actividad económica.	
	<b>Justificación</b>	En términos económicos, la pesca impulsa un gran número de actividades auxiliares, tales como la fabricación de redes, la construcción de embarcaciones o la reparación y mantenimiento de motores. Todas ellas brindan oportunidades adicionales de ingresos y empleo relacionadas con la pesca, que suelen estar ubicadas cerca de los puertos o puntos de desembarque.	
	<b>Actividades por realizar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Reconocer los saberes que tienen las comunidades sobre la pesca</li> <li>● Suscribir acuerdos consensuados para la conservación y manejo sostenible del recurso pesquero</li> <li>● Dotación de artes pesca para la explotación sostenible del recurso</li> <li>● Fortalecer el componente pesquero y de seguridad alimentaria a las familias del área de influencia del Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango.</li> <li>● Fortalecer el proceso organizativo para la participación de las comunidades.</li> <li>● Fortalecer la presencia interinstitucional</li> <li>● Apoyar el desarrollo de procesos de comunicación</li> </ul>	
	<b>Datos del proyecto</b>	<b>Ubicación</b>	Zona de influencia directa del PHI
		<b>Costo aprox.</b>	200'000.000
<b>Duración aprox.</b>		12 meses	

	<b>Beneficiarios</b>	Habitantes de las veredas aledañas al Embalse del PHI pertenecientes a los municipios de Briceño, Ituango, Liborina, Sabanalarga, Santa Fe de Antioquia, Toledo, Peque y Buriticá
--	----------------------	---

<b>Entidades responsables</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Juntas de acción comunal y demás asociaciones comunitarias del territorio</li> <li>● Grupos de mujeres</li> <li>● Pescadores artesanales</li> <li>● Empresas Públicas de Medellín EPM</li> <li>● Alcaldías municipales</li> <li>● Gobernación de Antioquia</li> <li>● Corporaciones Autónomas Regionales</li> <li>● Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP)</li> <li>● Instituciones y administrativas académicas estatales nacionales y departamentales (Servicio Nacional de Aprendizaje SENA y Cámara de Comercio)</li> </ul>
<b>Aportes de la comunidad</b>	Un conglomerado de pescadores sólido y respetuoso con el recurso pesquero y el ambiente.
<b>Metas físicas (verificables)</b>	Numero de pescadores artesanales formados en buenas prácticas pesqueras y el uso de nuevas artes de pesca

<b>Observaciones</b>
Este proyecto es de vital importancia para garantizar el buen uso del nuevo recurso pesquero y hacerlo sostenible en el tiempo, a fin de garantizar la sostenibilidad alimentaria de las poblaciones ribereñas. <b>Este perfil de proyecto no debe ser propuesto hasta pasado el periodo de estabilización íctica</b>

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

#### 4.7.2. PERFIL DE PROYECTO PARA PESCA DEPORTIVA

La pesca deportiva no existe como tal en el embalse del PHI, en especial porque antes del llenado del embalse la topografía propia de la cuenca del río Cauca y la situación de orden público en el territorio limitaban el acceso de pescadores a la zona. Actualmente el embalse ha generado un nuevo paisaje que aún no ha sido utilizado para tal fin, pero es posible que esa condición cambie con el tiempo a medida que se comience a utilizar este nuevo elemento territorial en función de las actividades relacionadas con la pesca. Previendo tal situación se propone el siguiente perfil de proyecto: Promoción de la pesca deportiva en el Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango para la restitución de las condiciones económicas y de conectividad de las poblaciones aledañas al Embalse.

#### **4.7.2.1. Descripción problema o necesidad**

De acuerdo con los resultados obtenidos en el informe de la Lectura del Contexto Regional, es posible concluir que la zona correspondiente al futuro Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango, carece de actividades turísticas, y más específicamente de actividades relacionadas con la pesca. Esto genera no solo una ausencia de espacio para la diversión y el esparcimiento para los pobladores de la región como para turistas a nivel departamental y nacional, sino también, la pérdida de oportunidades económicas que podría traer consigo las posibilidades de incorporar el turismo como una actividad adicional que genere ingresos para la población.

Para el caso específico de las oportunidades de promoción de la pesca deportiva para turistas potenciales en el área metropolitana del Valle de Aburrá, se convierte en una oportunidad de esparcimiento y disfrute de actividades turísticas adicionales con las que la región actualmente no cuenta.

#### **4.7.2.2. Justificación**

La propuesta de perfiles de proyectos hace parte de los resultados arrojados por el modelo de Capacidad de Acogida aplicado en el POE (2017).

Esta propuesta considera un análisis territorial fundamentado en las restricciones ambientales y operativas inherentes al uso principal, que corresponde a la generación de energía y a las acciones para la protección del recurso hídrico. De igual forma, se pretende la priorización de unas propuestas de proyectos, para llevar a cabo de manera ordenada las actividades posibles, en los sitios adecuados, y con la logística e infraestructura apropiadas.

Con la entrada en operación del Embalse del PHI, la presencia de especies ícticas de interés para la pesca deportiva podría fomentar la presencia de personas, clubes y organizaciones dedicadas a esta actividad para la realización de esta actividad.

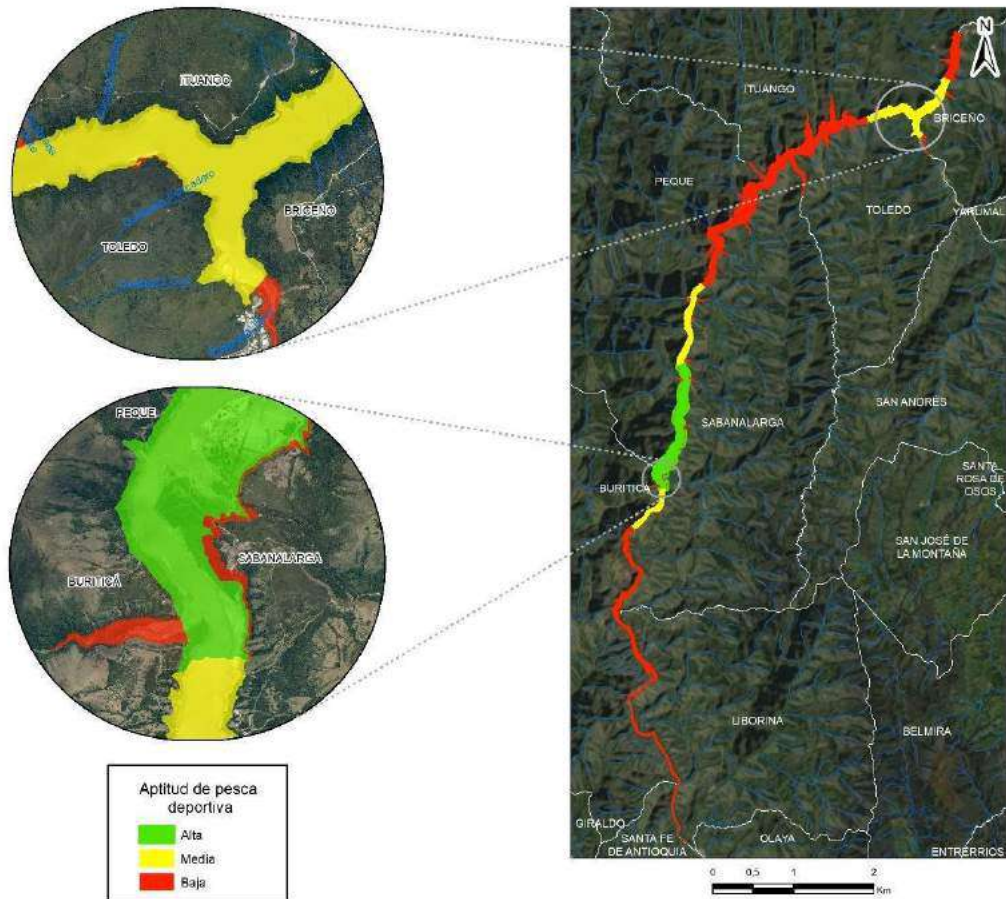
La extensión del cuerpo de agua y la disponibilidad de zonas aptas para la realización de la pesca deportiva generará oportunidades para fomentar la incorporación de una nueva actividad económica, donde los pobladores de la zona podrían convertirse en guías especializados para esta actividad. Por lo tanto, este perfil de proyecto es una oportunidad, no solo para fomentarla, sino también la posibilidad de incorporar el turismo en la zona y restituir las condiciones económicas de la población.

#### **4.7.2.3. Ubicación geográfica**

De acuerdo con la Figura 51, en el Embalse es posible realizar la pesca deportiva en las zonas cuya aptitud haya dado como resultado alta y media. Estos tramos se ubican en las

veredas aledañas al río, correspondiente a los municipios de Liborina, Buriticá, Sabanalarga, Peque, Briceño y Toledo. Por lo tanto, se recomienda concentrar la actividad en los sectores señalados.

**Figura 51. Tramos aptos para el desarrollo de la pesca deportiva**



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

#### 4.7.2.4. Indicadores del producto

Debido a la ubicación geográfica sugerida para la pesca deportiva, la población objetivo de este será la sumatoria de la población ubicada en las veredas cuya capacidad en el territorio dio como resultado media y alta.

Para el sector rural, la PET está constituida por las personas a partir de los 10 años, por lo tanto, las poblaciones objetivo para el desarrollo de los perfiles de proyectos son 1.454 personas habitantes de las veredas aledañas al Embalse (Tabla 47).

**Tabla 48. Población potencialmente beneficiaria para el desarrollo de perfiles de proyectos de pesca deportiva**

Municipio	Veredas	Población	PET
Briceño	Alto de Chirí	162	101
Buriticá	Buenavista	64	38
	La Fragua	286	169
Ituango	Los Galgos-Mote	232	133
Peque	Barbacoas	108	63
	Renegado Valle	227	132
Sabanalarga	Bocas de Niquia	289	173
	Membrillal	449	269
	Remartín	203	122
	San Cristóbal Pená	363	218
Toledo	La Cascarela	64	36
<b>TOTAL</b>			<b>1.454</b>

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020), con base en datos de Integral, 2011.

Vale la pena aclarar que, en el momento en que se formulen dichos proyectos, se realice una primera fase de identificación de personas que requieran incorporarse a éstos. Para el caso de este perfil se propone dar prioridad a aquella población más cercana a los territorios aptos para el desarrollo de la actividad sin restricción alguna.

Por otro lado, también es importante considerar en el momento de la formulación del proyecto, la estimación de la demanda potencial para el desarrollo de esta actividad. Para ello, es importante tener en cuenta los clubes de pesca que existen en el país, así como los torneos que se realicen para que éstos puedan encontrar del Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango, un espacio alternativo para el desarrollo de la actividad (Castellanos C; Pedraza, 2011).

De los clubes más reconocidos a nivel nacional, se destacan:

- Club de pesca de Cartagena
- Club Unipesca Los Salmones (Popayán, Cauca)
- Club de pesca Los Llaneros (Puerto Gaitán, Meta)
- Club de pesca y deporte La Cocha (San Juan de Pasto, Nariño)
- Club de pesca La Creciente (Ocaña, Norte del Santander)
- Y algunos torneos y competencias como:



- Torneo Caldero
- Torneo Nacional de Pesca “Club Unipesca Los Salmones”
- Torneo Nacional de Pesca “Black Bass” en la represa El Peñol
- Concurso de Pesca deportiva en San Andrés Islas
- Concurso de pesca en San Juan de Pasto

#### **4.7.2.5. Tiempo de ejecución**

De acuerdo con el periodo de estabilización componente íctico, para que la ejecución de estos proyectos pueda llevarse a cabo, de ser posible, se requiere tener cuenta dos aspectos muy importantes como son:

- Periodo de estabilización del componente en el Embalse
- Construcción y puesta en marcha del plan de ordenamiento pesquero para el Embalse

Respecto al primer punto, debido a que la estabilización de un Embalse desde la parte íctica es de una amplia complejidad, es posible que el tiempo requerido para la estabilización del Embalse este cercana a los cuatro años. Periodo requerido para el establecimiento de las nuevas poblaciones ícticas En consecuencia, durante estos años no se recomienda la actividad de pesca deportiva.

Respecto al segundo punto, un plan de ordenamiento pesquero es necesario para ordenar las actividades, de tal forma que se pueda garantizar la sostenibilidad del recurso. Para ello se requiere el levantamiento de la información de línea base, tan pronto se dé el llenado del futuro embalse de Ituango, que será el insumo para la formulación de este plan.

#### **4.7.2.6. Síntesis del perfil de proyecto para la pesca deportiva**

En la Tabla 48 se muestra una síntesis del perfil de proyecto correspondiente a la pesca deportiva.

**Tabla 49. Fomento de la pesca deportiva en el Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango para la restitución de las condiciones económicas y de conectividad de las poblaciones aledañas al Embalse**

**FICHA DE PROYECTOS**

<b>Programa</b>		Pesca deportiva.
<b>Nombre de proyecto</b>		Promoción de la pesca deportiva en el embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango para la restitución de las condiciones económicas y de conectividad de las poblaciones aledañas al embalse.
<b>Objetivo</b>		<p>Mejorar las condiciones económicas de los pobladores aledaños al embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango, mediante la promoción de la pesca deportiva como una nueva actividad económica en el territorio.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover la restitución de las condiciones económicas de la población aledaña al Embalse por medio de la incorporación técnicas para la promoción de la pesca deportiva en el Embalse.</li> <li>• Preparar a la población aledaña para el desarrollo de la pesca deportiva como actividad generadora de ingresos en el Embalse.</li> <li>• Fomentar el Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango como destino para el desarrollo de la actividad deportiva.</li> </ul>
<b>D e s c r i p c i ó n</b>	<b>Antecedentes</b>	Ausencia de actividades económicas relacionadas con la pesca deportiva, ya que está no constituye una actividad económica existente en el territorio, no existe motivación por parte de la comunidad para incorporar esta actividad dentro de su vida cotidiana.
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</b>	La condición topográfica del territorio impide la existencia de vías que permitan una conectividad entre las diferentes poblaciones que se encuentran a lo largo del cañón del río Cauca y las demás regiones del departamento, lo que desincentiva el desarrollo de otras actividades económicas que impliquen una demanda potencial por fuera del territorio, a esto se le suma la vocación económica agrícola y minera, de sus moradores.
	<b>JUSTIFICACIÓN</b>	En términos económicos, la pesca deportiva impulsa actividades auxiliares, tales como la venta de carnada, alquiler de embarcaciones, guías de pesca la reparación y mantenimiento de motores. Todas ellas brindan oportunidades adicionales de ingresos y empleo relacionadas con la pesca, que suelen estar ubicadas cerca de los puertos o puntos de desembarque.
	<b>ACTIVIDADES POR REALIZAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación y caracterización de personas con necesidades para la restitución de las condiciones de vida por medio de la generación de ingresos a través de la participación en el fomento de la pesca deportiva en la zona</li> <li>• Fomentar la promoción y divulgación para el desarrollo potencial de la actividad económica en la zona</li> </ul>

<b>DATOS DEL PROYECTO</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acompañamiento en el proceso de formación para el trabajo en guianza para la pesca deportiva y uso de los distintos aparejos requeridos para la pesca deportiva</li> <li>• Realizar acompañamiento técnico y social para la construcción y reparación de embarcaciones y motores</li> <li>• Capacitación para la atención y servicio al usuario</li> <li>• Apoyar el desarrollo de políticas públicas y de promoción que garanticen o promuevan oportunidades de la comunidad para la incorporación de la pesca deportiva como actividad económica en el territorio a partir de la divulgación en clubes de pesca en el país.</li> </ul>
	<b>UBICACIÓN</b>	Veredas aledañas al río, correspondiente a los municipios de Liborina, Buriticá, Sabanalarga, Peque, Briceño y Toledo. Por lo tanto, se recomienda concentrar la actividad en los tramos señalados.
	<b>COSTO APROX.</b>	400´000.000
	<b>DURACIÓN APROX.</b>	12 meses
	<b>BENEFICIARIOS</b>	Habitantes de las veredas aledañas al Embalse del PHI pertenecientes a los municipios de Buriticá, Sabanalarga, Peque, Briceño y Toledo

<b>Entidades responsables</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Juntas de acción comunal y demás asociaciones comunitarias del territorio</li> <li>• Clubes, agrupaciones de pescadores deportivos Pescadores artesanales</li> <li>• Empresas Públicas de Medellín EPM</li> <li>• Alcaldías municipales</li> <li>• Gobernación de Antioquia</li> <li>• Corporaciones Autónomas Regionales</li> <li>• Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP)</li> <li>• Instituciones y administrativas académicas estatales nacionales y departamentales (Servicio Nacional de Aprendizaje SENA y Cámara de Comercio)</li> </ul>
<b>Aportes de la comunidad</b>	Un conglomerado de pescadores sólido y respetuoso con el recurso pesquero y el ambiente.
<b>Metas físicas (verificables)</b>	Al finalizar el proyecto se espera que de las 1.454 que habitan las veredas de los municipios escogidos, algunas se hayan incorporado a la actividad económica de pesca deportiva en el Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango y mejorado sus condiciones económicas y de vida en las veredas aledañas al Embalse de los municipios de Briceño, Ituango, Liborina, Sabanalarga, Toledo, Peque y Buriticá, que se encuentran en los núcleos de actividad.

<b>Observaciones</b>
----------------------

Este proyecto permite que las comunidades obtengan réditos de la actividad y de esta manera se compensen en parte las actividades económicas perdidas

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

### **4.7.3. PERFIL DE PROYECTO PARA LA PESCA RECREATIVA**

El perfil de proyecto para fomentar el desarrollo de la pesca se desarrolla a partir de los resultados del modelo de capacidad de acogida que definió los usos más aptos para establecerse en el territorio. Así, la propuesta abarca perfiles de proyectos compuestos enmarcado en la restitución y mejoramiento de condiciones económicas y de conectividad y el ecoturismo.

El objetivo principal de esta propuesta es que la pesca recreativa sea una alternativa de desarrollo en un futuro. Sin embargo, es importante aclarar que no constituye el proyecto en sí, por lo que su información si bien, aporta elementos de base para su construcción, requiere de su formulación completa para la identificación del alcance de cada proyecto, sus posibles beneficiarios, impactos y costo de ejecución.

#### **4.7.3.1. Descripción problema o necesidad**

De acuerdo con los resultados obtenidos en la lectura del contexto regional, es posible concluir que la zona correspondiente al Embalse del PHI carece de actividades turísticas, en especial aquellas relacionadas con la pesca recreativa. Esto genera no solo una ausencia de espacio para la diversión y el esparcimiento para los pobladores de la región y los turistas a nivel departamental y nacional, desperdiciando oportunidades económicas que podrían traer consigo las posibilidades de incorporar el turismo y la pesca recreativa como actividades adicionales que generen ingresos para la población.

Para el caso específico de la pesca recreativa esta puede llegar a ser una alternativa para los potenciales turistas, bien sea de los municipios de influencia directa, como para personas del área metropolitana del Valle de Aburrá, a fin de convertirse en una oportunidad de esparcimiento y disfrute con la que la región aún no cuenta actualmente.

#### **4.7.3.2. Justificación**

La propuesta de perfiles de proyectos hace parte de los resultados arrojados por el modelo de Capacidad de Acogida aplicado en POE (2017).

Esta propuesta considera un análisis territorial fundamentado en las restricciones ambientales y operativas inherentes al uso principal, que corresponde a la generación de

energía y a las acciones para la protección del recurso hídrico. De igual forma, se pretende la priorización de unas propuestas de proyectos, para llevar a cabo de manera ordenada las actividades posibles, en los sitios adecuados, y con la logística e infraestructura apropiadas.

En el área de influencia directa del Embalse hay 7.890 habitantes aproximadamente (Integral, 2009). Estas comunidades han estado marginadas, por su condición de aislamiento físico, en especial para el fomento de actividades económicas que se venían desarrollando antes de la construcción y operación del PHI. Asimismo, no se ha logrado desde las organizaciones locales y regionales alcanzar una fuerte organización y legitimidad al interior de las comunidades campesinas debido a la falta interés y consenso por parte de los pobladores.

Con la entrada en operación del PHI la presencia de especies ícticas de interés para la pesca recreativa podría fomentar la presencia de turistas en los núcleos de actividades definidos por el modelo de capacidad de acogida.

La extensión del cuerpo de agua y la disponibilidad de zonas aptas para la realización de la pesca recreativa generará oportunidades para fomentar la incorporación de una nueva actividad económica, donde las comunidades serán los principales actores para que esta actividad sea posible y fortaleciéndola mediante la articulación con otras como: ecoalojamientos, senderismo, cabalgatas y demás actividades que puedan ser posibles en el territorio.

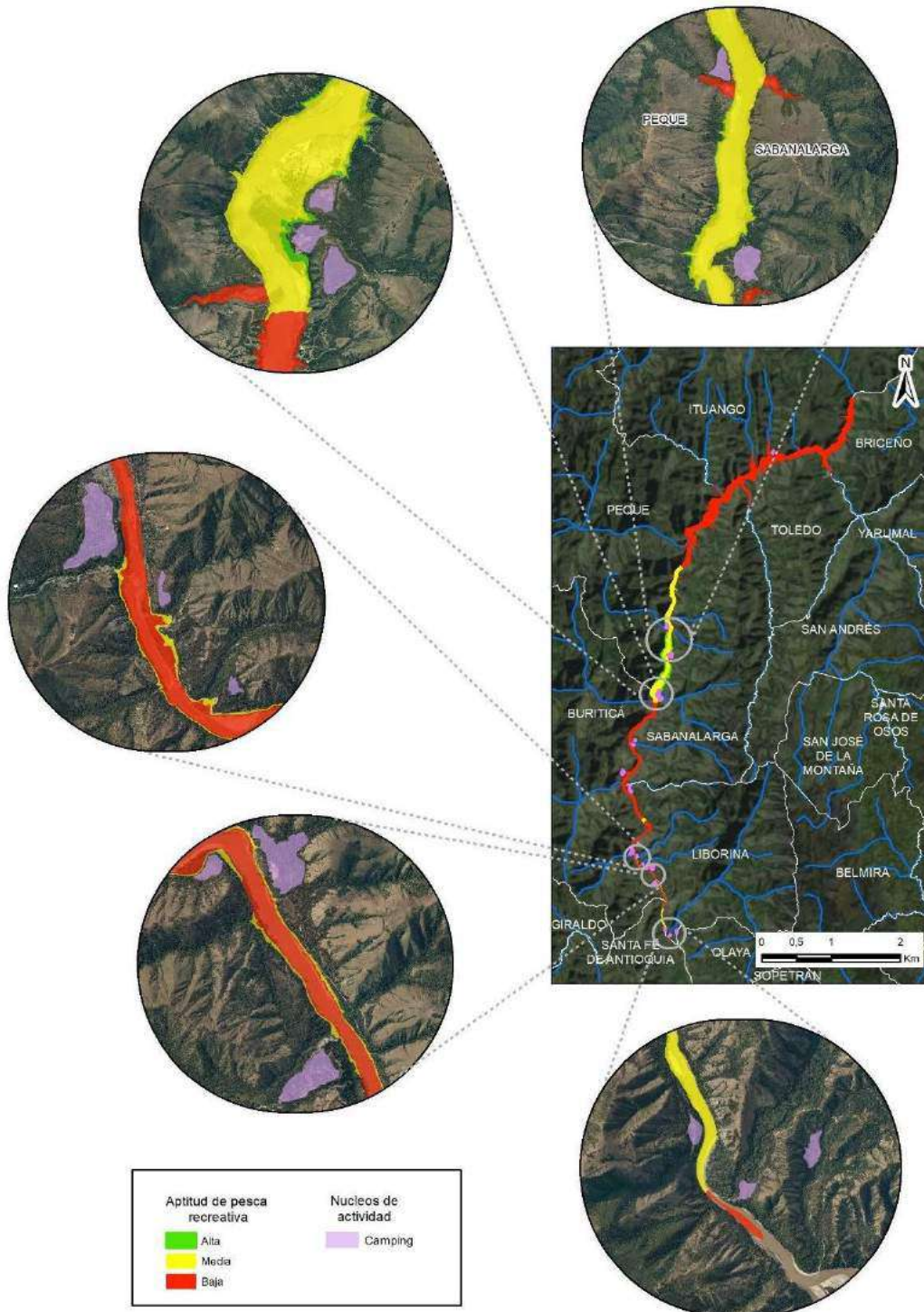
Por lo tanto, este perfil de proyecto es una oportunidad, no solo para fomentar la pesca recreativa, sino también la posibilidad de incorporar el turismo en la zona y restituir las condiciones económicas de la población.

#### **4.7.3.3. Ubicación geográfica**

De acuerdo con la Figura 52, en el Embalse es posible realizar la pesca recreativa en las zonas, cuya aptitud haya dado como resultado alto (tramos señalados con círculos que corresponden a los núcleos de actividad). Estos tramos se ubican en las veredas aledañas al río, correspondiente a los municipios de Liborina, Buriticá, Sabanalarga, Peque, Briceño y Toledo. Por lo tanto, se recomienda concentrar la actividad en estos núcleos previamente definidos.

**Figura 52. Núcleos de actividad donde se recomienda la pesca recreativa**





Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

**4.7.3.4. Indicadores de producto**

Con base en la información presentada relativa a la ubicación geográfica para la ejecución de los perfiles de proyectos de pesca recreativa, la población objetivo de éstos, será la sumatoria de la población ubicada en las veredas aledañas a los núcleos de actividad, definidos previamente con el modelo de capacidad de acogida.

Adicionalmente, se recomienda que la población objetivo se encuentre en edad de trabajar (PET), ya que es el segmento de población en mejores condiciones para realizar la actividad de manera adecuada (Tabla 50).

**Tabla 50. Población potencialmente beneficiaria para el desarrollo de perfiles de proyectos de pesca recreativa**

Municipio	Veredas	Población	PET
Briceño	Alto de Chirí	162	101
Buriticá	Buenavista	64	38
	La Angelina	167	99
	Mogotes	115	68
	Los Galgos-Mote	232	133
Ituango	Los Galgos-Mote	232	133
Liborina	La Sucia (La Honda)	407	242
Peque	Barbacoas	108	63
Sabanalarga	Bocas de Niquia	289	173
	San Cristóbal Pená	363	218
Toledo	La Cascarela	64	36
TOTAL			1.171

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020), con base en datos de Integral, 2011.

Vale la pena aclarar que, dado que esta propuesta presenta un perfil de proyecto concerniente a la pesca recreativa, es necesario, que en el momento en que se formulen dicho proyecto, se realice una primera fase de identificación de personas que requieran incorporarse a éstos. Para el caso de este perfil, se propone dar prioridad a aquella población más cercana a los territorios aptos para el desarrollo de la actividad sin restricción alguna.

#### **4.7.3.5. Tiempo de ejecución del proyecto**

De acuerdo con el periodo de estabilización componente íctico, para que la ejecución de estos proyectos pueda llevarse a cabo, de ser posible, se requiere tener cuenta dos aspectos muy importantes como son:

- Periodo de estabilización del componente íctico en el Embalse

- Construcción y puesta en marcha del plan de ordenamiento pesquero para el Embalse

Respecto al primer punto, debido a que la estabilización de un Embalse desde la parte íctica es de una amplia complejidad, es posible que el tiempo requerido para la estabilización del Embalse este cercana a los cuatro años. Periodo requerido para el establecimiento de las nuevas poblaciones ícticas En consecuencia, durante estos años no se recomienda la actividad de pesca recreativa.

Respecto al segundo punto, un plan de ordenamiento pesquero es necesario para ordenar las actividades, de tal forma que se pueda garantizar la sostenibilidad del recurso. Para ello se requiere el levantamiento de la información de línea base, que será el insumo para la formulación de este plan.

#### 4.7.3.6. Síntesis del perfil de proyecto para la pesca recreativa

En la Tabla 51 se muestra una síntesis del perfil de proyecto correspondiente a la pesca recreativa.

**Tabla 51. Fomento de la pesca recreativa en el Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango para la restitución de las condiciones económicas y de conectividad de las poblaciones aledañas al Embalse**

FICHA DE PROYECTOS	
<b>Programa</b>	Pesca Recreativa
<b>Nombre de proyecto</b>	Fomento a la pesca recreativa en el embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango, articulada al turismo en los núcleos de actividad.
<b>Objetivo</b>	<p>Promover el Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango y sus inmediaciones como un espacio para la recreación y el desarrollo de actividades turísticas relacionadas con la pesca recreativa.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover la restitución de las condiciones económicas de la</li> <li>• Contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población aledaña mediante la generación de ingresos por medio de la incorporación de la pesca recreativa como actividad en la zona.</li> <li>• Apoyar la formación organizativa y empresarial de base comunitaria para la incorporación de la pesca recreativa en el Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango.</li> <li>• Fomentar la participación de la población turista en los espacios destinados para el desarrollo de la pesca recreativa.</li> </ul>

<b>Desc ripci ón</b>	<b>Antecedentes</b>		Ausencia de actividades turísticas asociadas a la pesca recreativa como actividad económica para la población aledaña al Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango.
	<b>Descripción del problema</b>		Ausencia de actividades turísticas asociadas a la pesca recreativa como actividad económica para la población aledaña al Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango sumado a que La zona cuenta con una vocación económica agrícola y minera.
	<b>Justificación</b>		La pesca recreativa no es una actividad existente en el embalse PHI, esto la perfila como una potencial actividad económica.
	<b>Actividades por realizar</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>● Dotación y construcción de estanques, y servicios básicos para la actividad.</li> <li>● Formación para la construcción y mantenimiento de infraestructura básica para la prestación del servicio de pesca recreativa</li> <li>● Dotación y construcción de estanques, y servicios básicos para la actividad.</li> <li>● Formación para la construcción y mantenimiento de infraestructura básica para la prestación del servicio de pesca recreativa</li> <li>● Divulgación de la actividad</li> <li>● Vinculación a paquetes turísticos</li> <li>● Promoción de los sitios de pesca.</li> </ul>
	<b>Datos del proyecto</b>	<b>Ubicación</b>	Veredas aledañas al embalse, ubicadas en los núcleos de actividad definidos por el Modelo de Capacidad de Acogida, de los municipios de Ituango, Briceño, Toledo, Peque, Sabanalarga, Buriticá y Liborina
<b>Costo aprox.</b>		200´000.000	
<b>Duración aprox.</b>		12 meses	
<b>Beneficiarios</b>		Habitantes de las veredas aledañas al Embalse del PHI pertenecientes a los municipios de Buriticá, Sabanalarga, Peque, Briceño y Toledo	
<b>Entidades responsables</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>● Productores acuícolas</li> <li>● Clubes, agrupaciones de pescadores recreativos</li> <li>● Empresas Públicas de Medellín EPM</li> <li>● Alcaldías municipales</li> <li>● Gobernación de Antioquia</li> <li>● Corporaciones Autónomas Regionales</li> <li>● Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP)</li> <li>● Instituciones y administrativas académicas estatales nacionales y departamentales (Servicio Nacional de Aprendizaje SENA y Cámara de Comercio)</li> </ul>
<b>Aportes de la comunidad</b>			
<b>Metas físicas (verificables)</b>			<p>3 personas por unidad productiva de pesca recreativa (Total de 30 personas).</p> <p>10 unidades productivas de pesca recreativa (Asociadas a las zonas turísticas)</p> <p>10 campañas publicitarias por unidad productiva</p> <p>Número de ofertas asociadas a los paquetes turísticos</p> <p>Al finalizar el proyecto se espera la incorporación de 10 unidades productivas de pesca recreativa en los 3 núcleos de actividad para el fomento de la actividad en la zona.</p>

### Observaciones

Es importante que este proyecto se realice por las comunidades aledañas a las zonas turísticas de manera que los recursos que se generen con esta actividad sirvan para restituir actividades económicas perdidas por el llenado del embalse.

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

## 4.8. ACUICULTURA EN JAULONES

Durante el ejercicio realizado para la elaboración del POE en los años 2015 al 2017 se analizó la posibilidad de llevar a cabo proyectos de acuicultura en jaulones en el embalse del PHI, esto a fin de visualizar las ventajas, desventajas y recomendaciones frente a la operación de estos proyectos en el embalse. Este tema tomó relevancia en su momento debido al interés del gobierno en la acuicultura, en especial desde el gobierno nacional, donde fue considerada la acuicultura como una punta de lanza del desarrollo del país, de esta forma se han generado decretos que tienen por objetivo la nacionalización de las especies exóticas (Decreto 1780 de 2015 Ministerio Agricultura y Desarrollo Rural, 2015) y la domesticación de estas mismas (Resolución 2287 del 29 de diciembre de 2015 de la AUNAP).

La acuicultura en jaulones está definida como el cultivo de organismos acuáticos tanto en zonas costeras como del interior, que implica intervenciones en el proceso de cría para aumentar la producción (FAO, 2003a).

En los últimos 20 años, el cultivo de peces en jaulones flotantes en aguas continentales se ha extendido a más de 35 países de Europa, Asia, África y América (M. Halwart, 2008). En especial por las ventajas que tiene el aprovechamiento de cuerpos de agua preexistentes como los ríos, lagos naturales, reservorios de agua y canales de irrigación, que no son utilizables por la acuicultura convencional (M. Halwart, 2008). En Colombia esta técnica de cultivo de peces ha ganado interés por los altos costos de las tierras aptas para la acuicultura y al desarrollo de nuevas redes y técnicas para el confinamiento de los peces. Un atractivo importante de este tipo de cultivos es que genera altos rendimientos económicos, consecuencia de los bajos costos de producción debido a que las instalaciones para el cultivo implican una menor inversión de capital comparada con la acuicultura en tierra y a que las densidades de siembra son elevadas, lo que hace que el cultivo sea considerado como súper intensivo.

En Colombia se han empleado diferentes cuerpos de agua para la práctica de la acuicultura en jaulas, principalmente en grandes embalses construidos para la generación hidroeléctrica, siendo los más importantes aquellos emprendidos en el embalse de Prado y de Betania. El volumen de las jaulas oscila entre 2,7 y 45 m<sup>3</sup> (Rojas, A. y Wadsworth, 2008). Las especies que más se han utilizado para tal fin son la tilapia negra (*Oreochromis niloticus*) y roja (*Oreochromis ssp*) las cuales, desde su introducción al país en 1982, se



convirtieron en las especies por excelencia para la acuicultura debido a su fácil adaptación y a que se cuenta con paquetes tecnológicos para su producción. El uso de estas especies para la acuicultura tanto en tierra como en jaulas flotantes se ha realizado sin tener mayores consideraciones sobre los impactos ambientales generados por dicha especie, en especial cuando es liberada al cuerpo de agua.

Este apartado pretende mostrar los resultados del modelo de capacidad de acogida en cuanto a la actividad de acuicultura en jaulones flotantes para el embalse del PHI.

#### **4.8.1. IMPACTOS AMBIENTALES DE LA ACUICULTURA EN JAULONES**

Una de las consecuencias más graves que se da con el establecimiento de la acuicultura en jaulas flotantes, es la pérdida de diversidad íctica nativa como consecuencia de las fugas de individuos de las especies de cultivo, las cuales suelen ser especies muy tolerantes y que se adaptan fácilmente a las condiciones silvestres.

El cultivo en jaulas también genera cambios en el comportamiento de las especies nativas. Esto se evidenció en los embalses de Prado y Betania, donde como resultado de la actividad de cultivo intensivo en jaulas se generó un incremento en la densidad y un enriquecimiento en el número de especies de fauna nativa en los alrededores del área de cultivo frente al resto del embalse, ya que los sitios de cultivo se convierten en áreas de abundancia de alimento disponible; el alimento no ingerido por los peces del cultivo es utilizado por los peces silvestres (Mancera Rodriguez, y Cala, 1997).

Otra consecuencia, no menos importante es la eutrofización generada por el cultivo de peces que puede tener influencias en la sedimentación de sólidos suspendidos por modificación de la velocidad y dirección de las corrientes, ya que éstas alteran el régimen de flujo (Ramírez, E. y Gratz, 2012).

El sistema de cultivo en jaulones flotantes está considerado como súper intensivo lo que lo hace dependiente en su totalidad de alimentos concentrados y de aporte externo de oxígeno para el sostenimiento de los peces. Esto causa que se generen desechos fecales ricos en materia orgánica; la acumulación de heces y alimento pueden ocasionar cambios físicos y químicos en el sustrato. Estos efectos pueden incluir incrementos en las concentraciones de carbono, nitrógeno y fósforo, favoreciendo el incremento del consumo de oxígeno del sedimento, con la subsecuente generación de sulfuro de hidrógeno y metano.

El exceso de nutrientes generado por la acuicultura en jaulas puede llegar a desencadenar Bloom de microalgas debido a una sobre productividad del fitoplancton, generando disminuciones en el oxígeno disponible, en especial durante la noche y la madrugada, debido a la respiración de las microalgas. Otro factor importante es el problema de la descomposición de la biomasa algal; cuando estas mueren producen una reducción las concentraciones de oxígeno llevándolo a niveles críticos, además de la liberación de toxinas

por parte de las microalgas, en especial si estas pertenecen al grupo de las cianobacterias. Como consecuencia de este proceso se pueden generar malos olores y coloraciones no agradables del cuerpo de agua.

A continuación, se presentan las ventajas y desventajas de la acuicultura en jaulones (Tabla 52).

**Tabla 52. Ventajas y desventajas de la acuicultura en jaulones flotantes**

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Bajos costos de implementación.</li> <li>❖ Altas rentabilidades.</li> <li>❖ Altas densidades de siembra.</li> <li>❖ Calidad del producto.</li> <li>❖ Proteína de buena calidad a bajo costo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Traslado de enfermedades y cambios en los comportamientos en especies nativas.</li> <li>❖ Disminución de la diversidad por introducción de especies exóticas (presencia de 11 especies endémicas).</li> <li>❖ Disminución de la vida útil de los embalses, eutrofización (incremento de compuestos nitrogenados y fosfatos).</li> <li>❖ Conflictos sociales (entre productores y pescadores artesanales).</li> <li>❖ Aumento en la producción de Bloom microalgal (consecuentes disminuciones en el oxígeno).</li> <li>❖ Incremento en las concentraciones de carbono, nitrógeno y fósforo alrededor de las jaulas.</li> <li>❖ Competencia por el espacio con otros usuarios.</li> <li>❖ Modifican el flujo del agua.</li> <li>❖ Modifican el transporte de sedimentos.</li> <li>❖ Aporte de metabolitos tóxicos al cuerpo de agua.</li> <li>❖ Deterioro de las calidades escénicas del paisaje.</li> <li>❖ Generación de sulfuro de hidrógeno y metano.</li> <li>❖ Cambios en el intercambio de nutrientes.</li> <li>❖ Exposición de las jaulas a fuertes vientos.</li> <li>❖ Introducción de productos químicos y farmacéuticos al cuerpo de agua.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2017).

#### **4.8.2. CONFLICTOS ENTRE LA ACUICULTURA EN JAULONES Y LA GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA**

El establecimiento de la acuicultura en jaulas flotantes genera una variedad de conflictos, los cuales van desde la competencia de distintos actores por el territorio, deterioro de las calidades escénicas y del paisaje, malos olores a causa de mortalidades, disminución en

las capturas de pescadores de las especies de mayor porte y nativas, competencia con la generación hidroeléctrica, entre otras. En la Tabla 53 se describen algunos de los conflictos que se han generado a causa de la acuicultura en jaulones en el embalse de Betania y las acciones que han sido tomadas.

**Tabla 53. Conflictos entre la acuicultura en jaulones flotantes y la generación hidroeléctrica**

Conflicto	Posible causa	Acciones tomadas
Mortalidad de peces, 80 Ton aproximadamente, embalse de Betania (Huila, 2015).	Disminución acelerada del nivel del Embalse. Inicio del llenado del Quimbo.	Se solicitó electrificar las zonas de los cultivos.
Mortalidad de peces, 150 Ton aproximadamente, embalse de Betania (Huila, 2015a).	Ataque bacteriano, falta de higiene. Sobrepoblación de peces.	Veda a las nuevas siembras. FEDEACUA solicita medidas cautelares frente al llenado del Quimbo
Mortalidad de peces (1000 Ton. aproximadamente) (Quintero, 2007).	Disminución del nivel del río y del Embalse, ingreso de tierra y lodo por erupción del nevado del Huila.	Disminución en la generación eléctrica de 268 MW/Día a 180 MW/Día
Conflicto entre pescadores artesanales y acuicultura, Embalse de Betania (Olaya, A., Sanchez, 2005).	Hurtos, disminución del recurso pesquero, cambios en la composición íctica.	Planes de Ordenamiento Pesquero.
Llenado del embalse del Quimbo (Nación, 2015).	Mediante acto administrativo ante el tribunal del Huila se detiene el llenado del Embalse del Quimbo.	Detener el llenado del Embalse hasta que se den caudales óptimos para sostener la acuicultura en embalse de Betania.
Violación de los acuerdos del plan de ordenamiento pesquero del embalse de Betania.	Licencia para producir 22.000 toneladas año y, sin embargo, se producen alrededor de 57.000.	

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

#### **4.8.3. ZONIFICACIÓN ACUICULTURA EN JAULONES PARA EL EMBALSE DEL PHI**

De acuerdo con los resultados del modelo de capacidad de acogida obtenidos en el POE (2017) para la actividad de acuicultura en jaulones, en este embalse se presenta una alta restricción debido a que los resultados no muestran aptitud alta para la actividad; solo se obtuvieron resultados de uso no recomendado, uso prohibido y una aptitud media en un

tramo en la parte central del Embalse (Figura 53). Sin embargo, de acuerdo con el análisis multiobjetivo, esta actividad compite con la navegación que es una actividad prioritaria para restituir las condiciones de conectividad de los moradores de la zona de influencia directa del PHI, por lo que no se recomienda la acuicultura en jaulones en el embalse (ver documento informe modelo de capacidad de acogida).

#### **4.8.4. RECOMENDACIONES FRENTE A LA ACUICULTURA EN JAULONES FLOTANTES**

Del POE (2017) y todos los análisis que en su momento se realizaron alrededor de esta actividad, se desprenden las siguientes recomendaciones:

No se recomienda la actividad de acuicultura en jaulones flotantes en el embalse del PHI debido a que es una actividad que compite con la navegación, tanto de carga liviana como de pasajeros, las cuales son relevantes para sustituir la conectividad de los moradores de las veredas aledañas al cuerpo de agua y que se han visto afectados por la construcción del PHI y el llenado del embalse.

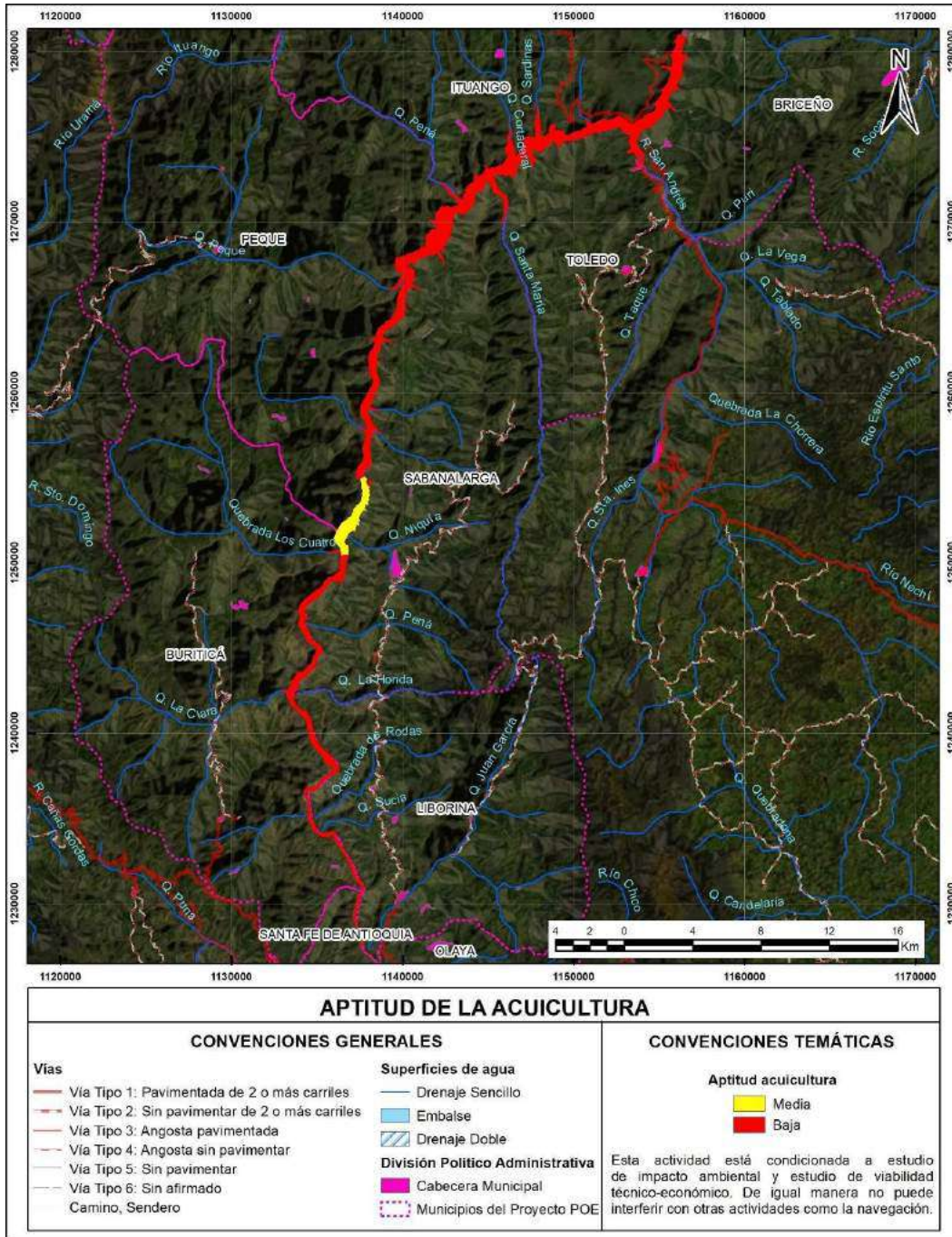
Está bien documentado que la acuicultura en jaulones, por ser un cultivo de índole super intensivo, requiere de concentrados con altos valores de proteicos y altas cargas de nutrientes, los cuales al ser depositados al cuerpo de agua favorecen la eutrofización. El uso de estos concentrados genera malos olores al igual que las mortalidades de peces. Sumado a esto, la presencia de jaulones puede cambiar el flujo del agua.

Otra consecuencia de la acuicultura en jaulones flotantes es que induce la pérdida de diversidad íctica cuando se realiza con especies no nativas. Lo anterior es delicado si se tiene en cuenta que los monitoreos ícticos llevados a cabo por parte de la empresa INTEGRAL S.A (Integral, 2009) para el estudio del EIA del PHI, reportan 16 especies de importancia pesquera en la zona, de las cuales 10 presentan algún grado de amenaza, la cual puede aumentar por el establecimiento de la acuicultura por la introducción de especies nacionalizadas y domesticadas que les compiten a las nativas por alimentos y territorios.

Es importante resaltar que dentro del PMA del PHI se habla de hacer repoblamiento con especies nativas, por tanto, **no** se debe fomentar la introducción de especies exóticas al cuerpo de agua.

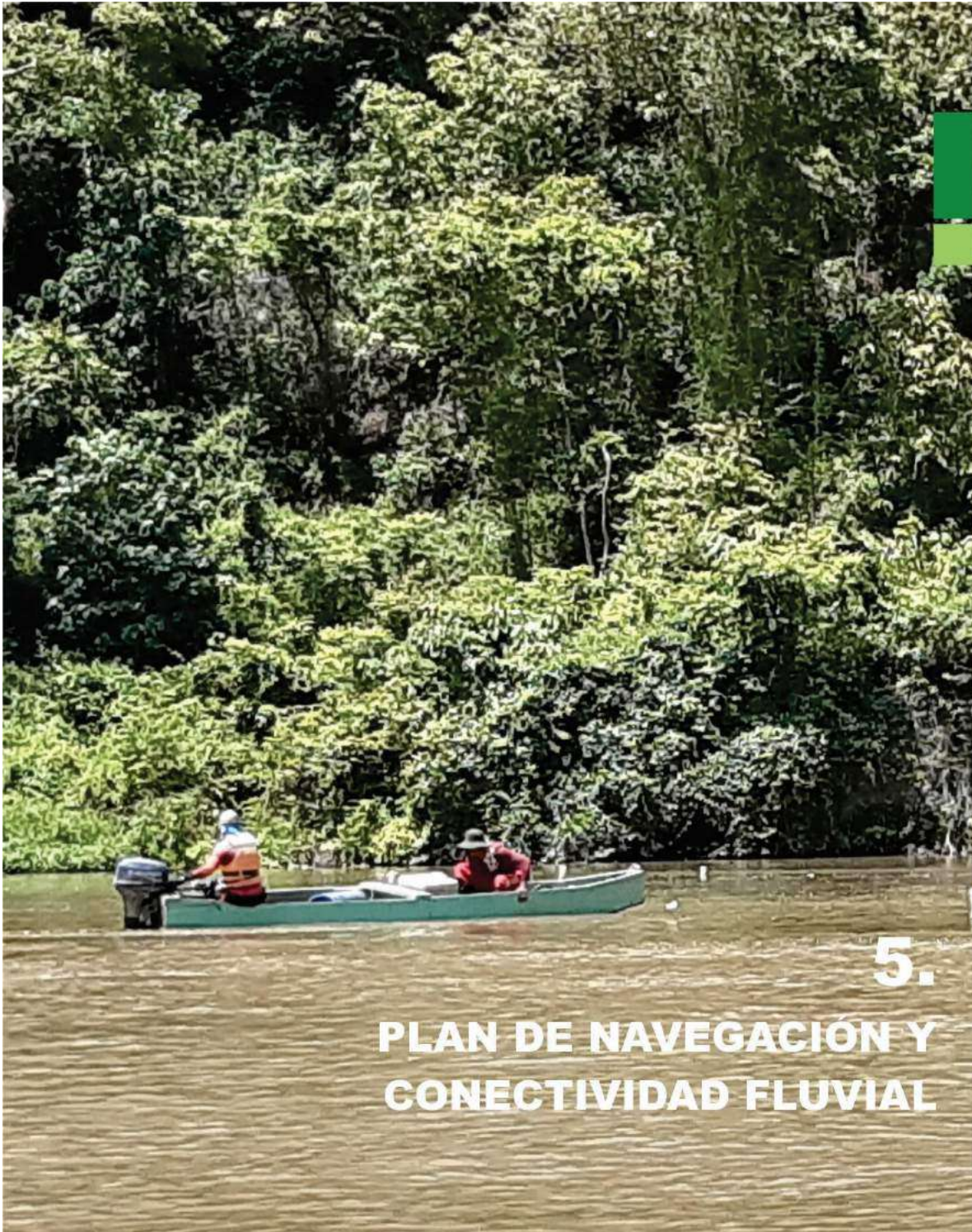
**Figura 53. Capacidad para la acuicultura en jaulones en el Embalse del PHI**





Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).





5.

**PLAN DE NAVEGACIÓN Y  
CONECTIVIDAD FLUVIAL**

## 5. PLAN DE NAVEGACIÓN Y CONECTIVIDAD FLUVIAL

Aun cuando ya se tenía un primer Informe de Navegabilidad y Conectividad (2017), y teniendo como hito los sucesos de mayo del año 2018 y la posterior contingencia, se presenta una gran oportunidad para revisar y ajustar ese primer informe, puesto que los eventos citados precipitaron el llenado del embalse y la navegación fue la forma más expedita de solucionar los problemas de conectividad que se dieron en los sectores del muro de presa y La Niquia (en el sector de la cola del embalse, la contingencia no tuvo efectos notorios).

Lo anterior, permitió validar que la navegación es la forma más sencilla y efectiva de resolver el problema y que la mayoría de los puertos en la zona afectada efectivamente reflejaban las necesidades de la población; empero, también sirvió para visualizar que si bien el anterior ejercicio fue juicioso, no tuvo en cuenta algunos sectores que solicitaron la inclusión de nuevos puertos como lo son Puerto Guayabal y Puerto Las Cuatro.

En general, la mayoría de los puertos planteados fueron validados durante el periodo de contingencia (en la zona de afectación). Surgieron dos puertos nuevos que, aunque se tenía identificada la población del sector, se había planteado que fueran atendidos por otro puerto.

En el sector de la cola del embalse no se ha validado en campo la propuesta de navegación a causa de algunos factores, entre los que se encuentra el hecho de que los efectos de la inundación del cuerpo de agua no han llegado a esta área, la posibilidad de plantear un nuevo puente como forma de restituir la conectividad, Pese a esto, desde el análisis técnico se ha validado la pertinencia de los diferentes puertos y se proponen dos más para potenciar los posibles lugares con interés turístico.

De igual forma, teniendo en cuenta que tratar de predecir el comportamiento poblacional de las áreas aledañas al embalse es dificultoso, se presenta de forma expresa la vía que deberá seguir el operador encargado de la navegación para la formalización de posibles embarcaderos que surjan como una necesidad para las comunidades y, de esta manera, buscar que si bien la navegación sea ejercida por terceros, siempre se tenga bajo control el acceso al cuerpo de agua, en aras de mantener la integridad del sistema y la institucionalidad de la región.

Así, en este Plan se mantienen los tipos de navegación propuestos anteriormente y se agrega uno nuevo denominado Navegación Institucional que, si bien aparecía de forma implícita en el anterior plan, estaba concebida como una navegación esporádica. Es importante expresar este tipo de navegación de forma explícita, teniendo en cuenta que, por las condiciones medioambientales, físico químico y biótico del embalse, se hará necesario que esta suceda de forma frecuente o incluso permanente.



## 5.1. OBJETIVOS

Para este Plan de Navegación y Conectividad Fluvial, se plantean los siguientes objetivos:

### 5.1.1. Objetivo general

Actualizar el Plan de Navegación del Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango.

### 5.1.2. Objetivos específicos

- Verificar la localización espacial de los puertos existentes, contrastándolos con la propuesta en el plan original para generar un nuevo inventario de estos.
- Reclasificar los diferentes puertos en función de las nuevas actividades que se desarrollan o llegarán a desarrollarse en el futuro.
- Identificar los aspectos legales que son necesarios para el correcto desarrollo de la actividad de navegación en el cuerpo de agua del embalse.
- Proponer una ruta de adopción legal para el Plan de Navegación y Conectividad.

## 5.2. METODOLOGÍA

La propuesta del Plan de Navegación y Conectividad Fluvial se basará en diversas fuentes de información. En primera instancia se analiza la información secundaria, entre esta información se tendrá el Estudio de Navegabilidad y Conectividad presentado por la Universidad Nacional de Colombia en 2017, imágenes satelitales del área de estudio, en especial aquellas que poseen información posterior a la contingencia de 2018, y la información aportada por la naviera que en la actualidad opera el sistema de navegación del embalse Ituango.

La información primaria que servirá de apoyo para actualizar el Plan de Navegación y conectividad Fluvial del embalse Ituango surge a partir de las diversas salidas de campo que se realizaron en el marco del proyecto, así como un aforo de personas que emplean el sistema de conectividad a partir de la navegación.

### 5.2.1. Análisis de información secundaria

Este tipo de información es importante puesto que es aquella que presenta el escenario actual del embalse a partir del conocimiento y la experiencia de terceros los cuales podrán o no estar vinculados al Proyecto Hidroeléctrico Ituango.

### 5.2.1.1. *Revisión del Estudio de Navegabilidad y Conectividad*

Cuando se presentó el Plan de Ordenamiento del Embalse -POE-, de forma simultánea se entregó el Plan de Navegación del Embalse Ituango, que plantea la navegación como el mejor método para la restitución de la conectividad en las zonas afectadas por el embalsamiento del Río Cauca. Sin embargo, este plan se construyó a partir del imaginario que existía al emplazar un cuerpo de agua lento, lo que implica realizar algunas estimaciones de los efectos que este embalse generaría en la zona, tanto desde el punto de vista geomorfológico como social; estas suposiciones se basan en la experiencia técnica o en la literatura especializada existente, sin embargo, al ser supuestos, en el momento de ejecutarse pueden resultar ciertas o las condiciones de campo pueden hacerlas inválidas.

### 5.2.1.2. *Análisis de imágenes satelitales*

Los sensores multi espectrales son equipos que, emplazados en satélites o plataformas aéreas, se valen de la interacción entre las superficies y la radiación solar (espectro electromagnético) que incide en estas, lo que da como resultado la reflectancia espectral (la cantidad o proporción de energía que es reflejada por una superficie en cada uno de los segmentos o bandas del espectro electromagnético) de las diferentes superficies presentes en el área de análisis (Labrador García, Évora Brondo, & Arbelo Pérez, 2012).

El empleo de imágenes satelitales multiespectrales presenta algunas ventajas y desventajas respecto a métodos más tradicionales de análisis de superficies terrestres, destacándose principalmente las grandes áreas de cobertura y la capacidad de obtener información que a simple vista sería imposible apreciar.

En general, las imágenes satelitales cubren grandes extensiones de terreno, que pueden ir desde los  $3.600 \text{ km}^2$  para el caso de las imágenes SPOT ( $60\text{km} \times 60\text{km}$ ), hasta los  $34.225 \text{ km}^2$  para el caso de las imágenes LANDSAT ( $185\text{km} \times 185\text{km}$ ), lo que significa mayores áreas de análisis con uniformidad en la información obtenida. De igual manera, estas plataformas permiten sobrevuelos periódicos sobre las mismas áreas, los que permite la adquisición de datos con una frecuencia temporal relativamente pequeña, pudiendo apreciar cambios en la tipología de superficies visibles (Labrador García, Évora Brondo, & Arbelo Pérez, 2012)

El espectro de ondas electromagnéticas que se puede apreciar a simple vista es bastante pequeño respecto al espectro completo; sin embargo, gracias a las cámaras multiespectrales que están emplazadas en algunos satélites, es posible apreciar, un espectro aún mayor ya que dichas cámaras están en la capacidad de adquirir datos en esos segmentos del espectro que los sensores normales no son capaces de identificar (Labrador García, Évora Brondo, & Arbelo Pérez, 2012).

Para el caso del actual proyecto, se realizó un análisis del cuerpo de agua en búsqueda específica de acumulaciones de *Eichhornia crassipes* (Buchón de agua), y como estas se desplazan en el cuerpo de agua, resulta importante ya que la presencia de esta planta en parches o grandes áreas sobre la superficie del cuerpo de agua puede afectar considerablemente la navegación.

Para este análisis, se recurrió a imágenes de libre acceso generadas por la plataforma SENTINEL II de la Agencia Espacial Europea (E.S.A.) las cuales presentan un área de cobertura de  $10.000 \text{ km}^2$  con una resolución espacial (tamaño de píxel) que oscila entre los 10m y 30m, una resolución temporal de 3 a 4 meses.

### **5.2.2. Información primaria**

La importancia de esta información radica en el hecho de que es conseguida por el equipo técnico con una intención específica para el proyecto, lo que permite obtener datos de campo con un alto nivel de confiabilidad y especificidad.

#### **5.2.2.1. Análisis de información de campo**

La información que se pretende recolectar en campo está encaminada a revisar, corroborar y complementar la implementación de los diferentes puertos actualmente en operación como respuesta institucional a la contingencia.

De igual forma, y en compañía del componente geológico, se pretende realizar una revisión de las zonas donde están emplazados los puertos operativos, así como los proyectados para establecer si a priori (por limitación de tiempo es imposible hacer estudios geotécnicos particulares para cada sitio) existe algún riesgo por movimientos en masa de las zonas próximas a estas instalaciones.

### **5.2.3. Contraste de los planteamientos del POE 2017 con las realidades del territorio**

Como se mencionó anteriormente, el Plan de Navegación del Embalse se realizó a partir de información secundaria, planteamientos técnicos y el imaginario de algunos actores del territorio y profesionales con experticia en cada tema, para evaluar cómo sería el territorio una vez se embalsará el río Cauca.

Las estrategias empleadas para el diseño del plan se usaron debido a la poca accesibilidad de la mayoría de los puntos donde se planeaban instalar los puertos, así como la incógnita que generaba la presencia de un cuerpo de agua en las comunidades de la zona y los efectos que el incremento del nivel freático y de la humedad tendrían en la estabilidad de los taludes que rodean el nuevo embalse.

Para intentar solventar este último aspecto se planteó un periodo de tiempo denominado **Periodo de Estabilización**, el cual trazaba que durante 5 años solo se pudiesen realizar algunas actividades en el embalse, las cuales son imposibles de suspender, entre estas está la restitución de conectividad; el proyecto debía garantizar la continuidad del tránsito de las personas para conservar las relaciones comerciales y sociales que las comunidades asentadas en la zona han mantenido históricamente, para lo cual se propuso hacer la restitución a través de la navegación.



Sin embargo, ante el llenado imprevisto del embalse a partir de la contingencia de 2018, el nivel freático subió, causando algunas inestabilidades en los taludes de las zonas aledañas al cuerpo de agua, motivo que obliga a hacer una revisión de las diferentes localizaciones de los puertos a lo largo del embalse para garantizar que estos se localicen en zonas con bajos riesgos por movimientos en masa.

Adicionalmente, la presencia del cuerpo de agua ha permitido que aquello que influía en el imaginario de los pobladores sobre su territorio se manifieste en hechos reales, entre estos resaltan las necesidades de la población, de tal manera que, bajo demanda de estos, han ratificado la localización de algunos de los puertos propuestos en el plan original, y en otros casos han aparecido puertos que no se contemplaron en su momento.

Finalmente, se tiene una nueva tipología de puertos que al momento de formular el plan inicial no se tuvo en cuenta, pero en la práctica se está llevando a cabo y es la que corresponde a los puertos de carácter institucional. Estos puertos serán empleados principalmente por el operador del embalse EPM para las labores logísticas necesarias para garantizar la operación de este. Un ejemplo que vale la pena mencionar es el nuevo puerto El Ciruelar el cual es empleado por EPM o una empresa contratista para la extracción de la *Eichhornia crassipes*, que puede afectar tanto la calidad del agua como la navegación dentro del cuerpo de agua.

### 5.3. DIAGNÓSTICO

Para realizar la actualización del Plan de Navegación y Conectividad fluvial para el Proyecto Hidroeléctrico Ituango (PHI) se parte de objetivos basados en las necesidades del territorio y sus pobladores: el primero es restaurar las condiciones de conectividad de los pobladores de la región, esto a través de las rutas denominadas locales; el segundo, generar una ruta que conectase a la subregión Occidente con la subregión Norte ya que hasta el momento en que se planteó esta conectividad estaba supeditada a unas cuantas vías en mal estado y todas sobre la cordillera central. Finalmente, el tercer objetivo del plan de navegación es facilitar el acceso a algunas zonas previamente identificadas donde potencialmente se podrían desarrollar otras actividades entre estas el ecoturismo.

Para la ejecución del plan de navegación y conectividad fluvial es necesario estudiar los centros de aforos que surgieron de manera espontánea o pensada en respuesta a las necesidades del territorio, para de esta forma hacer un plan que se ajuste al territorio y a las variables que dinamizan a este, a continuación, se enumeran los puntos de aforos importantes que fueron encontrados en campo como centro de embarque y desembarque de pobladores del territorio.

### 5.3.1. Centros de aforo

La aparición de algunos embarcaderos es la respuesta a las necesidades generadas bien por los procesos durante la contingencia, o bien por las dinámicas que surgieron a partir del llenado del embalse. Con motivo de las necesidades que no se lograron identificar en la planeación inicial del embalse o aquellas que surgieron por los cambios en la dinámica social y comercial, han aparecido algunos embarcaderos los cuales son denominados como “puertos” que desde la experiencia *in situ* han buscado darles solución a la conectividad fluvial dentro del embalse.

#### 5.3.1.1. Embarcadero el Ciruelar

Este puerto está ubicado en la vereda San Cristóbal-Pená del municipio de Sabanalarga conectado por una carretera en terracería que se comunica con la vía principal que va hasta Sabanalarga. Surgió como zona de embarque y desembarque para actividades institucionales como la extracción de buchón de agua, además del transporte de personal técnico y operativo que ejecuta alguna actividad en el embalse.

Aunque en el punto no existe infraestructura portuaria, sí hay una zona de espera para el personal que utiliza este punto de embarque (Fotografía 51); adicional a esto, es importante resaltar que este puerto se encuentra cerca de un campamento del personal técnico y operativo de EPM.

#### Fotografía 51. Condiciones actuales del sector donde está ubicado puerto Ciruelar



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

### 5.3.1.2. *Embarcadero Guayabal*

Este nuevo puerto fue construido en la vereda Buena Vista del municipio de Buriticá, como respuesta a la necesidad de un punto espejo del Puerto La Niquia donde pobladores de zonas rurales como la vereda Buena Vista tuvieran un punto de embarque y desembarque. Aunque no tiene estipulado una tipología, su funcionamiento lo establece como un puerto secundario.

Las instalaciones de este puerto se componen de dos elementos claramente diferenciados: una caseta de espera para la comunidad y establos para los semovientes, y la zona de embarque / desembarque, la cual se encuentra a una distancia aproximada de 300 m (Fotografía 52); es importante destacar que el camino entre estas dos áreas se presenta erosionado debido a las altas pendientes que presenta el camino y al tránsito de semovientes por el mismo.

#### **Fotografía 52. Condiciones actuales puerto Guayabal**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

### 5.3.1.3. *Embarcadero Las Cuatro*

La ubicación dispuesta para este puerto está en la vereda Buena Vista del municipio de Buriticá en uno de los márgenes de la quebrada Las Cuatro. Este puerto también es otro nodo importante del núcleo de restablecimiento de la comunicación y la conectividad del sector central del embalse, hace parte de la respuesta a la desaparición del puente Bocas de Niquia (También llamado Buenavista o Las Animas)

En este sector es común el tránsito de un alto número de arrieros y transeúntes que se dirigen desde sus hogares o lugares de labores hasta Sabanalarga a realizar actividades principalmente socioeconómicas o relacionadas con el sector salud.

### Fotografía 53. Condiciones actuales puerto Las Cuatro



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

En la Fotografía 53 se puede observar que, al igual que en el puerto Guayabal, las instalaciones de este puerto están claramente divididas en dos áreas, la primera corresponde al punto de embarque y desembarque en la parte baja del talud y una zona de espera donde existe una caseta para que los pasajeros esperen, así como una zona de establos para los semovientes. Estas dos áreas se encuentran conectadas por un camino que presenta algún grado de desgaste por sus altas pendientes y el tránsito de animales. Adicionalmente, este puerto posee letreros informativos sobre los horarios, tipos de embarcaciones y capacidades de estas.

#### **5.3.2. Tipos de navegación**

En general la navegación en el embalse surgió con el objetivo de mejorar y restituir las condiciones de conectividad local y regional afectadas por el llenado del embalse y la consecuente ruptura de la conectividad entre las dos laderas.

##### ***5.3.2.1. Navegación local como herramienta para la restitución de la conectividad***

Luego del llenado del embalse la comunicación entre la cordillera central y occidental del río Cauca se vio afectada drásticamente, causando que los pobladores de zonas rurales se vieran directamente afectados por la ruptura de las estructuras de acceso con las cabeceras municipales donde habitualmente podían realizar actividades económicas, políticas, sociales y culturales (abastecimiento de víveres, pago de impuestos, asistencias relacionadas con salud, etc.).

En la zona norte cerca al muro de presa, la restitución de la conectividad se logra a través del puente que pasa por la cresta del muro de presa y reemplaza al puente Pescadero que



comunicaba a Ituango con el Valle de Toledo. Aún, teniendo en cuenta que el restablecimiento de la conectividad se da mediante el puente que pasa por la cresta del muro, se plantearon dos puertos para minimizar el tiempo de viaje de los pobladores debido a que el nuevo puente causa un aumento de 30 minutos de recorrido.

Para la zona central denominada Bocas de Niquia se presenta afectación en la conectividad a causa de la pérdida del puente de La Niquia (o Las Ánimas), por esta razón este tipo de navegación busca restablecer esta comunicación y beneficiar principalmente a los pobladores aledaños al embalse. En esta zona y, debido al ancho del embalse en ese punto (500 metros) se plateó desde el POE 2017 la restitución de la comunicación mediante la implementación de cinco puertos, uno principal, tres secundarios y uno turístico, debido a lo complejo que sería la construcción de un puente en la zona por motivos de la longitud y el diseño.

Para la zona de la cola del embalse, si bien el llenado de este no dejaría sumergido al puente de La Angelina, sí lo pone en situación de riesgo por lo cual deberá ser removido, causando que los centros poblados que históricamente se benefician de su presencia resultasen con un detrimento de la conectividad. Para este sector se establecieron tres puertos con tipología primaria y secundaria para garantizar la conectividad con la posible desaparición del puente La Angelina que actualmente conecta al municipio de Liborina con sectores como Mogotes y La Angelina.

### 5.3.2.2. *Impedimentos para la navegación*

Dada la profundidad que se espera exista en la mayor parte del embalse, así como la morfología de la zona donde está emplazado, es de esperar que sean pocos los accidentes geográficos que pongan en riesgo la navegabilidad en el embalse, sin embargo, las características físico - químicas de agua, lo hacen propenso a la presencia de plantas como el *Eichhornia crassipes* o buchón de agua, las cuales son un verdadero problema para la navegación pues puede llegar a ser tan densa su presencia que bloqueen totalmente el canal navegable.

Esta planta es considerada como invasora por su capacidad de crecimiento, asociada principalmente a la calidad del agua; a mayor cantidad de nutrientes, radiación solar y presencia de materia orgánica, mayor proliferación de esta planta; por esta razón hablar de erradicación es inútil, es por eso que se prefiere hablar de control, este precisamente requiere medidas no solo en el embalse, sino también en las cuencas.

Desde que el proceso de inundación del embalse inició, esta planta empezó a aparecer, localizándose en algunas zonas del cuerpo de agua. A partir del análisis de las imágenes satelitales de la zona, es posible tener un acercamiento a la dinámica de los movimientos de estas masas, y aunque aún es muy prematuro para predecir su comportamiento en el tiempo, sí es cierto que se pueden empezar a tener indicios sobre este.



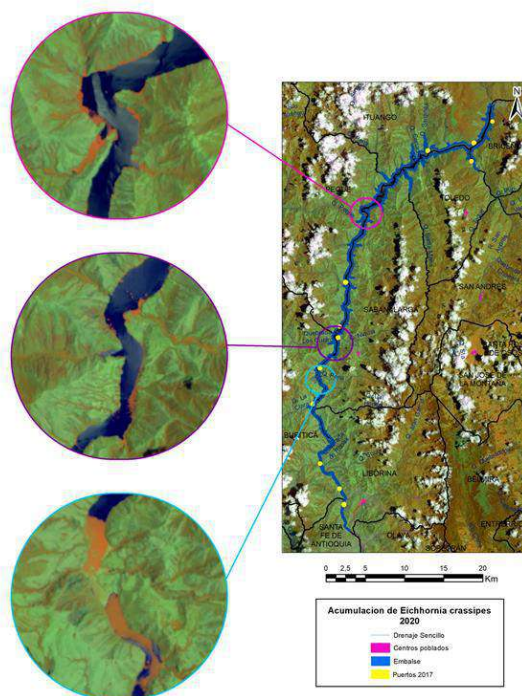
**Fotografía 54. A) foto en campo Mancha de buchón sector La Floresta. B) Foto en campo mancha de buchón de agua sector desembocadura río Peque**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Las imágenes satelitales (Figura 54) permitieron establecer una mancha de *Eichhornia crassipes* ubicada en la parte central del embalse específicamente para la zona de La Floresta, en campo se pudo evidenciar que la información obtenida a partir de las imágenes satelitales coincide con las realidades del territorio, en la 4A se evidencia la mancha de esta planta ubicada en las mediaciones de La Floresta.

**Figura 54. Mancha de buchón de agua durante el embalse**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Este mismo fenómeno se puede contrastar con imágenes satelitales y fotos en campo para la zona de la desembocadura del río Peque. En general, durante el recorrido en campo estas fueron las zonas donde se evidenció mayor porcentaje de buchón de agua, es importante mencionar que en la actualidad existen puertos improvisados destinados a la extracción de este material.

Una de las zonas y puertos para la extracción del material fue el implementado por EPM descrito anteriormente, en la zona se establecieron barreras flotantes a lo largo del embalse, que impedían que los materiales flotantes y el buchón de agua continuaran su recorrido hasta el muro de presa.

### **5.3.3. Navegación durante la contingencia**

Desde la contingencia ocurrida el 28 de abril del 2018 por el taponamiento del túnel auxiliar para desviar el río Cauca, el panorama cambió y en medio de la emergencia surgieron alternativas para solventar muchas variables que causaban afectaciones a los pobladores de los alrededores del proyecto del embalse. La navegación se convirtió en una alternativa de transporte para restablecer la conectividad local que, tradicionalmente, se había realizado a través de puentes tales como Pescadero cerca al muro de presa y Las Ánimas en el sector Bocas de Niquia, los cuales resultaron sumergidos por el nivel del agua en el embalse.

Desde el lunes 30 de abril del 2018 el desplazamiento por el puente El Pescadero fue restringido debido al embalsamiento aguas arriba de la presa y se activó el plan de movilidad alternativo que consiste en el uso de las vías internas del proyecto para la movilidad de la comunidad desde y hacia el casco urbano del municipio de Ituango, en el Norte de Antioquia.

Luego de la contingencia, la navegación se convirtió en una de las herramientas más importantes para restablecer las condiciones de conectividad del municipio de Ituango. Desde el 27 de mayo se activó el transporte por lanchas solo para personas, como resultado de la clausura temporal del túnel vial. En total, se trasladaron 362 personas en lanchas dentro del plan de movilidad hacia Ituango, este tránsito fue realizado a través de los sitios La Curva de La Bruja y El Bombillo, sin embargo se tuvieron que seguir realizando caravanas por el túnel vial para el paso de vehículos para mantener a Ituango conectado por esta razón desde EPM se adelantaron estrategias y pilotajes para poner en funcionamiento un ferri para el transporte de personas, carga y vehículos (Empresas Públicas de Medellín, 2020).

**Fotografía 55. Ferri La Tranquilidad, medio de transporte utilizado durante la contingencia**



Fuente: Pagina Web Medellín Cuenta, cortesía EPM.

El Ministerio de Transporte de Colombia luego de concluir las pruebas técnicas aprobó para el martes 12 de junio la matrícula y patente de operación del ferri La Tranquilidad, que prestaría el servicio de transporte fluvial en el embalse del proyecto hidroeléctrico Ituango, tras cumplir con los requisitos legales, técnicos y las pruebas de flotabilidad, carga, procedimientos de embarque y desembarque y tiempo de recorridos (Fotografía 55). El 15 de junio del 2018 iniciaron las operaciones de transporte de carga, personas y vehículos desde y hacia el municipio de Ituango como alternativa del plan de contingencia relacionado con la movilidad en la zona, en horarios de 6:00 a.m. a 6:00 p.m. con recorridos entre 15 y 20 minutos. El ferri La Tranquilidad fue diseñado con metros 20 de largo por 6,7 metros de ancho, con una capacidad para movilizar hasta de 40 toneladas por recorrido y operado a una velocidad de 3 kilómetros por hora (Empresas Públicas de Medellín, 2020).

Posteriormente se implementaron 2 ferris más y un total de 5 lanchas para complementar la conectividad en el sector Bocas de Niquia el cual es un punto estratégico para la conectividad de los municipios de Sabanalarga, Peque y Buriticá, debido a la desaparición del puente Bocas de Niquia (También llamado Buenavista o Las Animas). Es importante mencionar que este servicio de transporte fluvial desde el primer día de su funcionamiento hasta la actualidad se ha sostenido como un servicio totalmente gratuito para toda la comunidad.

**Fotografía 56. Vía que sobre la cresta del muro de presa.**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Para el viernes 8 de noviembre del 2019 EPM puso en funcionamiento la vía sobre la cresta del muro de presa (Fotografía 56) como alternativa permanente de restitución de la conectividad para el municipio de Ituango, sin embargo y en acuerdo con la comunidad se acordó que el servicio de ferry operado en la zona se prestará hasta finales del año 2019.

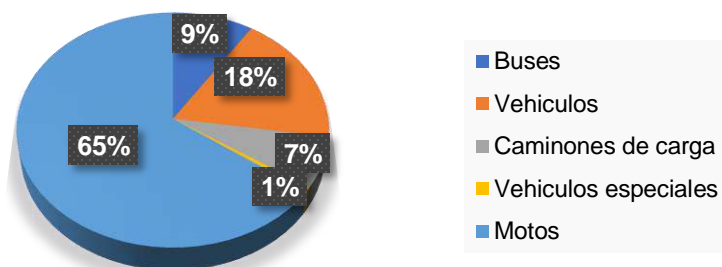
#### **5.3.3.1. Tránsito post contingencia en el sector de Muro de Presa**

Durante la contingencia y luego de la implementación del sistema de transporte fluvial desde la curva de las brujas en Toledo hasta el sector Bombillo en Ituango, la naviera encargada de brindar el servicio realizó el consolidado de transporte de personas y vehículos obteniendo información relevante para la determinación de las necesidades socioeconómicas, culturales y sociales para este sector del embalse.

Los datos suministrados datan del 15 de junio del 2018 hasta el 2 de enero del presente año, dando información de cantidad, tipo de uso, zarpes y tipo de embarcación utilizada para el transporte. La totalidad de los viajes realizados a través de los 18 meses de funcionamiento de los ferris La Tranquilidad y la Esperanza con una totalidad aproximada de 14354 zarpes.



**Figura 55. Consolidados de total tipo de vehículos transportados en ferris sector muro de presa**

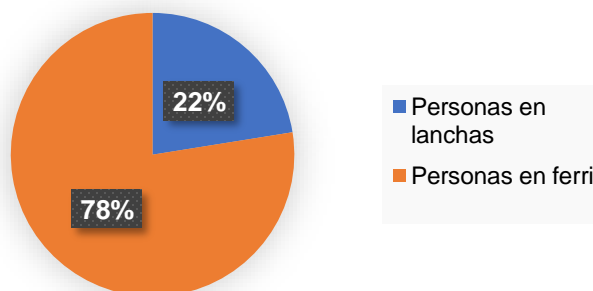


Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

El anterior diagrama permite una aproximación a la dinámica socioeconómica del sector muro de presa específicamente de municipio de Ituango, esta zona posee una dinámica social de tipología Urbana lo cual se ve claramente identificado por la cantidad de vehículos transportados en los ferris, en la Figura 55 se evidencia lo importante que fue la construcción del nuevo puente sobre el muro de presa, consecuente a la gran cantidad de vehículos que circulan por esta zona, este permite autonomía de tránsito para los pobladores. Las motos son el transporte más transportado en los ferris, representan un 65 % de los vehículos que utilizaron este transporte fluvial. Se debe aclarar que durante la contingencia también se hicieron muchas caravanas planificadas previamente para el paso por el túnel vial, lo que implica que la información consignada en este documento no representa la totalidad del tránsito en la zona, las cifras totales son mayores teniendo en cuenta la utilización del nuevo puente desde su apertura.

El tránsito de personas fue realizado mediante la utilización de dos sistemas de transporte fluvial; ferris y lanchas. En la Figura 56, se presenta el consolidado de las personas que utilizaron el sistema de conectividad implementado durante la contingencia, estos datos tienen un marco temporal que va desde el 15 de junio del 2018 hasta el 2 de enero del presente año.

**Figura 56. Transporte de personas sector muro de presa**

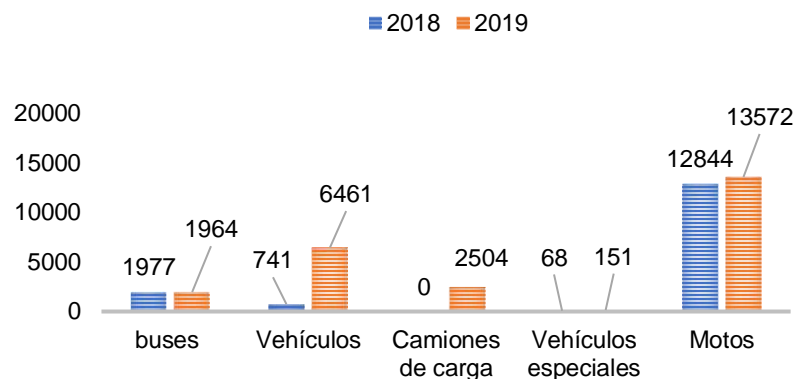


Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).



Aunque en Figura 56 se evidencia que el 78 % de las personas que se movilizaron en el sector de muro de presa utilizaron los ferris, también es importante anotar 62318 personas correspondientes al 22 % del total utilizaron el servicio de lanchas, lo que permite suponer que no cuentan con transporte propio.

**Figura 57. Transporte en Ferri sector muro de presa del 15 de junio al 15 de diciembre**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

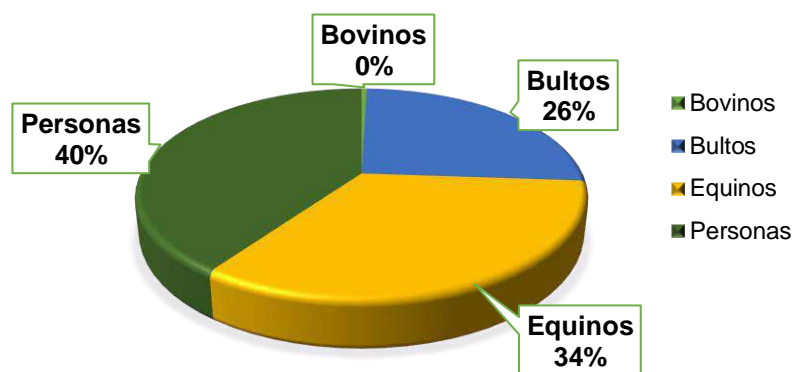
Una forma de evaluar la efectividad del plan de navegación durante la contingencia se logra comparando las cifras de vehículos transportados para dos periodos iguales, la Figura 57 es la recopilación de los datos correspondientes a 6 meses desde el 15 de junio hasta el 15 de diciembre correspondientes a dos años, 2018 y 2019. Esta tabla de frecuencia evidencia claramente un aumento notable de las cifras entre ambos años a pesar de la aplicación de otras estrategias como caravanas por el túnel vial esporádicas, todo esto referencia la aceptación del plan de transporte fluvial implementado durante la contingencia, sin embargo es importante tener en cuenta que durante los 6 meses correspondiente al año 2018 se estaba iniciando la implementación del plan, existen muchos factores que pueden influir en la no utilización del sistema en sus primeras etapas, entre estas puede estar la confianza de los pobladores hacia este tipo de transporte, ya que, aunque esta región ha girado históricamente alrededor del río Cauca, son pocos los que se han atrevido a utilizarlo como vía de transporte. Los valores reflejando para el periodo 2019 muestran un notorio incremento que puede ser reflejo del aumento en la confianza del sistema, así como la reducción de las caravanas a través del sistema vial del proyecto. Una evidencia contundente de esto es la petición de la comunidad de continuar por un tiempo el transporte fluvial para el sector muro de presa luego de la inauguración del puente en la zona.

### 5.3.3.2. Tránsito post contingencia sector Bocas de Niquia

El plan de navegación y conectividad post contingencia para la zona central del embalse se aplicó posterior al de la zona del muro de presa, debido a que el puente Las Ánimas se encuentra localizado mucho más al sur del antiguo Puente Pescadero y en una cota mucho mayor, causando que la inundación llegase tiempo después.

Para este sector también se contó con información sobre el consolidado del transporte ejecutado durante la contingencia desde el 1 de septiembre hasta el 2 de enero del 2020, donde se contabilizaron la cantidad de personas, bovinos, bultos y equinos transportados en los ferris durante el periodo de tiempo ya mencionado.

**Figura 58. Transporte en ferry sector Bocas de Niquia del 1 de septiembre del 2018 al 2 de enero del 2020**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

En la Figura 58 se puede observar el consolidado de los viajes para el sector Bocas de Niquia, y es posible interpretar que la zona presenta una dinámica socioeconómica y cultural asociada principalmente a actividades agropecuarias, y donde los pobladores recurren a la cabecera municipal de Sabanalarga para realizar intercambio de productos (cerca del 60% del transporte está asociado a semovientes y/o carga tipo bultos), actividades comerciales, sociales y relacionadas con salud.

### **5.3.3.3. Presencia de *Eichhornia crassipes* en el cuerpo de agua**

En su momento se pensó que la presencia de esta planta en el cuerpo de agua sería algo inevitable. Lo que no se pensó fue que, a corto plazo se generarán unas manchas con un tamaño y una densidad tal que impidiera el tránsito de embarcaciones y el operador se vio en la necesidad de empezar un proceso de recolección o cosecha y disposición de este material vegetal.

Otro factor que al menos desde el imaginario era impensable fue la zona donde se acumuló dicha planta, al sur del puerto de La Niquia, siendo que se pensaba que la concentración se daría en el sector de La Angelina, lugar donde se encuentra la cola teórica del embalse.

Al analizar las imágenes satelitales, (Figura 54), es posible suponer el porqué de la aglomeración en este sector y se puede concluir que para la época de análisis de las imágenes satelitales (marzo de 2020), la acumulación se presenta como está previsto en la zona de salto hidráulico del cuerpo de agua, la cual para esas fechas se encuentra precisamente en la zona de acumulación. Con esta conclusión, es posible suponer que una vez culmine el llenado final del embalse, la mancha de *Eichhornia crassipes*, tienda a migrar hacia el sur y localizarse en la zona que inicialmente se sospechaba iba a albergar dichos cúmulos. Aun teniendo en cuenta lo anterior, también se observan algunas manchas de esta planta que no están asociadas al flujo proveniente del río Cauca, sino que se pueden asociar a las cuencas que aportan sus aguas al embalse, para estos casos, es posible que los parches de *Eichhornia crassipes* permanezcan donde están sin mayores modificaciones. Un factor definitivo es el sistema planetario de vientos con presencia local y según la temporada. Los Alisios del Noreste entran por el cañón y empujan con fuerza de norte a sur arrinconando el buchón en las zonas tributarias de ríos y quebradas.

#### 5.4. PLAN DE NAVEGACIÓN Y CONECTIVIDAD FLUVIAL

A lo largo de los 68 kilómetros que tiene embalse, se cuenta con un total de 17 puertos distribuidos en 3 principales, 7 secundarios, 5 turísticos y dos institucionales (Figura 59). Todos estos han sido establecidos según las necesidades encontradas en el territorio, buscando restablecer y mejorar las condiciones de navegabilidad y conectividad para todos los pobladores del embalse, por ello se estudió cada significativamente para obtener puertos pertinentes y con tipologías acordes a la potencialidad de cada zona específicamente.

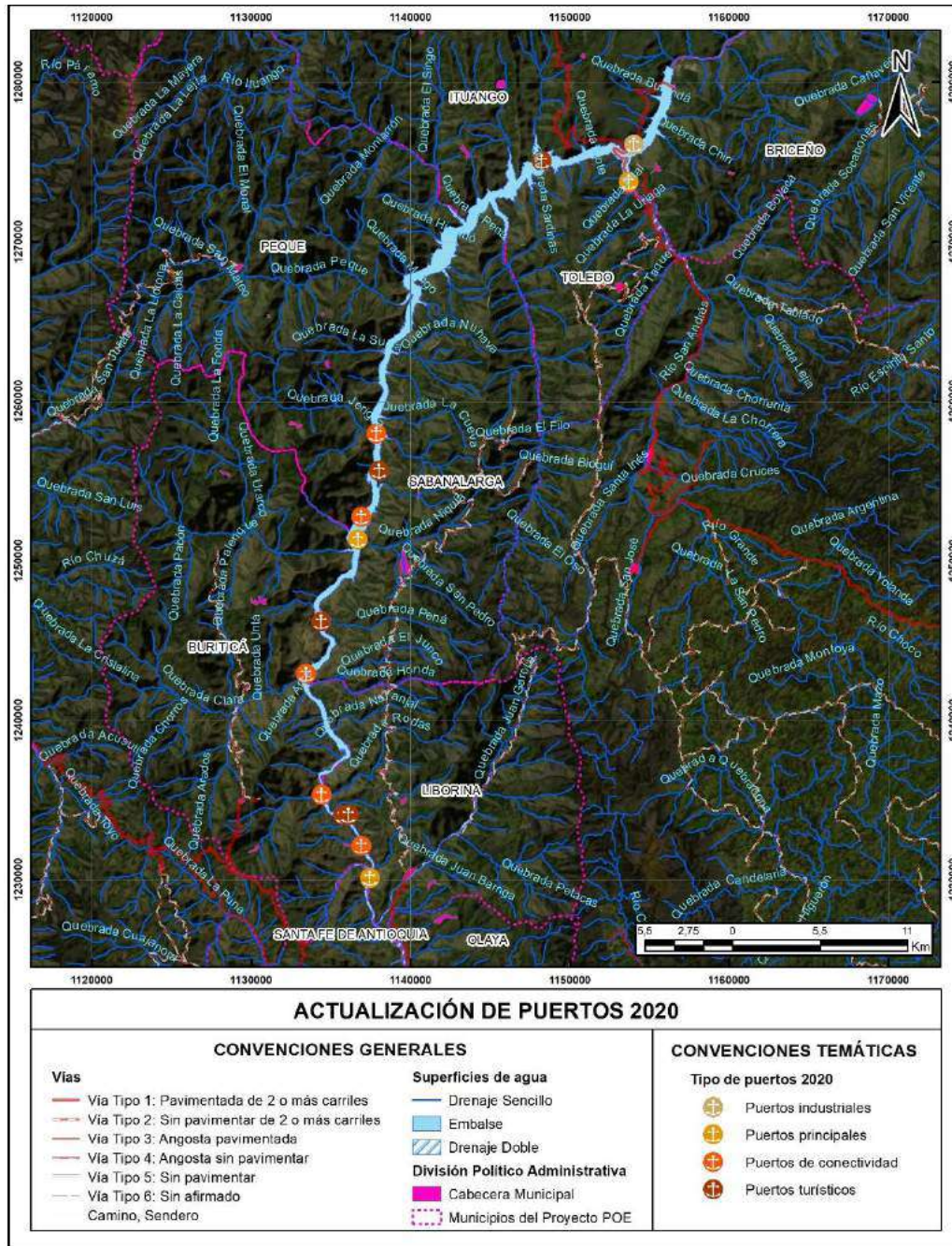
En general algunos puntos aparecen como el resultado de la existencia de actividades de navegación actuales que responden a la demanda de conectividad de los pobladores, principalmente a nivel secundario aparecen dos puertos (Guayabal y Las Cuatro) que actualmente funcionan en beneficio de los pobladores de la zona central del embalse, Por otra parte se establecen 5 puertos turísticos buscando potencializar zonas de interés ecoturismo dentro del embalse, para de esta forma dinamizar la economía en la zona, finalmente surge una nueva tipología asociada a puertos que actualmente realizan actividades netamente institucionales.

##### 5.4.1. Tipos de puertos

La tipología de los puertos y sus características son una respuesta a las necesidades en el entorno del embalse, en donde es ineludible restablecer y mejorar la comunicación y la conectividad de los pobladores de la zona. Adicional a esto, los puertos buscan potenciar la posibilidad de tener zonas especiales para el desarrollo de actividades turísticas que dinamicen todos los factores socioeconómicos de los habitantes dentro del área de influencia del embalse.

Teniendo en cuenta lo anterior, se proponen cuatro tipologías que enmarcan el plan de navegación y conectividad fluvial (Puertos principales, de conectividad, turísticos e industriales), los cuales están asociados a las diferentes actividades de operación dentro del embalse y el Proyecto Hidroeléctrico Ituango.

Figura 59. Ubicación de los puertos POE 2020



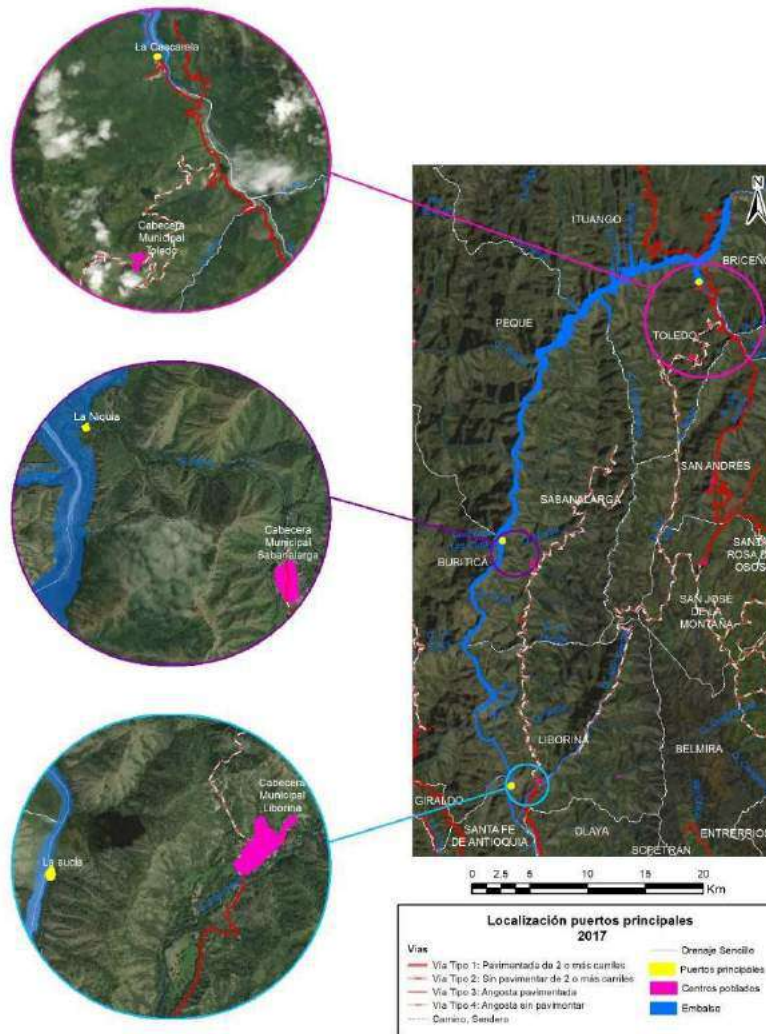
Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).



### 5.4.1.1. Puertos principales

Los puertos principales poseen como objetivo general; establecer y mejorar las condiciones de comunicación y conectividad para los pobladores de todo el embalse, en total el inventario de puertos principales queda en un total de tres puertos (Puerto Brujas, Puerto la Niquia y Puerto Juan García), Estos tienen como común denominador que se encuentran cerca de centros poblados con algún nivel de importancia e infraestructura de atención, así como que están localizados sobre la cara oeste de la Cordillera Central; esto último, está motivado debido a que históricamente este lado del cañón del río Cauca ha tenido un mayor desarrollo de infraestructura vial(Figura 60).

Figura 60. Ubicación Puertos Principales POE 2020



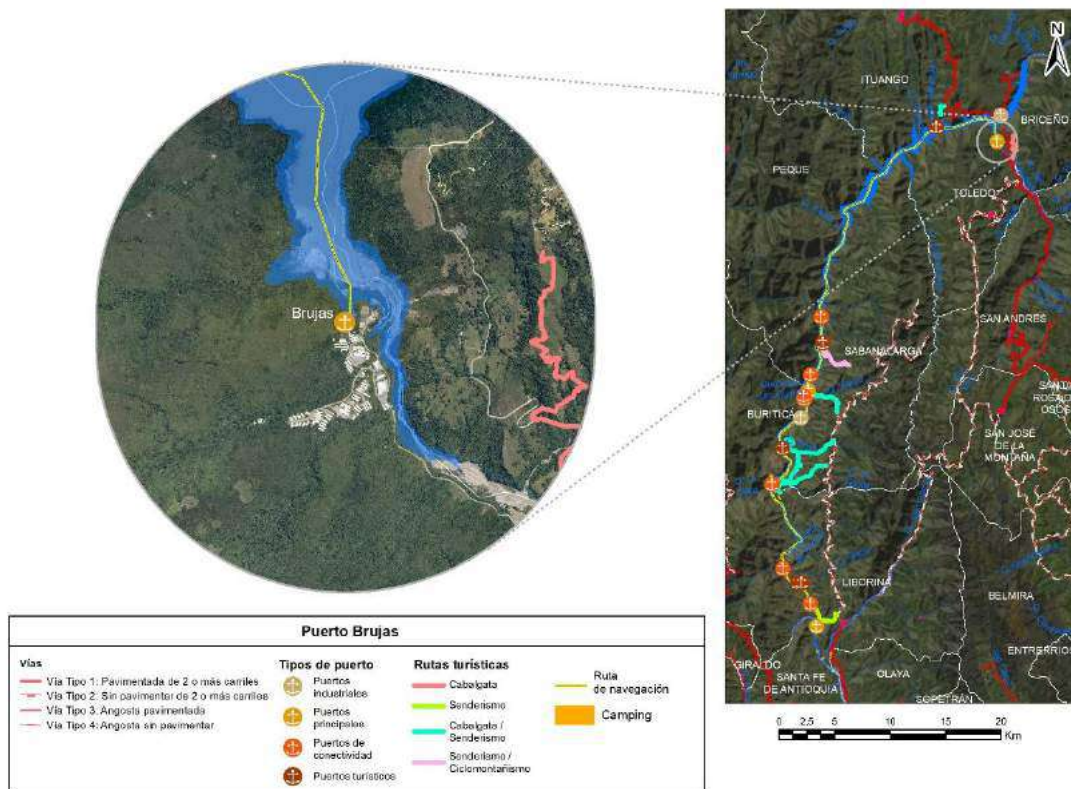
Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).



- Puerto Brujas

Puerto Brujas es la respuesta oportuna a las necesidades que surgieron durante la contingencia, por esto y por su cercanía al muro de presa se valida como un puerto principal, cuyo enfoque primario será el institucional, sin embargo, una vez entre en operación la ruta regional, este puerto será una de las terminales extremas de dicho recorrido, se valida la misma ubicación debido a que no existen variables técnicas (Tabla 53) que condicionen o limiten su operación y cuenta con la ventaja de estar muy cerca de los campamentos del operador (Figura 61).

**Figura 61. Ubicación Puerto Brujas POE 2020**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Este puerto se establece como un híbrido entre puerto principal e industrial por las siguientes razones: a nivel regional cobra importancia como puerto primario para convertir los 78 kilómetros longitudinales del embalse en una vía fluvial que permita la conexión entre las subregiones Occidente y Norte.

**Tabla 54. Características técnicas y de uso del Puerto Brujas**

<b>Nombre</b>	Puerto brujas
<b>Tipología</b>	Principal / Industrial
<b>Municipio</b>	Toledo
<b>Vereda</b>	La cascarela
<b>Vías de comunicación terrestre</b>	Vía principal hacia San Andrés de Cuerquia
<b>Localización</b>	1153698 E 1273757 N
<b>Área disponible</b>	0.2 ha
<b>Topografía</b>	Montañoso
<b>Amenaza por movimiento en masa</b>	Muy bajo - bajo
<b>Amenaza por avenida torrencial</b>	Muy baja
<b>Zona de Conservación</b>	no
<b>Puertos vinculados</b>	Sardinas, la Niquia
<b>Estado</b>	En uso

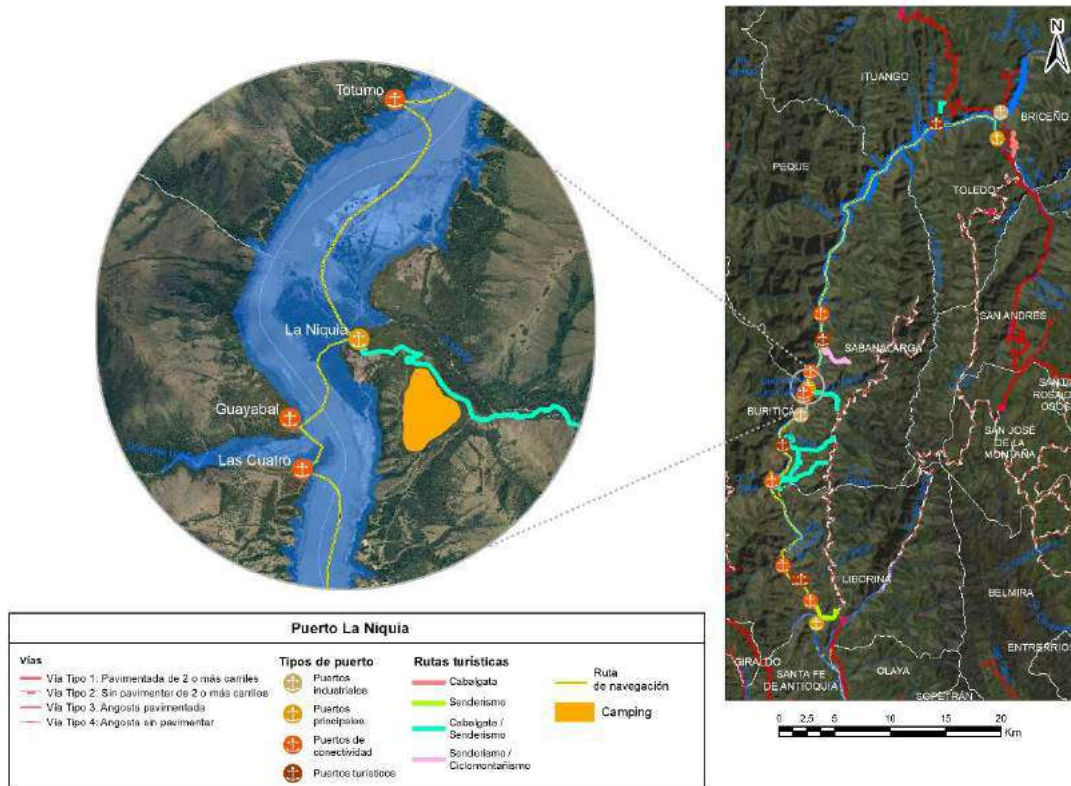
Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Frente al planteamiento institucional es menester aclarar que luego de la suspensión de las actividades portuarias ejecutadas durante la contingencia este puerto pasó a ser un punto importante de embarque y desembarque para actividades institucionales en el marco de la ejecución de obras y tareas concernientes a la puesta en marcha del proyecto hidroeléctrico.

- Puerto La Niquia

Puerto la Niquia se ratifica como unos de los centros de aforos más importantes durante todo el embalse, está ubicado en la vereda san Cristóbal perteneciente al municipio de Sabanalarga en el sector denominado bocas de Niquia (Figura 62), luego del análisis de la actualización del mapa de movimientos en masa no se encontró ninguna alerta, se ubica en una zona de amenaza baja y muy baja (Tabla 54) lo cual sigue permitiendo que en la zona se continúen desarrollando las actividades de conectividad y comunicación para los pobladores.

Figura 62. Ubicación Puerto La Niquia POE 2020



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

En la Tabla 53 se observan las características técnicas y de uso determinadas para este puerto, ubicado en la vereda San Cristóbal, en general no existen ninguna señal técnica de alarma que condicionen cambios importantes de uso, tipología o ubicación para Puerto La Niquia. Para el presente Plan de Navegación y Conectividad, se reafirma la pertinencia del puerto por sus características especiales como punto de aforo para las comunidades, además de su importancia para potencializar zonas aledañas de Camping planteadas en el plan de turismo.

Tabla 55. Características técnicas y de uso del Puerto La Niquia

<b>Nombre</b>	La Niquia
<b>Tipología</b>	Principal
<b>Municipio</b>	Sabanalarga
<b>Vereda</b>	San Cristóbal

<b>Vías de comunicación terrestre</b>	Camino hacia Sabanalarga
<b>Localización</b>	1136706 E
	1251325. N
<b>Área disponible</b>	0.3 ha
<b>Topografía</b>	Ondulado a montañoso
<b>Amenaza por movimiento en masa</b>	Muy bajo
<b>Amenaza por avenida torrencial</b>	Baja
<b>Zona de Conservación</b>	No
<b>Puertos vinculados</b>	Barbacoas, guacamayas, totumo, guayabal, las cuatro, la floresta, Carauquia
<b>Estado</b>	En uso

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Siendo este un punto de aforo importante para la zona central del embalse se recomienda mejorar las condiciones del camino de arrieros que comunica este punto con el municipio de Sabanalarga (Fotografía 57), entre estas mejoras es importante establecer señalización que facilite el tránsito por el camino en cualquier horario. Por otra parte, dada su tipología primaria, así como el alto flujo de personas es importante mejorar la infraestructura y sus características arquitectónicas en el apartado 6.4 se pueden profundizar sobre las recomendaciones generales para Puertos principales.

#### **Fotografía 57. Condiciones del camino de arrieros hacia Sabanalarga**



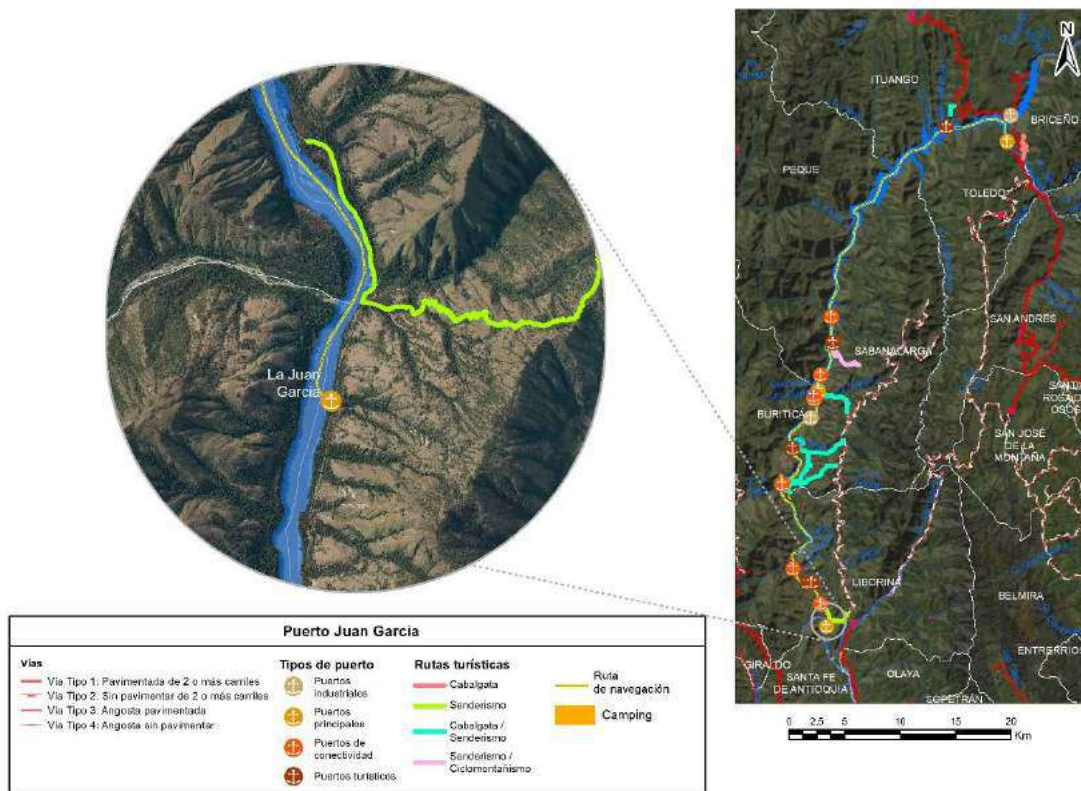
Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).



- Puerto Juan García

Por la importancia de restablecer la conectividad en la zona, desde la Universidad Nacional de Colombia se planteó que el puerto se localizará en inmediaciones de la vereda **La Sucia** en el municipio de Liborina (Figura 63), teniendo en cuenta que tal vez no se tuvieran las mejores condiciones para ejecutar esta infraestructura de nivel primario, pero se contaba con buena conectividad vial hacia la cabecera del municipio de Liborina.

**Figura 63. Ubicación Puerto Juan García POE 2020**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Aún, cuando la conectividad del sector de la cola del embalse no se ha visto afectada por los acontecimientos que precipitaron la entrada en funcionamiento de la navegación en la zona centro y norte; es cierto que en un futuro próximo el nivel del embalse será tal que el puente La Angelina que en la actualidad es el articulador de la conectividad deberá ser inhabilitado (el nivel del embalse podrá afectar seriamente la estabilidad de los cimientos



de dicha estructura) y, por lo tanto, se deberá buscar una nueva forma de generar dicha conectividad. Sin embargo, esta nueva manera de generar la conectividad puede ser realizada a través de un nuevo puente localizado aguas arriba de su actual posición o mediante la navegación.

La decisión final de la forma de generar dicha conectividad será tomada por la Sociedad Hidroeléctrica Ituango en función de la economía del proyecto y el impacto que este tenga sobre la población de la zona, sin embargo, la viabilidad de la navegación podrá verse comprometida.

Bajo este último escenario tener infraestructura portuaria perdería toda importancia, no obstante, la cantidad de posibles emplazamientos turísticos y la dificultad para acceder a estos, hacen que este puerto aún, en la posición del escenario de la relocalización de los centros poblados sean de interés para la zona y para la región en general (Figura 57).

Se propone el cambio del nombre del puerto a Juan García en reemplazo de puerto La Sucia debido a su lejanía con el afluente de la sucia, para evitar confusiones espaciales.

Concerniente a la parte técnica de este punto, no se suponen variables de riesgo importantes que sugieren la relocalización de puerto La Sucia (Tabla 55), igualmente se fortalece su importancia para la conectividad local y regional por eso se proyecta como uno de los 3 puertos principales dentro del embalse.

**Tabla 56. Características técnicas y de uso Puerto Juan García**

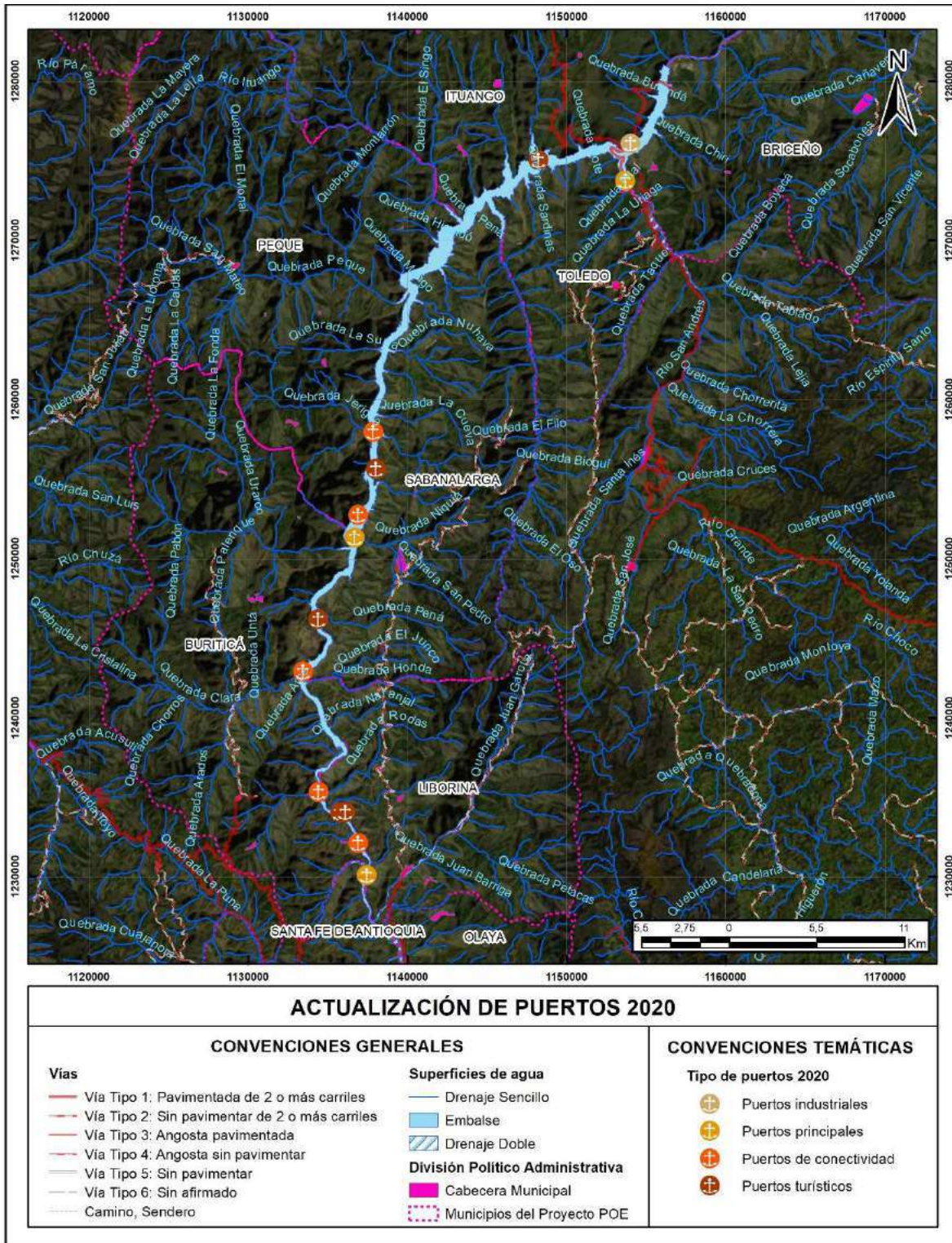
<b>Nombre</b>	Juan García
<b>Tipología</b>	Principal
<b>Municipio</b>	Liborina
<b>Vereda</b>	La sucia
<b>Vías de comunicación terrestre</b>	Vía destapada hacia Liborina
<b>Localización</b>	1137466 e 1230098 n
<b>Área disponible</b>	0.75 ha
<b>Topografía</b>	Escarpado
<b>Amenaza por movimiento en masa</b>	Muy bajo - medio
<b>Amenaza por avenida torrencial</b>	Muy baja
<b>Zona de conservación</b>	no
<b>Puertos vinculados</b>	Mogotes, La Angelina, el Diomate, la playa del amor, la Niquia
<b>Estado</b>	Proyectado

Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

#### **5.4.1.2. Puertos de Conectividad**

Los puertos de conectividad son aquellos que sirven de complemento a los puertos principales para garantizar la conectividad local y potenciar la conectividad regional. Como común denominador tienen que se encuentran sobre la cara este de la cordillera occidental, esto es se puede deber a que históricamente las veredas de ese lado del cañón del río Cauca han presentado un menor desarrollo vial y solo cuentan con caminos de herradura (Figura 64).

Figura 64. Ubicación puertos de conectividad POE 2020



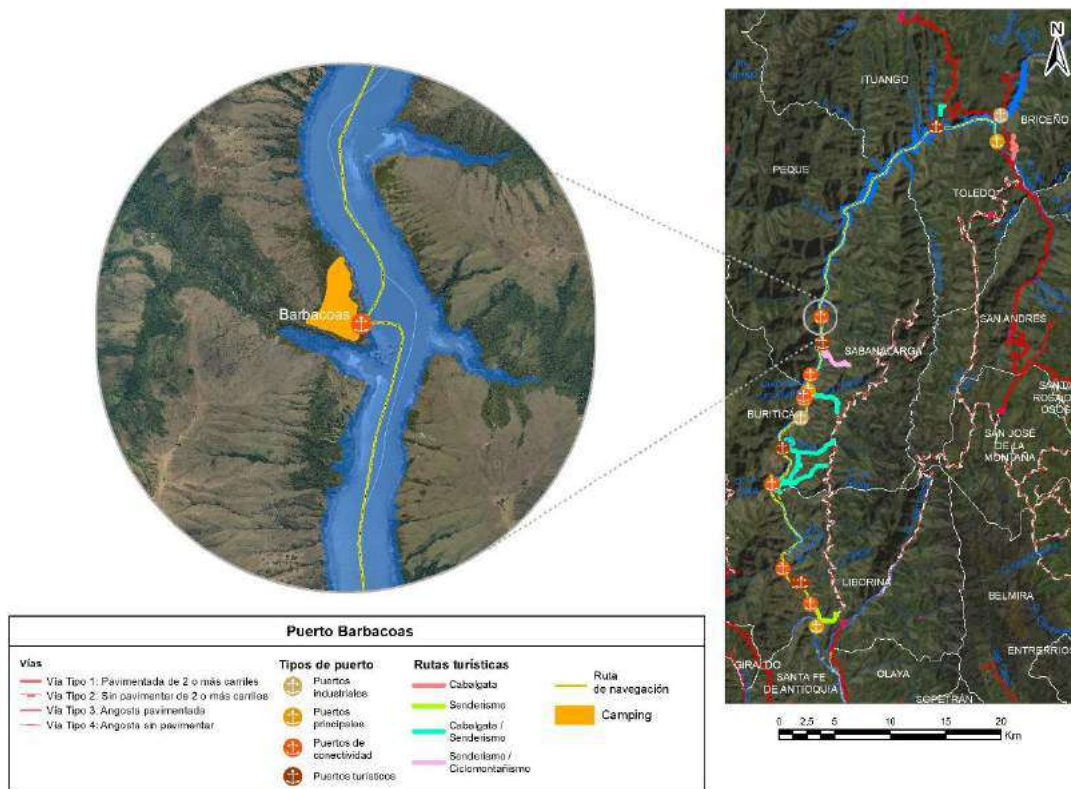
Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).



- Puerto Barbaocoas

Una vez realizada la fase de campo, se evidencia que este puerto se encuentra operativo en inmediaciones del corregimiento Barbaocoas (Peque) actualmente presentan condiciones que pueden representar riesgo para la población que lo utiliza, como lo son: el estar localizado en un área catalogada como zona de amenaza alta por movimiento en masa de acuerdo a la delimitación de Integral (2019) (este tema se profundiza en el Anexo de Amenazas), lo que significa que está expuesto y en riesgo frente a este tipo de fenómeno amenazante, tener un riesgo medio – alto por avenida torrencial, y contar con pendientes incluso escarpadas.

**Figura 65. Ubicación puerto Barbaocoas**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Dadas las condiciones anteriormente descritas y, teniendo en cuenta que la infraestructura emplazada en el lugar aún es básica, se propone trasladar el puerto 100 metros en dirección Norte (Figura 64). Para este punto, si bien las condiciones de pendientes se mantienen, según la zonificación planteada por Integral (2019) la amenaza por movimiento en masa se

reduce a muy baja y media (para más información al respecto ver Anexo de Amenazas), reduciendo a su vez los riesgos futuros del terreno a desestabilizarse; además el riesgo por avenida torrencial se reduce considerablemente.

**Tabla 57. Características técnicas y de uso para Puerto Barbacoas**

<b>Nombre</b>	Barbacoas
<b>Tipología</b>	De conectividad
<b>Municipio</b>	Peque
<b>Vereda</b>	Barbacoas
<b>Vías de comunicación terrestre</b>	Camino a vereda renegado(peque)
<b>Localización</b>	1137872 E 81257962 N
<b>Área disponible</b>	0.15 ha
<b>Topografía</b>	Montaño – muy escarpado
<b>Amenaza por movimiento en masa</b>	Muy bajo - media
<b>Amenaza por avenida torrencial</b>	Muy baja
<b>Zona de conservación</b>	No
<b>Puertos vinculados</b>	Carauquia, totumo, la Niquia
<b>Estado</b>	En uso

Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Desde la parte técnica para la nueva ubicación se ratifica la importancia de la operación de la actividad de navegación y conectividad en Barbacoas para el beneficio de la comunidad, por lo anterior desde esta actualización y luego del análisis de información de campo y secundaria (Tabla 56) se recomienda la continuidad del puerto, sin desestimar la ejecución de estudios de estabilidad local antes de la relocalización.

- Puerto Totumo

Este embarcadero fue planteado para complementar la conectividad en la zona, buscando ofrecer un sitio de aforo de algunas comunidades y evitando así desplazamientos de considerables distancias.



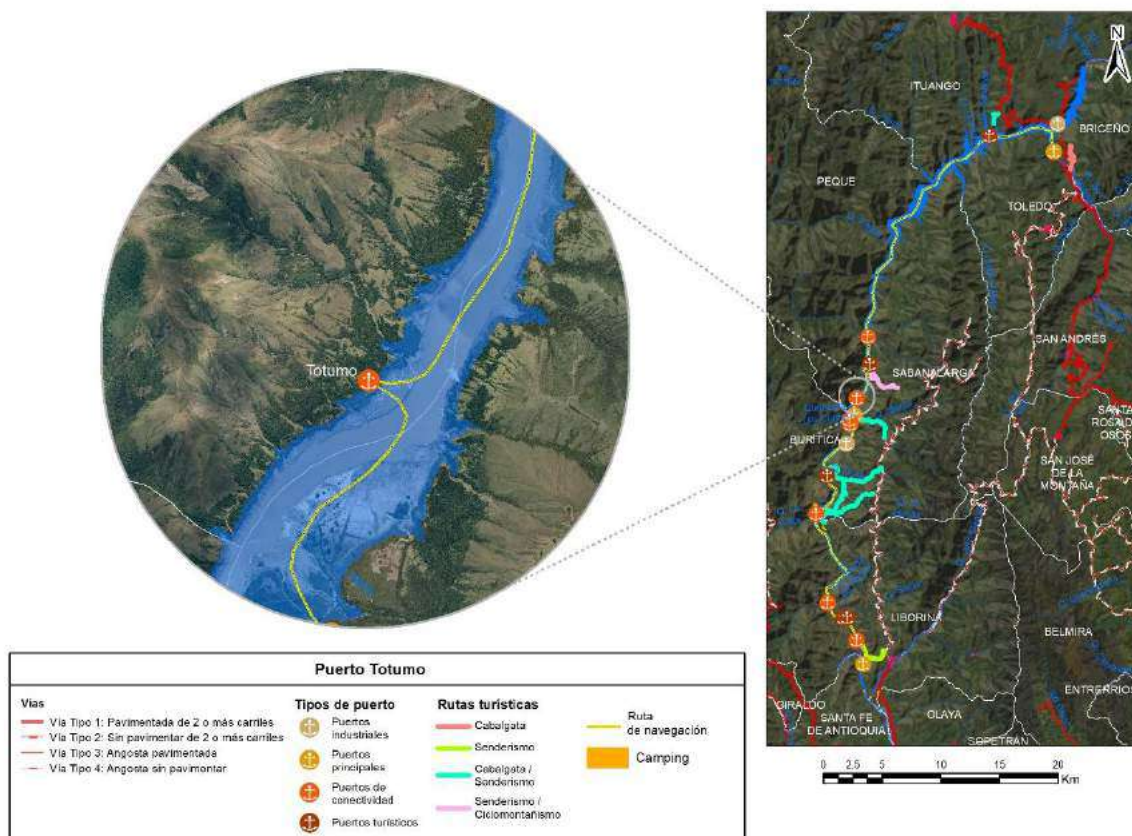
### Fotografía 58. Condiciones actuales Puerto Totumo



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Actualmente este puerto es llamado El Totumo, conserva aproximadamente la misma ubicación de Puerto Barbacoas sur (Figura 65) además según su uso también está cumpliendo la misma función de puerto secundario en concordancia con su diseño inicial. En diálogos con uno de los operadores de los ferris se logró determinar que este puerto es uno de los puntos donde más afluencia de pasajeros existe, muchos arrieros y pobladores rurales llegan hasta este punto para dirigirse a Sabanalarga a realizar sus actividades socioeconómicas.

Figura 66. Condiciones actuales Puerto Totumo



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

En cuestión a infraestructura también está equipado con una caseta para la espera de las embarcaciones y un establo para semovientes (Fotografía 58), además existen infografías informativas sobre el uso, horarios y capacidad de las embarcaciones

Tabla 58. Características técnicas y de uso del Puerto Totumo

<b>Nombre</b>	Totumo
<b>Tipología</b>	De conectividad
<b>Municipio</b>	Peque
<b>Vereda</b>	Totumo
<b>Vías de comunicación terrestre</b>	Camino a vereda el agrario(peque)
<b>Localización</b>	1136919 E
	1252742 N

<b>Área disponible</b>	0.11 ha
<b>Topografía</b>	Escarpado
<b>Amenaza por movimiento en masa</b>	Baja - media
<b>Amenaza por avenida torrencial</b>	Baja
<b>Zona de conservación</b>	No
<b>Puertos vinculados</b>	Carauquia, barbacoas, la Niquia
<b>Estado</b>	En uso

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

A nivel técnico no existe ninguna variable que influya notablemente para la no prestación del servicio o la continuidad operativa de puerto Totumo, la Tabla 57 muestra de manera resumida las variables técnicas actuales para esta zona específicamente.

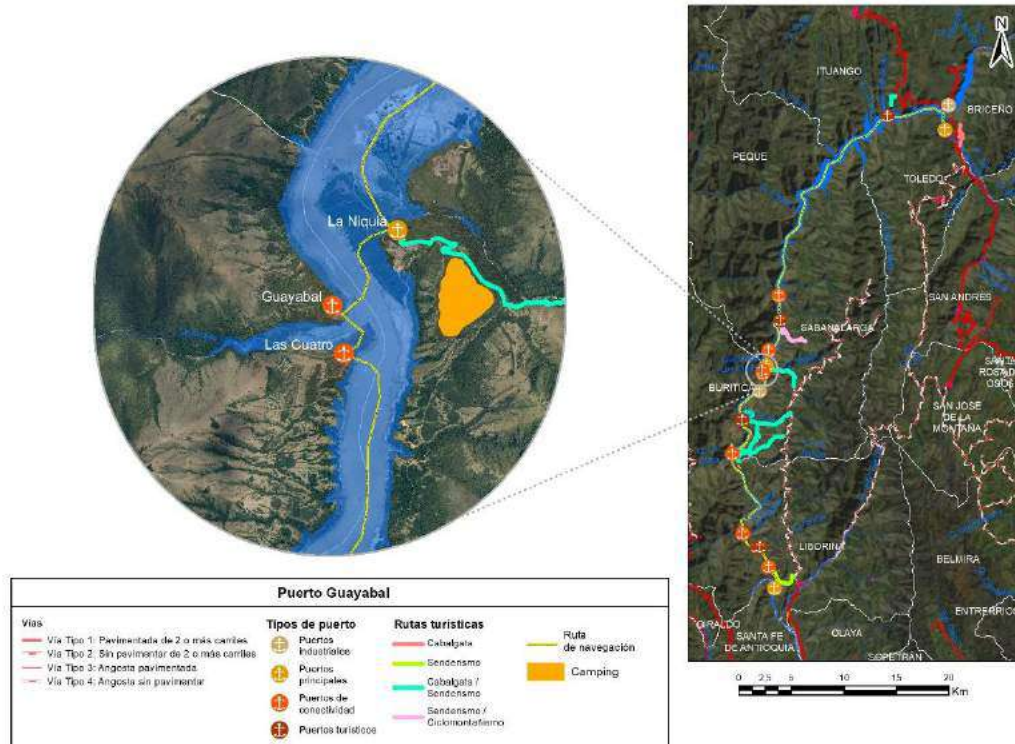
- Puerto Guayabal

Este nuevo puerto fue construido en la vereda Buena Vista del municipio de Buriticá (Figura 66) como respuesta a la necesidad de un punto espejo del Puerto La Niquia donde pobladores de zonas rurales como la vereda Buena Vista tuvieran un punto de embarque y desembarque. Aunque no tiene estipulada una tipología, su funcionamiento lo establece como un puerto de conectividad.

Las instalaciones de este puerto se componen de dos elementos claramente diferenciados: una caseta de espera para la comunidad y establos para los semovientes, y la zona de embarque / desembarque, la cual se encuentra a una distancia aproximada de 300 m (Fotografía 59); es importante destacar que el camino entre estas dos áreas se presenta erosionado debido a las altas pendientes que presenta el camino y al tránsito de semovientes por el mismo.



**Figura 67. Condiciones actuales Puerto Guayabal**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

**Fotografía 59. Condiciones actuales puerto Guayabal**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).



Referente a la ubicación actual se evaluaron las principales variables de riesgo que podría afectar la prestación del servicio de este puerto y se concluyó que, aun estando localizado en una zona muy escarpada, no es necesario relocalizarlo, ya que no existe ningún factor relevante que impida la actividad en la zona, en la Tabla 59 se observa a detalle la información técnica y de uso del puerto.

**Tabla 59. Características técnicas y de uso de Puerto Guayabal**

<b>Nombre</b>	Guayabal
<b>Tipología</b>	De conectividad
<b>Municipio</b>	Buriticá
<b>Vereda</b>	Guayabal
<b>Vías de comunicación terrestre</b>	Camino a la vereda Buenavista
<b>Localización</b>	1136297 E
	1250854 N
<b>Área disponible</b>	0.54 ha
<b>Topografía</b>	Plano – muy escarpado
<b>Amenaza por movimiento en masa</b>	Media
<b>Amenaza por avenida torrencial</b>	Baja
<b>Zona de conservación</b>	no
<b>Puertos vinculados</b>	La Niquia, Las Cuatro, La Floresta, Carauquia
<b>Estado</b>	En uso

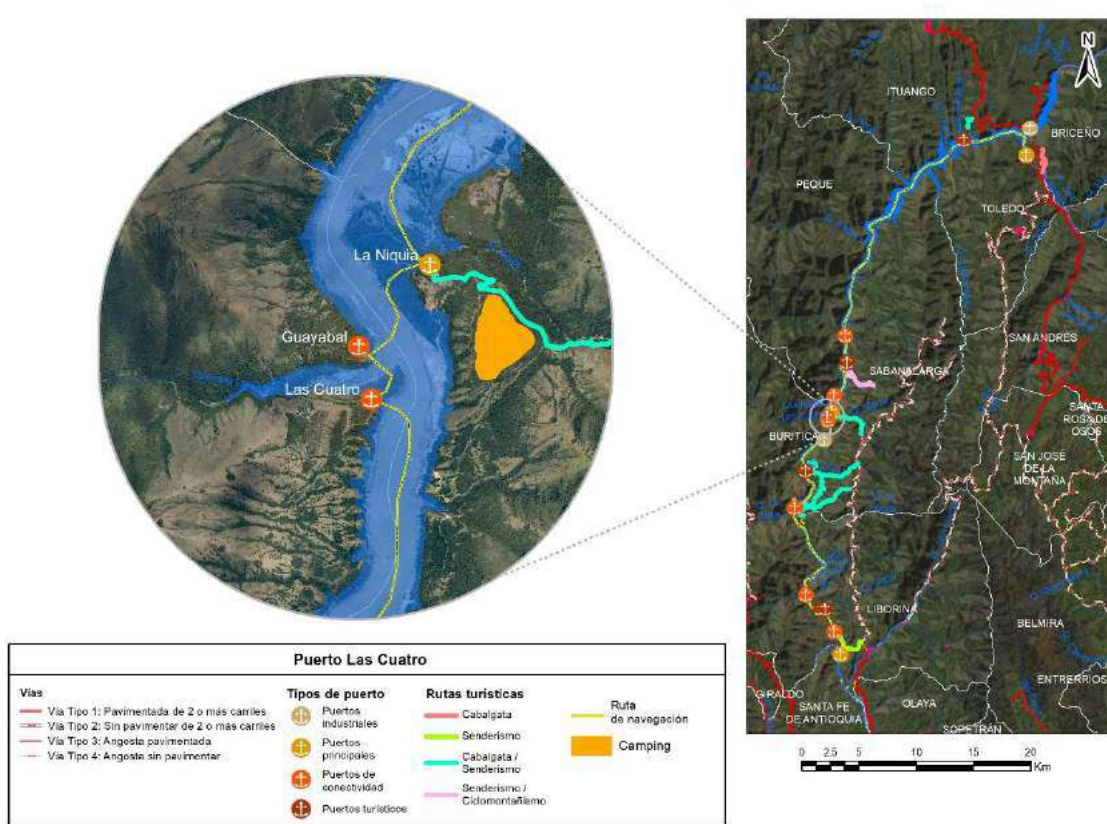
Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

- Puerto Las Cuatro

La ubicación dispuesta para este puerto está en la vereda Buena Vista del municipio de Buriticá (Figura 67) en uno de los márgenes de la quebrada Las Cuatro. Este puerto también es otro nodo importante del núcleo de restablecimiento de la comunicación y la conectividad del sector central del embalse, hace parte de la respuesta a la desaparición del puente Bocas de Niquia (También llamado Buenavista y Las Ánimas).

En este sector es común el tránsito de un alto número de arrieros y transeúntes que se dirigen desde sus hogares o lugares de labores hasta Sabanalarga a realizar actividades principalmente socioeconómicas o relacionadas con el sector salud.

**Figura 68. Ubicación Puerto las Cuatro POE 2020**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

En la Fotografía 60 se puede observar que, al igual que en el puerto Guayabal, las instalaciones de este puerto están claramente divididas en dos áreas, la primera corresponde al punto de embarque y desembarque en la parte baja del talud y una zona de espera donde existe una caseta para que los pasajeros esperen, así como una zona de establos para los semovientes. Estas dos áreas se encuentran conectadas por un camino que presenta algún grado de desgaste por sus altas pendientes y el tránsito de animales. Adicionalmente, este puerto posee letreros informativos sobre los horarios, tipos de embarcaciones y capacidades de estas.

### Fotografía 60. Condiciones actuales puerto Las Cuatro



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

**Tabla 60. Características técnicas puerto y de uso de Puerto Las Cuatro**

<b>Nombre</b>	Las Cuatro
<b>Tipología</b>	De conectividad
<b>Municipio</b>	Buriticá
<b>Vereda</b>	Las Cuatro
<b>Vías de comunicación terrestre</b>	Camino a Vereda Buena Vista
<b>Localización</b>	1136371 E 1250553 N
<b>Área disponible</b>	0.08 ha
<b>Topografía</b>	Baja – muy escarpada
<b>Amenaza por movimiento en masa</b>	Medio
<b>Amenaza por avenida torrencial</b>	Baja
<b>Zona de conservación</b>	No
<b>Puertos vinculados</b>	La Niquia, Guayabal, La Floresta, Carauquia
<b>Estado</b>	En uso

Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

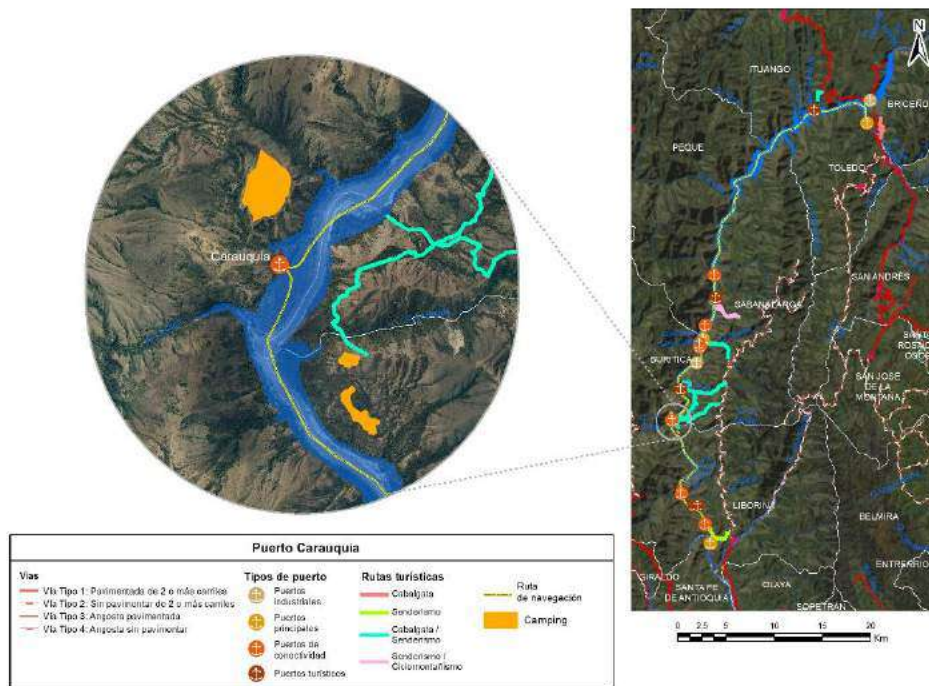
La Tabla 60 posee toda la información técnica referente a las variables de riesgo que podrían representar un impedimento para la continuidad de la operación portuaria en el punto, actualmente no existe ningún factor relevante que sugiera replantear la ubicación o el uso del sector para la actividad de conectividad en la zona aún, cuando el camino

construido para acceder desde el punto de desembarque al centro de espera presenta altas pendientes.

- Puerto Carauquia

Este puerto fue diseñado para complementar la operación portuaria del puerto La Niquia. Su emplazamiento se plantea sobre una terraza aluvial; el sitio está catalogado como amenaza media por movimiento en masa, por esto también se recomendó un estudio local de estabilidad.

**Figura 69. Ubicación Puerto Carauquia POE 2020**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Esta zona está ubicada aproximadamente a 400 metros de un camino que conecta con la vereda La Fragua perteneciente al municipio de Buriticá (Figura 68), sin embargo, en la actualidad no existe comunicación desde la zona elegida para el puerto hasta el camino mencionado.



**Tabla 61. Características técnicas y de uso para puerto Carauquia**

<b>Nombre</b>	Carauquia
<b>Tipología</b>	De conectividad
<b>Municipio</b>	Buriticá
<b>Vereda</b>	Carauquia
<b>Vías de comunicación terrestre</b>	Camino vereda la fragua
<b>Localización</b>	1133463 E 1242899 N
<b>Área disponible</b>	0.15 ha
<b>Topografía</b>	Montañosa
<b>Amenaza por movimiento en masa</b>	Muy baja
<b>Amenaza por avenida torrencial</b>	Muy baja
<b>Zona de conservación</b>	No
<b>Puertos vinculados</b>	La Floresta, Las Cuatro, Guayabal, La Niquia
<b>Estado</b>	Proyectado

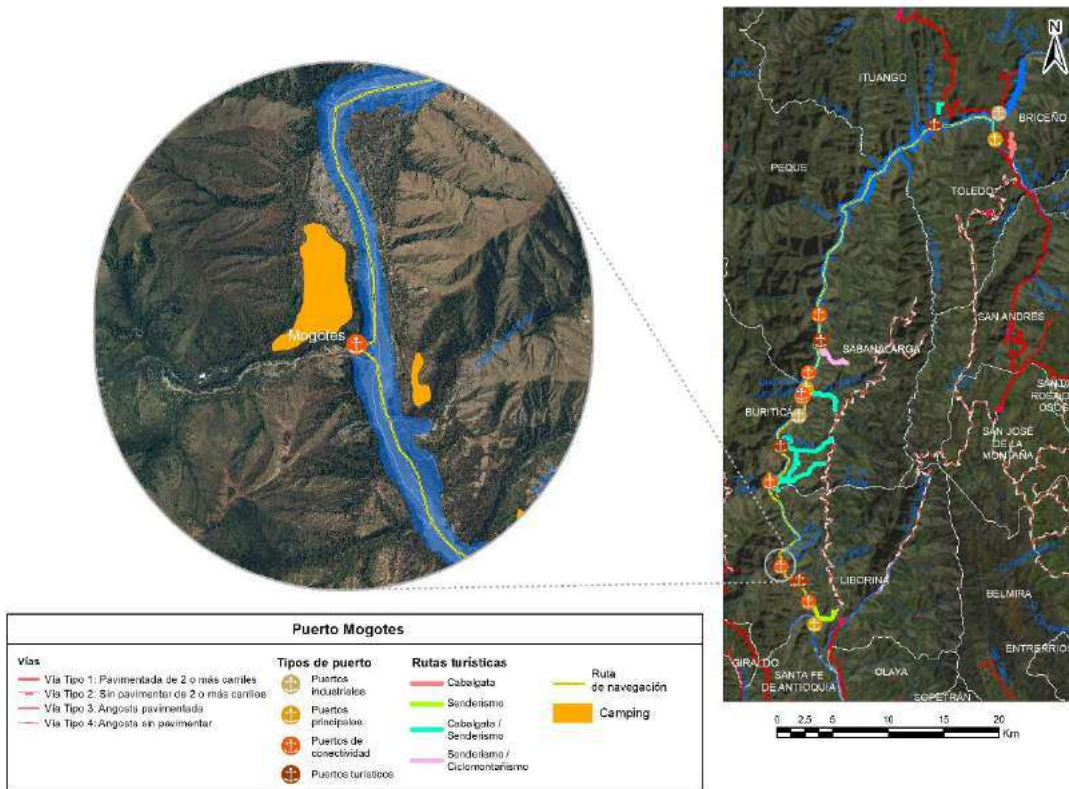
Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

En la zona específica establecida para el puerto no representa ninguna variable de riesgo (Tabla 61) que ponga en peligro la integridad de la infraestructura o los usuarios, sin embargo cerca existe una zona inestable con historial de actividades geológicas de riesgo (mega deslizamiento del Guásimo), por lo cual aún que se ratifique la proyección del puerto por su pertinencia en la zona, se recomienda que se extienden las recomendaciones de ejecución de estudios de estabilidad local anterior a la construcción de este puerto.

- Puerto Mogotes

Ubicado en el corregimiento de Mogotes (Figura 69), se planteó como centro de aforo que permitiera conectar la cabecera municipal de Liborina con el corregimiento de La Angelina. El puerto de Mogotes está sobre un depósito de flujos, donde se exhiben pendientes entre 9° y 17°. Referente a las amenazas por movimiento en masa estas son bajas, pero por tratarse de una zona de depósitos de flujos se recomienda un estudio de estabilidad local previa a su instalación.

Figura 69. Ubicación Puerto Mogotes



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Este punto de embarcadero fue planteado cerca del centro poblado (aproximadamente a 800 metros lineales), y su proyección fue sustentada en la necesidad existente de garantizar la conectividad con la cabecera municipal de Liborina, ya que al momento tener el embalse en su cota máxima de inundación el puente de La Angelina podría comprometer su integridad estructural y es necesario la remoción de este.

**Tabla 61. Características técnicas y de uso para Puerto Mogotes**

<b>Nombre</b>	Mogotes
<b>Tipología</b>	De conectividad
<b>Municipio</b>	Buriticá
<b>Vereda</b>	Mogotes
<b>Vías de comunicación terrestre</b>	Vía destapada Mogotes-Liborina
<b>Localización</b>	1134428 E
	1235317 N
<b>Área disponible</b>	0.13 ha
<b>Topografía</b>	Montañoso
<b>Amenaza por movimiento en masa</b>	Muy bajo – medio
<b>Amenaza por avenida torrencial</b>	Media
<b>Zona de conservación</b>	No
<b>Puertos vinculados</b>	La Playa del Amor, El Diomate, La Angelina, Juan García
<b>Estado</b>	Proyectado

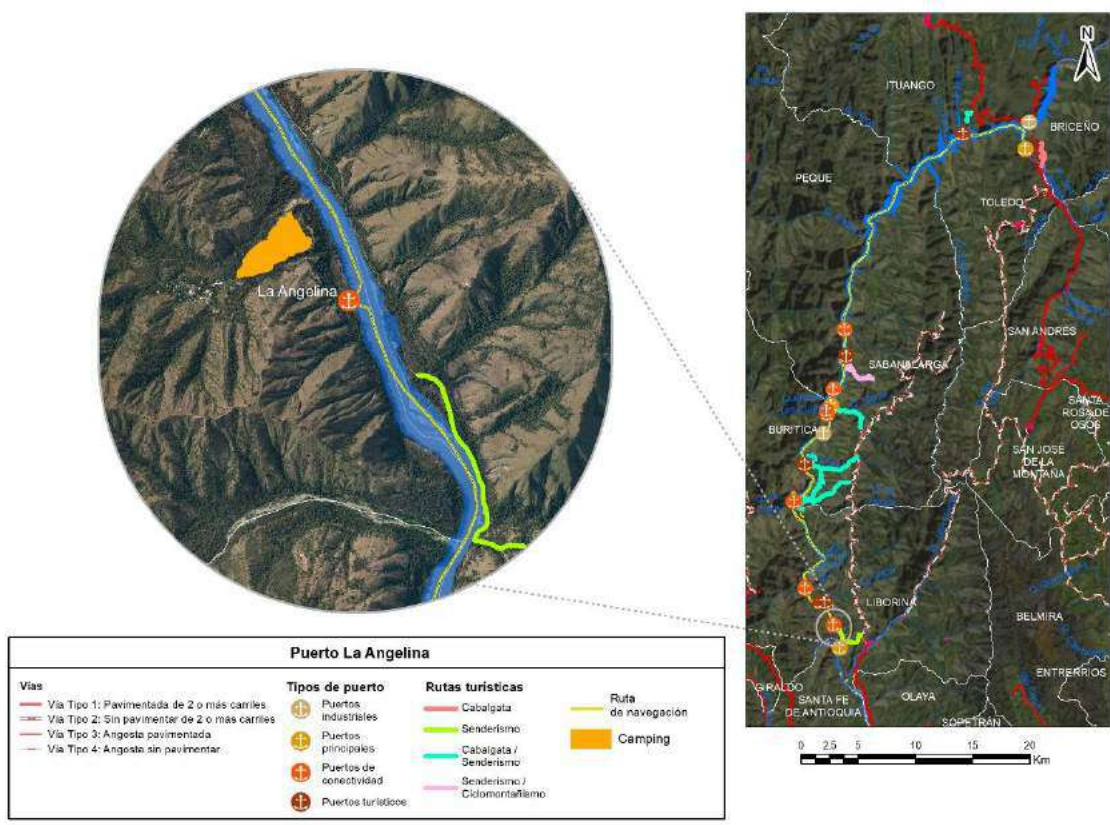
Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Desde la parte técnica aunque existen variables que podrían resultar un riesgo para la integridad de los usuarios y la infraestructura (Tabla 61) como riesgo medio de avenidas torrenciales, se ratifica su proyección de ejecución debido a que es un puerto necesario para la comunidad ya mencionado, y cerca de la zona no existen puntos que tengan mejores condiciones para la reubicación del puerto, por lo anterior se extiende la necesidad de ejecutar estudios de estabilidad local previos a la construcción.

- Puerto La Angelina

Al momento de su planteamiento este puerto se hizo necesario por su cercanía al corregimiento de La Angelina (Figura 70) y la necesidad de garantizar la conectividad de este centro poblado con la cabecera municipal de Liborina, la cual históricamente ha sido referente comercial y social para la comunidad de La Angelina.

**Figura 70. Ubicación Puerto La Angelina POE 2020**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Este puerto, al igual que el puerto de Mogotes se plantea bajo la necesidad de darle una solución de accesibilidad a los pobladores de este centro poblado.

**Tabla 62. Características técnicas y de uso para Puerto La Angelina**

<b>Nombre</b>	La Angelina
<b>Tipología</b>	De conectividad
<b>Municipio</b>	Buriticá
<b>Vereda</b>	La Angelina
<b>Vías de comunicación terrestre</b>	Camino al centro poblado de mogotes
<b>Localización</b>	1136911 E 1232121 N
<b>Área disponible</b>	0.31 ha
<b>Topografía</b>	Montañoso



<b>Amenaza por movimiento en masa</b>	Baja
<b>Amenaza por avenida torrencial</b>	Muy baja
<b>Zona de conservación</b>	No
<b>Puertos vinculados</b>	Mogotes, La Playa del Amor, El Diomate, Juan García
<b>Estado</b>	Proyectado

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

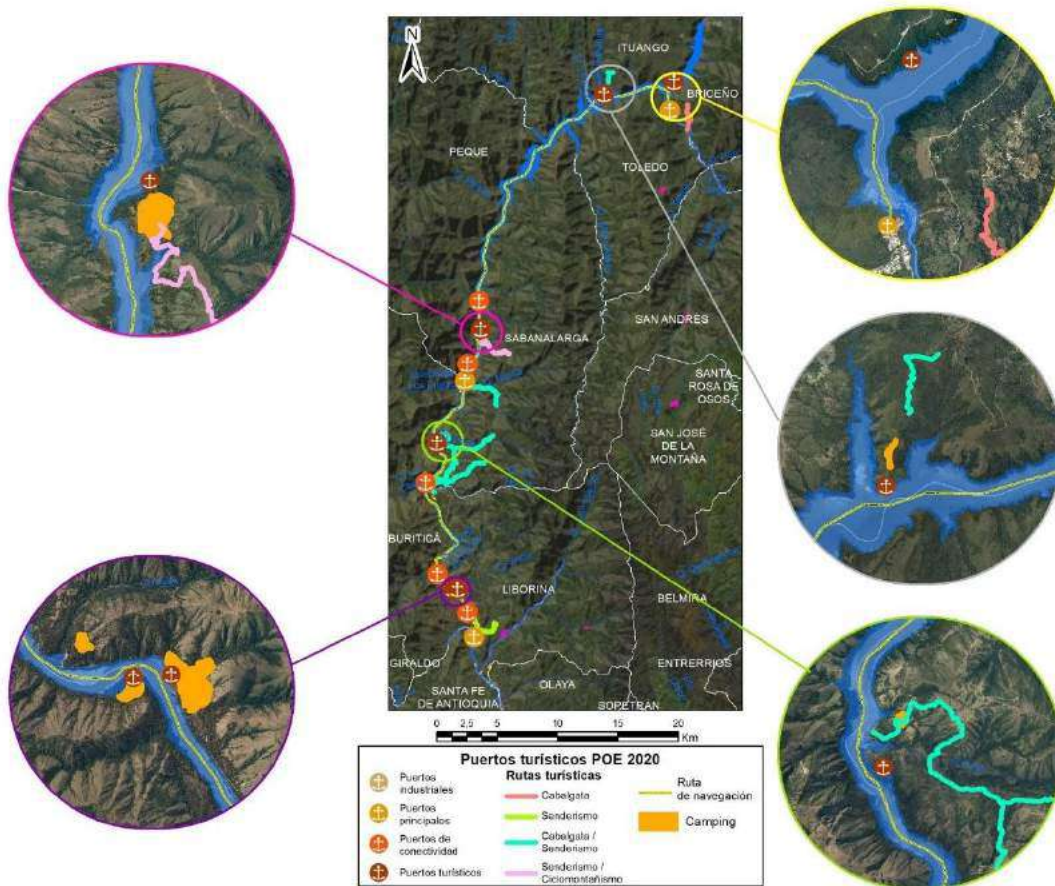
En la Tabla 62 se aprecia las variables técnicas que confirman la inexistencia de variables de riesgo que puedan poner en peligro las actividades portuarias en el sector, se ratifica su pertinencia.

#### **5.4.1.3. Puertos turísticos**

Desde la ejecución del modelo de capacidad de acogida existen actividades dentro del embalse que son complementarias como lo es el turismo y en especial zonas turísticas, esta tipología de puertos está encaminado a atender esas zonas de especial interés.

Buscando potencializar el turismo y como ya se había mencionado, durante esta actualización se proponen 5 puertos turísticos (Figura 71) para complementar el desarrollo turístico en el embalse.

Figura 71. Localización puertos turísticos

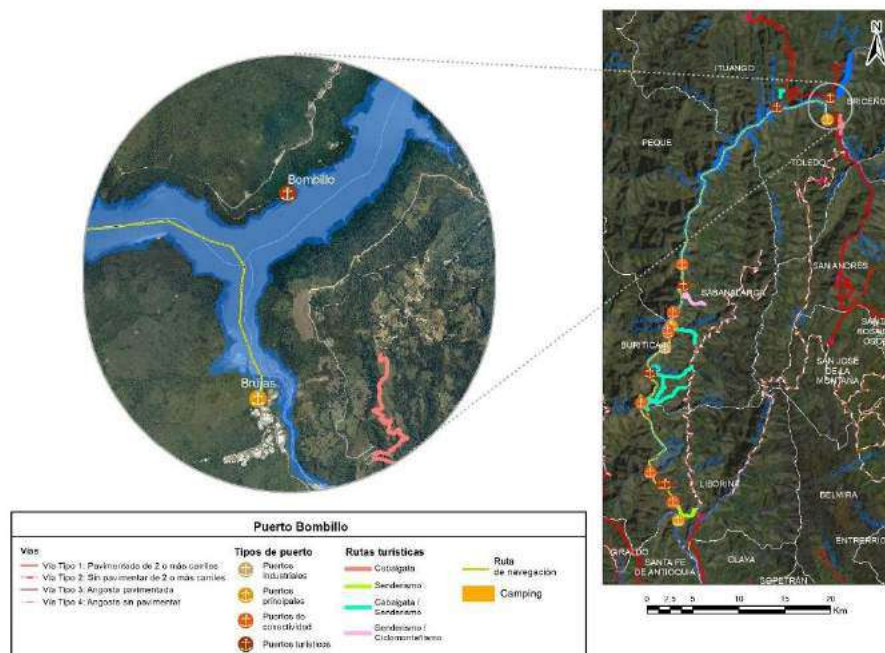


Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

- Puerto El Bombillo

Propuesto en una localización sobre la vía que conecta las cabeceras municipales de San Andrés de Cuerquia y de Ituango. El puerto El Bombillo se encuentra ubicado en una zona con condiciones favorables adyacentes a zonas de relieves altos dado al escarpado que predomina en la zona (Figura 72). Referentes a las amenazas por movimiento en masa se determinaron grados medios relacionados con la presencia de algunas fallas, lo que produjo la recomendación previa a la instalación del muelle un estudio de estabilidad local (Tabla 63).

**Figura 72. Ubicación Puerto Bombillo POE 2020**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Este puerto fue planteado con una tipología de secundario (de conectividad) inicialmente bajo el nombre Los Galgos y, durante la contingencia prestó el servicio para el cual fue planeado. A pesar de esto, y con la entrada en operación del paso vehicular sobre el muro de presa, este puerto fue relegado a actividades propias del operador y cesó todo tipo de actividad pública.

Sin embargo, para el presente plan, se plantea que este puerto reabra sus actividades al público general (tipología: Turístico) con la intención de promover las actividades turísticas desde el municipio de Ituango.

**Tabla 63. Características técnicas y de uso para Puerto Bombillos**

<b>Nombre</b>	El Bombillo
<b>tipología</b>	Turístico
<b>Municipio</b>	Ituango
<b>Vereda</b>	Los Galgos
<b>Vías de comunicación terrestre</b>	Vía muro de presa - Ituango
<b>Localización</b>	1154039 E 1276108 N

<b>Área disponible</b>	0.24 ha
<b>Topografía</b>	Moderada
<b>Amenaza por movimiento en masa</b>	Media
<b>Amenaza por avenida torrencial</b>	Muy bajo
<b>Zona de conservación</b>	No
<b>Puertos vinculados</b>	Las Brujas
<b>En operación</b>	Si

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

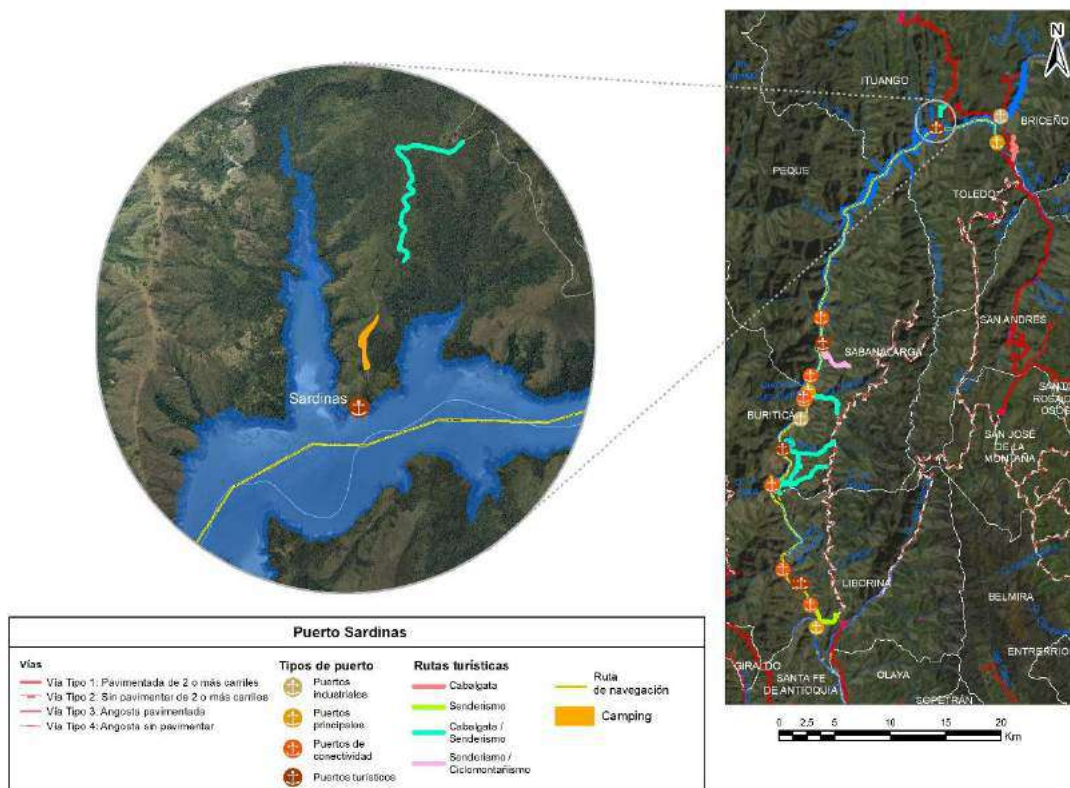
A nivel técnico luego del estudio de la información secundaria y primaria se estableció que no posee ninguna variable de riesgo que impidan la ejecución de actividades portuarias en la zona (Tabla 63).

- Puerto Sardinias

Este puerto fue diseñado para complementar la actividad turística asociada a una zona turística en el sector Sardinias del municipio de Ituango. En esta zona posee un relieve quebrado, con pendientes entre 17° y 33°, esta área no se superpone con ninguna área de protección y referente a movimientos en masa se categorizó como amenaza media, con algunas zonas cercanas de amenaza alta, por todo lo anterior se recomendó un estudio de estabilidad local previo a la instalación del muelle (Figura 73).



Figura 73. Ubicación puerto Sardinas POE 2020



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Este puerto busca atender la única zona de atractivo turístico del norte del embalse, y aunque este tiene acceso a través de un camino que la comunica con la vía que del muro de presa va hasta la cabecera municipal de Ituango (Tabla 64); la posibilidad de llegar mediante lancha puede incrementar el atractivo de esta zona.

Tabla 64. Características técnicas y de uso del puerto Sardinas

<b>Nombre</b>	Sardinas
<b>Tipología</b>	Turístico
<b>Municipio</b>	Ituango
<b>Vereda</b>	Sardinas
<b>Vías de comunicación terrestre</b>	Camino hacia la vía principal que va a Ituango
<b>Localización</b>	1148251 E 1275066 N
<b>Área disponible</b>	0.19 ha

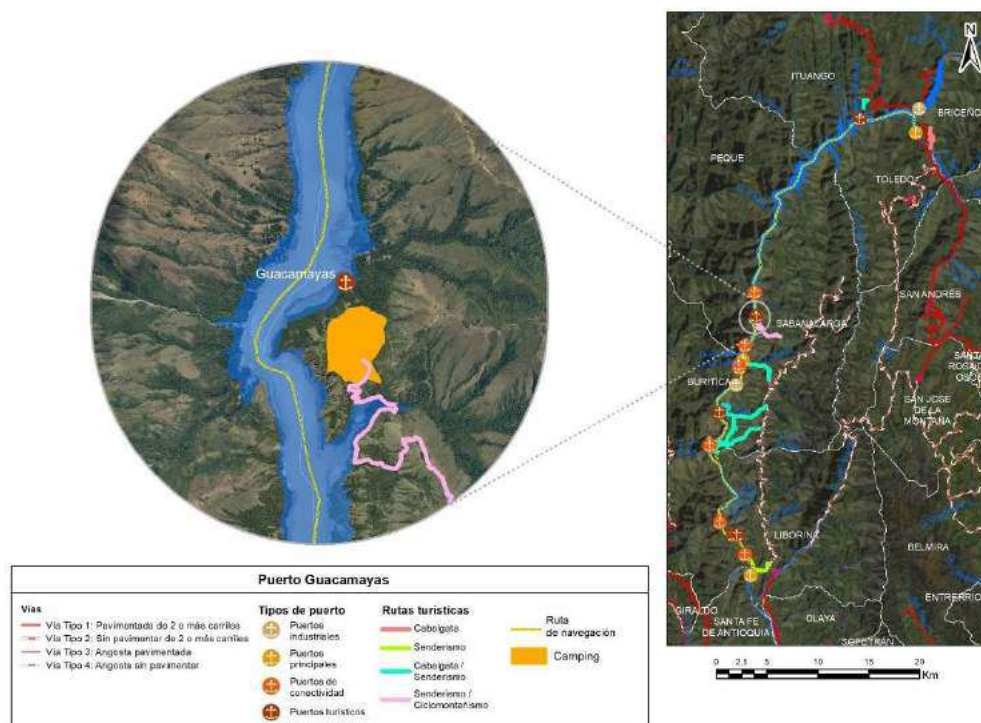
<b>Topografía</b>	Muy escarpado
<b>Amenaza por movimiento en masa</b>	Medio
<b>Amenaza por avenida torrencial</b>	Muy baja
<b>Zona de Conservación</b>	No
<b>Puertos vinculados</b>	Brujas
<b>Estado</b>	Proyectado

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

- Puerto Guacamayas

Este puerto es una propuesta desde la actualización del POE para el establecimiento de un nuevo puerto ubicado en la jurisdicción del municipio de Sabanalarga, vereda Membrillal (Figura 74), este sitio entra al inventario de puertos turísticos en aras de complementar la actividad turística relacionada con esta zona, debido a que se encontró que posee características propias que permiten fomentar una actividad turística atractiva.

Figura 74. Ubicación puerto Guacamayas POE 2020



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Desde la componente técnica no existe ninguna variable importante que imposibilite la ejecución del puerto en la zona (Tabla 65), pero es importante que, al momento de ejecutar la construcción de este, se realicen estudios geotécnicos en la zona para garantizar un funcionamiento adecuado que no ponga en riesgo la integridad de los turistas, pobladores o infraestructura del puerto.

Tabla 65. Características técnicas y de uso del puerto Guacamayas

<b>Nombre</b>	Guacamayas
<b>Tipología</b>	Turístico
<b>Municipio</b>	Sabanalarga
<b>Vereda</b>	Membrillal
<b>Vías de comunicación terrestre</b>	Camino al corregimiento de Membrillal
<b>Localización</b>	1138030 E 1255642 N
<b>Área disponible</b>	0.19 ha
<b>Topografía</b>	Escarpado
<b>Amenaza por movimiento en masa</b>	Medio

<b>Amenaza por avenida torrencial</b>	Bajo
<b>Zona de Conservación</b>	No
<b>Puertos vinculados</b>	La Niquia
<b>Estado</b>	Proyectado

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

- Puerto La Floresta

Este puerto se localiza en una zona donde, para la fecha de elaboración del presente informe, se encuentra lo que se conoce como cola del embalse el cual es una zona hidráulicamente compleja y, desde el punto de vista ambiental y biótico, es un lugar ideal para la proliferación y aglomeración de material flotante y macrófitas, lo que hace que el acceso acuático a este punto sea complejo. A pesar de lo anterior, y posterior al llenado completo del embalse (lo que causará que la cola del cuerpo de agua migre aguas arriba al sector de la quebrada Juan García), la zona donde se propone instalar este puerto puede tener un gran potencial turístico y es por esto mismo que se sugiere la implementación del puerto (Tabla 66).

**Tabla 66. Características técnicas y de uso del Puerto La Floresta**

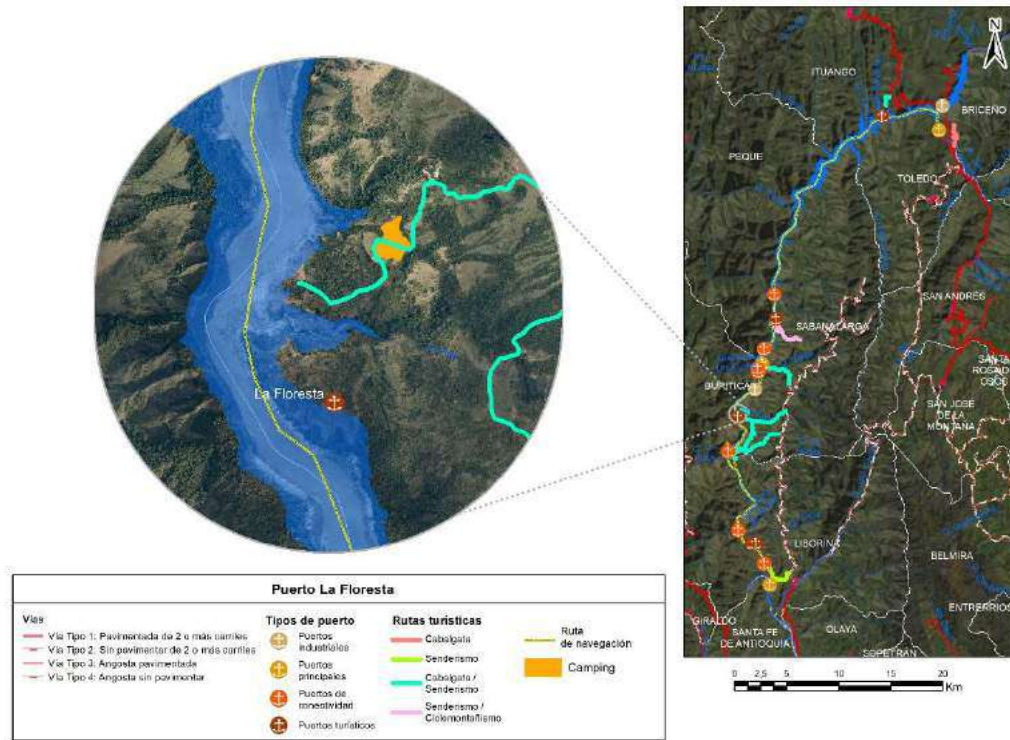
<b>Nombre</b>	La Floresta
<b>Tipología</b>	Turístico
<b>Municipio</b>	Sabanalarga
<b>Vereda</b>	La Floresta
<b>Vías de comunicación terrestre</b>	Carretera destapada hacia la vía principal que va a Sabanalarga
<b>Localización</b>	1134239 E 1246596 N
<b>Área disponible</b>	0.19 ha
<b>Topografía</b>	Plano a escarpado
<b>Amenaza por movimiento en masa</b>	Muy bajo
<b>Amenaza por avenida torrencial</b>	Baja
<b>Zona de conservación</b>	No
<b>Puertos vinculados</b>	La Niquia, Carauquia
<b>Estado</b>	Proyectado

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Este puerto en su momento fue diseñado para complementar la actividad turística asociada a una zona turística en el sector sardinas. En esta zona posee un relieve quebrado, con pendientes entre 17° y 33°, esta área no se superpone con ninguna área de protección y referente a movimientos en masa se categorizó como amenaza media, con algunas zonas cercanas de amenaza alta, por todo lo anterior se recomendó un estudio de estabilidad local previo a la instalación del muelle (Figura 75).



**Figura 75. Ubicación puerto La Floresta**

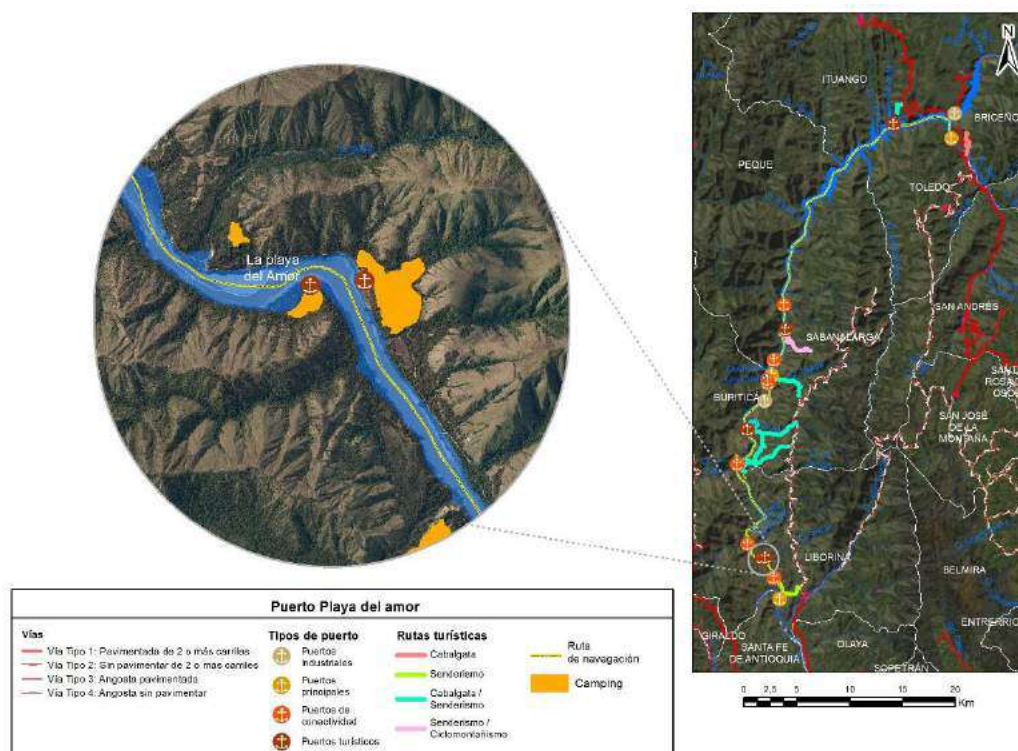


Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

- Puerto La Playa del Amor

Este puerto es una propuesta desde la actualización del POE para el establecimiento de un nuevo puerto ubicado en la jurisdicción del municipio de Buriticá, vereda La Angelina (Figura 76).

Figura 76. Ubicación puerto La Playa del Amor POE 2020



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Este sitio entra al inventario de puertos turísticos con el objetivo de potenciar la actividad turística relacionada con esta zona, debido a que se encontró que posee características propias que permiten fomentar una actividad.

Tabla 67. Características técnicas y de uso del puerto Playa del Amor

<b>Nombre</b>	Playa del amor
<b>Tipología</b>	Turístico
<b>Municipio</b>	Buriticá
<b>Vereda</b>	La Angelina
<b>Vías de comunicación terrestre</b>	Camino La Angelina - Mogotes
<b>Localización</b>	1135778 E 1234047 N
<b>Área disponible</b>	0.11 ha
<b>Topografía</b>	Escarpado
<b>Amenaza por movimiento en masa</b>	Bajo

<b>Amenaza por avenida torrencial</b>	Muy bajo
<b>Zona de conservación</b>	No
<b>Puertos vinculados</b>	Juan García, La Angelina, El Diomate, Mogotes
<b>Estado</b>	Proyectado

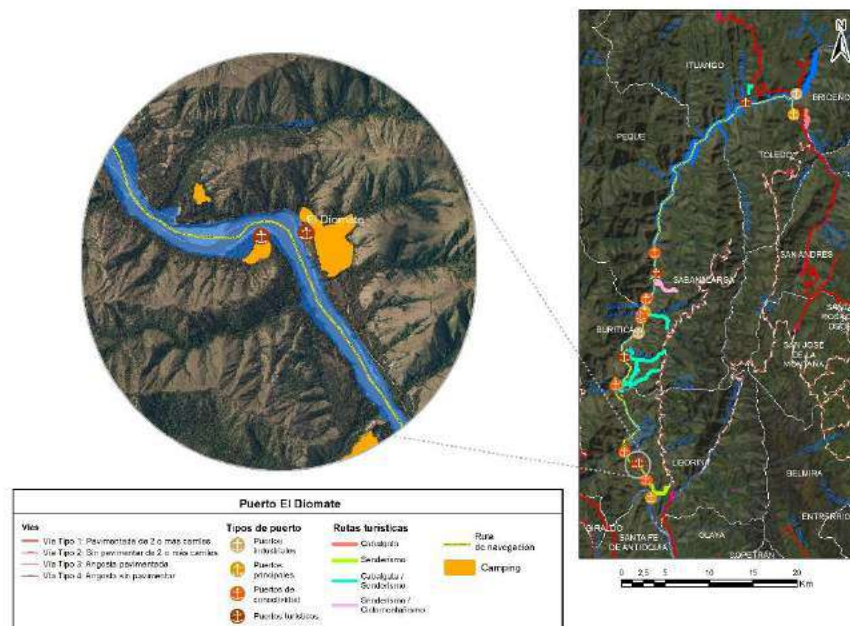
Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Desde la componente técnica no existe ninguna variable importante que imposibilite la ejecución del puerto en la zona (Tabla 67), pero es importante que al momento de ejecutar la construcción de este, se realicen los estudios geotécnicos detallados en la zona para garantizar un funcionamiento adecuado y que no ponga en riesgo la integridad de los turistas, pobladores o infraestructura del puerto.

- Puerto El Diomate

Este puerto es una propuesta desde la actualización del POE para el establecimiento de un nuevo puerto ubicado en la jurisdicción de la vereda La Sucia, del municipio de Liborina (Figura 77).

**Figura 77. Ubicación Puerto El Diomate POE 2020**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Este sitio entra al inventario de puertos turísticos con el objetivo de potenciar la actividad turística relacionada con esta zona, debido a que se encontró que posee características propias que permiten fomentar esta actividad.

**Tabla 68. Características técnicas y de uso del puerto El Diomate**

<b>Nombre</b>	El Diomate
<b>Tipología</b>	Turístico
<b>Municipio</b>	Liborina
<b>Vereda</b>	La Sucia
<b>Vías de comunicación terrestre</b>	Puente La Angelina – La Mina
<b>Localización</b>	1136104 E 1234071 N
<b>Área disponible</b>	0.14 ha
<b>Topografía</b>	Montañoso
<b>Amenaza por movimiento en masa</b>	Bajo
<b>Amenaza por avenida torrencial</b>	Muy bajo
<b>Zona de conservación</b>	No
<b>Puertos vinculados</b>	Juan García, La Angelina, La Playa Del Amor, Mogotes
<b>En operación</b>	Proyectado

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

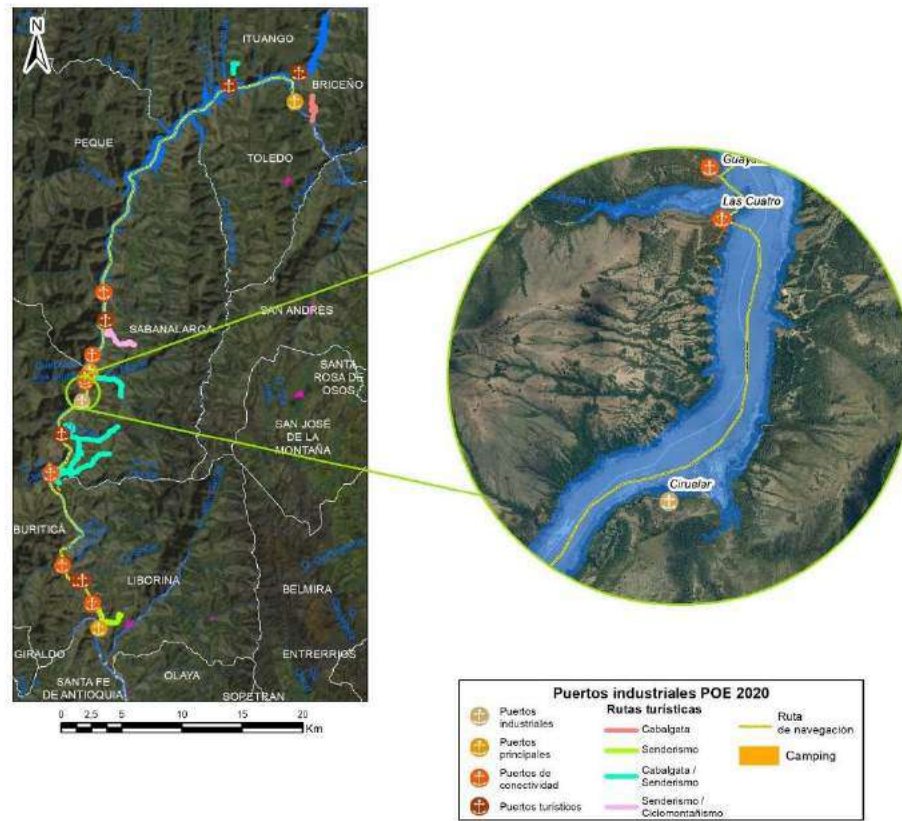
Desde la componente técnica no existe ninguna variable importante que imposibilite la ejecución del puerto en la zona (Tabla 68), pero es importante que, al momento de ejecutar la construcción de este, se realicen estudios geotécnicos en la zona para garantizar un funcionamiento adecuado que no ponga en riesgo la integridad de los turistas, pobladores o infraestructura del puerto.

#### **5.4.1.4. Puertos industriales**

Esta tipología de puerto es nueva respecto al plan inicial, y surge como la necesidad que tienen operador y sus contratistas de realizar algunas actividades de orden técnico o logístico dentro del cuerpo de agua y que, por las características de dichas acciones, pudieran llegar a poner en riesgo otras embarcaciones o al personal ajeno las labores realizadas. Esto no implica que, en una eventualidad, estos puertos permitan el acceso de otras embarcaciones a sus instalaciones (Figura 78).



Figura 78. Ubicación puertos industriales POE 2020

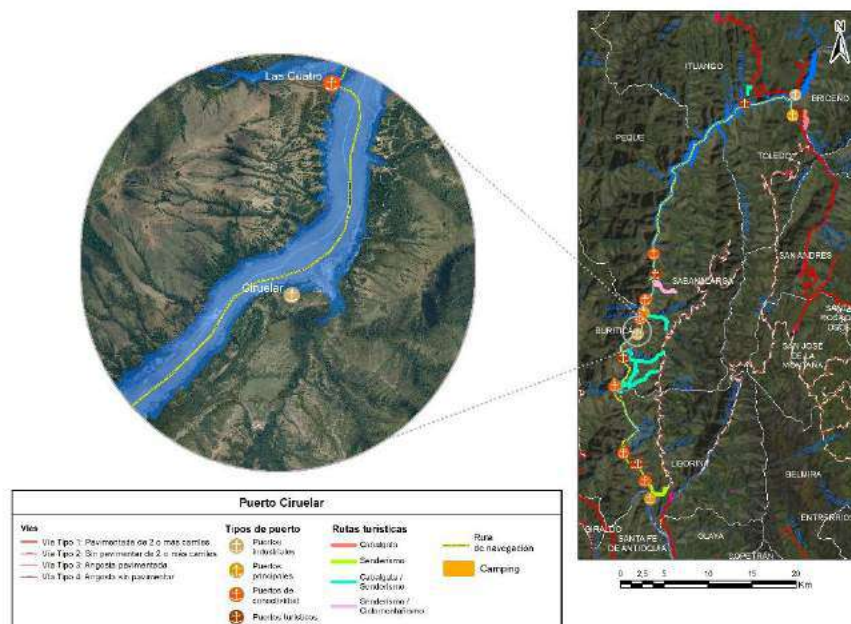


Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

- Puerto El Ciruelar

En este puerto, el cual se encuentra activo, está concentrada la actividad relacionada con la extracción y remoción de material flotante y macrófitas, incluyendo en sus cercanías, la estructura que fue empleada durante la adecuación del vaso del embalse (Figura 79). Dado que esta es una planta invasiva de fácil proliferación, la probabilidad de su erradicación en el cuerpo de agua es nula, razón por la cual, este puerto y sus instalaciones conexas, toman un especial interés para las actividades del operador.

Figura 79. Ubicación Puerto El Ciruelar POE 2020



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Teniendo en cuenta lo anterior y la necesidad de mantener las hidro vías despejadas para la correcta comunicación y conectividad entre los diferentes puertos, la inclusión de este puerto como un punto permanente de extracción de material vegetal, es importante aunado a su estratégica ubicación en la zona central del cuerpo de agua, área hasta donde se espera que llegue la barrera de material flotante y macrófitas, cuando los niveles del embalse lleguen a mínimos.

Tabla 69. Características técnicas y de uso para el Puerto el Ciruelar

<b>Nombre</b>	El Ciruelar
<b>tipología</b>	Industrial
<b>Municipio</b>	Sabanalarga
<b>Vereda</b>	San Cristóbal-Pená
<b>Vías de comunicación terrestre</b>	Carretera destapada hacia la vía principal que va hacia Sabanalarga
<b>Localización</b>	1136057 E 1248877 N
<b>Área disponible</b>	0.46 ha
<b>Topografía</b>	Muy escarpado
<b>Amenaza por movimiento en masa</b>	Medio
<b>Amenaza por avenida torrencial</b>	Baja

<b>Zona de Conservación</b>	No
<b>Puertos vinculados</b>	N/a
<b>En operación</b>	Si

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Referente a las características técnicas, se encontró que la ubicación actual no es la más adecuada teniendo en cuenta que, de acuerdo a la zonificación de amenazas que se consideró en el marco de la actualización del POE y que corresponde en gran medida al análisis de amenazas por movimiento en masa realizado por Integral (2019) a escala 1:25.000 (ver Anexo de Amenazas), este se ubica en una zona con amenaza alta por movimientos en masa, lo que significa que este puerto se encuentra expuesto y en riesgo frente a este fenómeno amenazante e implica que podría presentar futuros problemas por inestabilidad del terreno; por tanto se sugiere la reubicación de este puerto a tan solo 200 metros de la zona actual (Figura 79) para garantizar un adecuado funcionamiento del puerto. Es importante destacar que en relación a otras amenazas (Tabla 69) no se encontraron limitaciones que impidan la actividad portuaria en la zona, sin embargo, por su cercanía con zonas de amenaza alto por movimiento en masa se recomienda la ejecución de estudios de estabilidad local en la zona.

#### 5.4.1.5. *Formalización de puertos*

Aun cuando desde este Plan de Navegación y Conectividad Vial se han tratado de cubrir la mayoría de las posibles rutas de entrada al embalse, y se han tenido en cuenta para este propósito, aquellas que desde el equipo técnico se ha visto como viables y aquellas que la misma comunidad desde sus necesidades han propuesto, se puede esperar que en un futuro donde el embalse pueda generar migración de personas sea, dentro de la misma zona o, atraer nuevos pobladores, se presenten nuevas solicitudes desde la población para incluir nuevos puertos o que estos aparezcan de forma espontánea en forma de embarcaderos no formales.

Es importante entonces, garantizar el monitoreo constante de la dinámica social que se genere alrededor del embalse, y las actividades que surjan en torno a la actividad pesquera, dado que se pueden dar nuevos asentamientos de manera fortuita que traigan a su vez el establecimiento nuevos sitios tomados como puntos de salida y de destino en los viajes emprendidos en la vía fluvial. Para esto, es menester desde la institucionalidad estar alerta para dar una respuesta de regularización al surgimiento de esos nuevos embarcaderos o puertos.

Ante este escenario, es importante definir que en la medida de lo posible se debe procurar atender las necesidades de las comunidades que desarrollarán un nuevo *modus vivendi* a partir del nuevo cuerpo de agua, y por lo tanto se deberá intentar la formalización de estos embarcaderos para así convertirlos en puertos e incluirlos tanto en el inventario de puertos del Embalse Ituango, como en las rutas locales.

Para poder realizar esta formalización, se deberá realizar un análisis más detallado de las variables mínimas como:

- Vías de comunicación terrestre.
- Puertos vinculados
- Área disponible
- Pendiente
- Amenaza por movimiento en masa
- Amenaza por avenida torrencial
- Presencia de zonas de protección
- Otras variables particulares que puedan afectar la estabilidad o integridad de las estructuras y de las personas.

En el caso de que alguna de estas variables mínimas impida la formalización de algún embarcadero, el operador deberá dialogar con la comunidad y buscar la mejor solución posible para satisfacer de forma segura las necesidades de esta.

#### **5.4.2. Tipos de navegación**

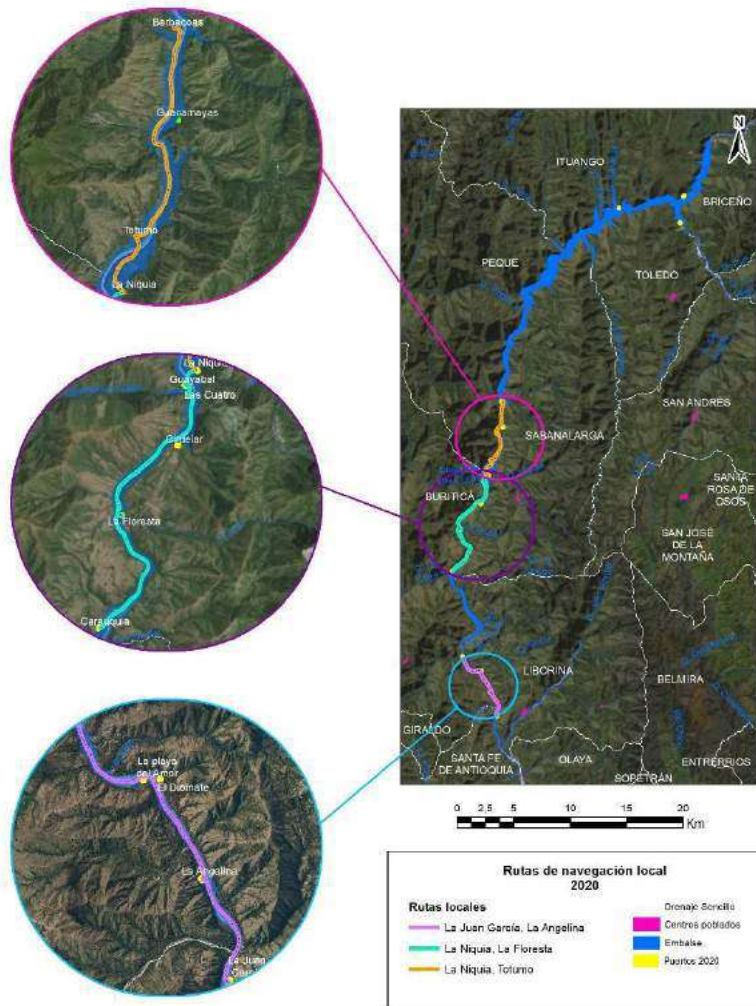
En general las zonas de aptitud para la navegación obtenidas a partir de la ejecución del modelo de capacidad de acogida no tienen cambios significativos debido a que la aparición de nuevos puertos está asociada a los núcleos específicos de cada tipo de navegación, los cuales en la mayoría de los casos coinciden con la tipología y la funcionalidad de cada uno de los puertos.

##### **5.4.2.1. Navegación para la restitución de la conectividad local**

Este tipo de navegación se valida a partir de las zonas evaluadas según sus aptitudes para la navegación comercial de transporte de personas y carga liviana (Figura 80), contrastadas desde esta actualización según los núcleos del embalse con actividades socioeconómicas y culturales más marcadas, sin embargo, se presentarán algunas variaciones a partir de los eventos sucedidos entre la formulación del primer plan de navegación y el presente documento.



**Figura 80. Rutas de navegación para transporte de personas, semovientes y carga liviana sector central, muro de presa y cola del embalse**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Para todas las zonas donde se ejecute este tipo de navegación se proponen algunas recomendaciones: disminuir la velocidad a los 100 metros de la zona de embarque y desembarque de cada puerto, para evitar que las olas formadas por las navegaciones no causen problemas erosivos o desestabilicen los taludes, por otra parte, se debe prohibir la navegación a motor por todos los brazos del embalse buscando proteger las comunidades de peces y la estabilidad geológica del embalse. Finalmente será importante establecer señalización en las zonas de profundidades inferiores a 5 metros para evitar afectar la integridad de las embarcaciones a motor.

- Sector muro de presa

Para la zona norte cerca al muro de presa no habrá rutas de navegación para el restablecimiento de la comunicación y la conectividad de los pobladores debidos a que la vía que pasa por el puente sobre la cresta del muro de presa está totalmente operativa, lo cual convierte a una ruta de navegación como una alternativa redundante. Se recomienda tener esta ruta (Puerto Brujas - El Bombillo) como una alternativa a cualquier eventualidad.

- Sector central

Actualmente es el único núcleo de conectividad y comunicación operante para el transporte de personas, semovientes y carga liviana con la puesta en marcha de ferries que operan a través de 5 puertos funcionales; La Niquia, Las cuatro, Guayabal, Totumo y Barbacoas. Donde la Niquia es el puerto primario que permite comunicar los pobladores de zonas rurales de Peque y Buriticá con la cabecera municipal de Sabanalarga.

La ejecución del modelo de capacidad acogida en su momento arrojó una aptitud alta para la ejecución de este tipo de navegación en el sector que corresponde desde puerto las 4 hacia el sur del embalse hasta la zona de puerto Barbacoas (Figura 82), con esta actualización se ratifica este resultado gracias a la verificación en campo del funcionamiento del transporte comercial en este sector, además por que cumple con el objetivo de restablecer la conectividad para los pobladores que se vieron afectados por la desaparición de puente Bocas de Niquia (También llamado Buenavista o Las Animas).

- Sector cola de embalse

La navegación para la restitución de la conectividad local (Figura 80) en este sector dependerá de la posible construcción de un puente localizado aguas arriba de la actual localización de la estructura actual.

Desde el presente plan se propone que, aun existiendo el nuevo puente, se habiliten los puertos que harían parte de esta ruta pues pueden ser un importante eje dinamizador para la economía de los pobladores de la zona.

También es importante resaltar que, para este sector del embalse se espera que las condiciones de cuerpo de agua de tipo léntico, duren poco tiempo pues según simulaciones y experiencias en otros embalses de este tipo, la cuña de sedimentos (deposición de sedimentos debido al cambio de régimen de flujo) avanzará rápidamente los primeros años de tal manera que la condición de cuerpo lóxico se recuperará en unos pocos años, situación que podría derivar en nuevos riesgos para la navegación en este sector.

Desde la ejecución del modelo de Capacidad de acogida se encontró que en la cola del embalse la navegación comercial posee una aptitud media lo cual es consecuente con las características especiales referente a los cambios de las velocidades del flujo, pese a esto, se ratifica la ejecución de este tipo de navegación solo si es necesario como estrategia para el restablecimiento de la comunicación y la conectividad en esta zona.

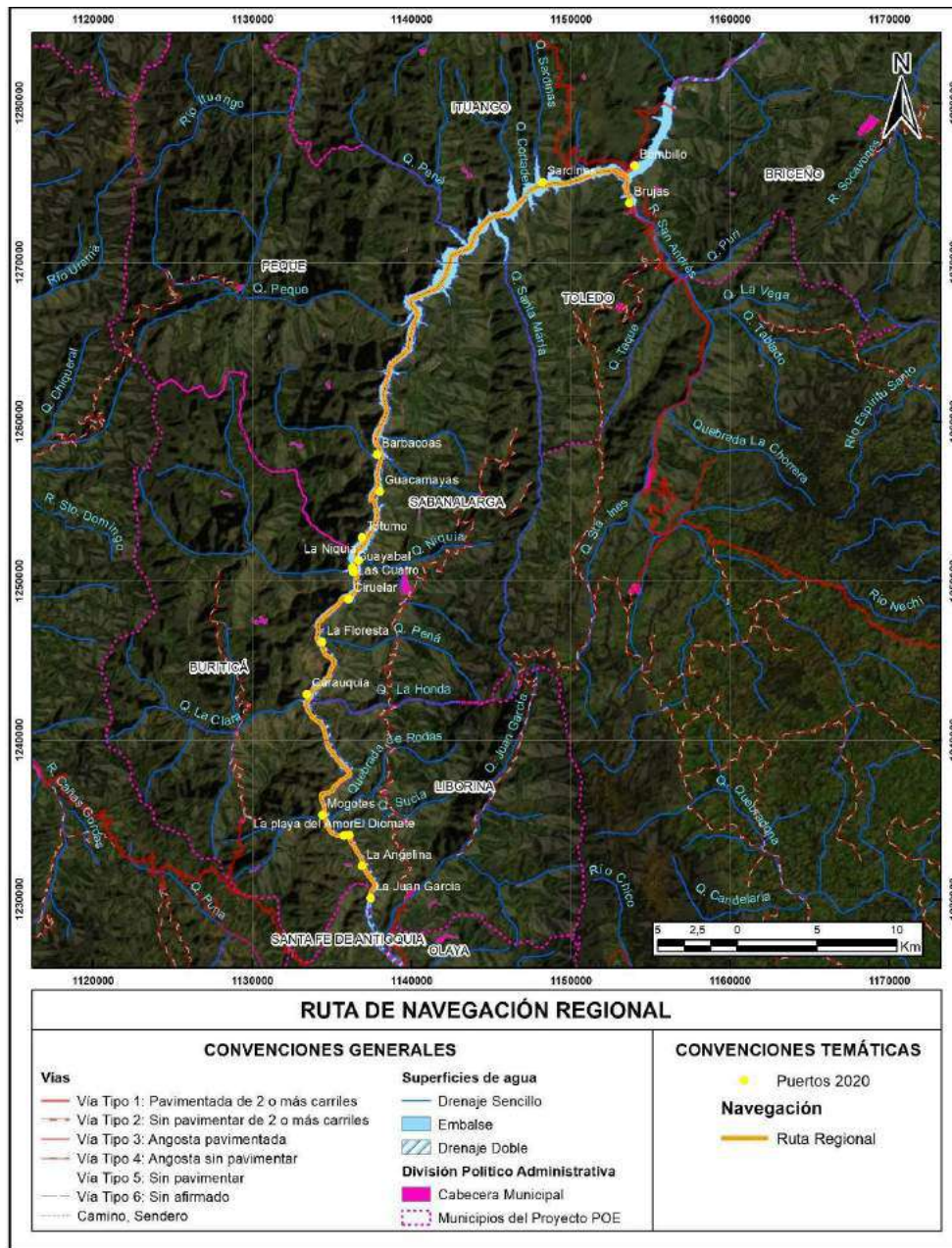
#### **5.4.2.2. Navegación para el mejoramiento de la conectividad regional**

Históricamente los municipios de las subregiones Antioqueñas de occidente y norte colindantes con el río Cauca han estado incomunicadas, por esto se plantea una ruta de navegación regional que permita recorrer los 68 kilómetros del embalse de punta a punta, para mejorar las condiciones de comunicación y conectividad de los pobladores de estos municipios, donde los puertos principales para la adecuada ejecución de esta ruta serán Puerto Brujas en el norte del embalse y Puerto Juan García al sur (Figura 81).

Para esta ruta en especial se recomienda que sea ejecutada luego de que se cumpla el periodo de estabilización del embalse, correspondiente a 5 años luego de la puesta en marcha del proyecto hidroeléctrico.

La posibilidad de ejecución de esta ruta dependerá directamente de factores técnicos y ambientales como los son el avance la de cuña de sedimentos y la barrera de material flotante (la cual, de entrar en funcionamiento la ruta, podrá dejarla inoperante durante algunas épocas del año) así como de factores económicos que deberán ser analizados en un estudio detallado de tipo técnico - económico.

Figura 81. Ruta de navegación regional



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

### 5.4.2.3. *Navegación recreativa y turística*

Estas rutas de navegación turística necesariamente deberán estar asociadas a los núcleos de dicha actividad, para complementar estas prácticas en sitios donde existen variables importantes de interés ecoturístico o zonas donde la navegación sea la única alternativa de

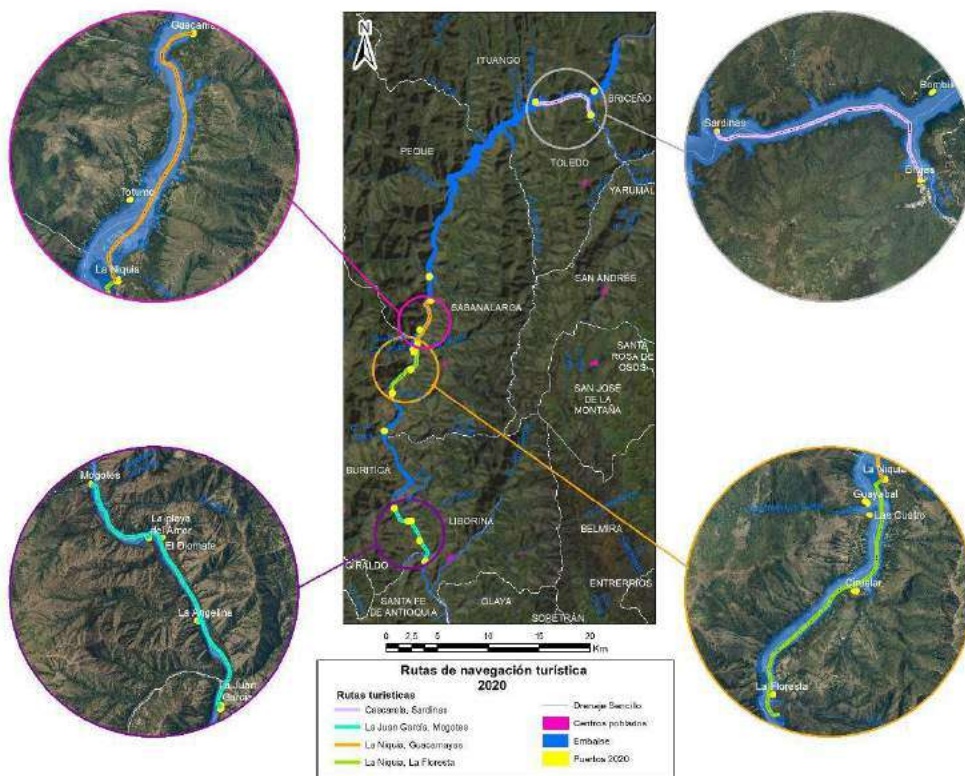


acceso. En general esta navegación podrá alimentar las rutas turísticas (Figura 82) sin restricción alguna por los núcleos de actividad turística.

Respecto a la navegación recreativa, se mantiene la limitación del uso de embarcaciones de propulsión humana y sólo en las áreas próximas a las zonas de actividad turística.

Estas dos clases de navegación podrán entrar en operación una vez finalice el periodo de estabilización o cuando inicie la operación de las áreas de interés turístico.

**Figura 82. Rutas de navegación turística y recreativa**



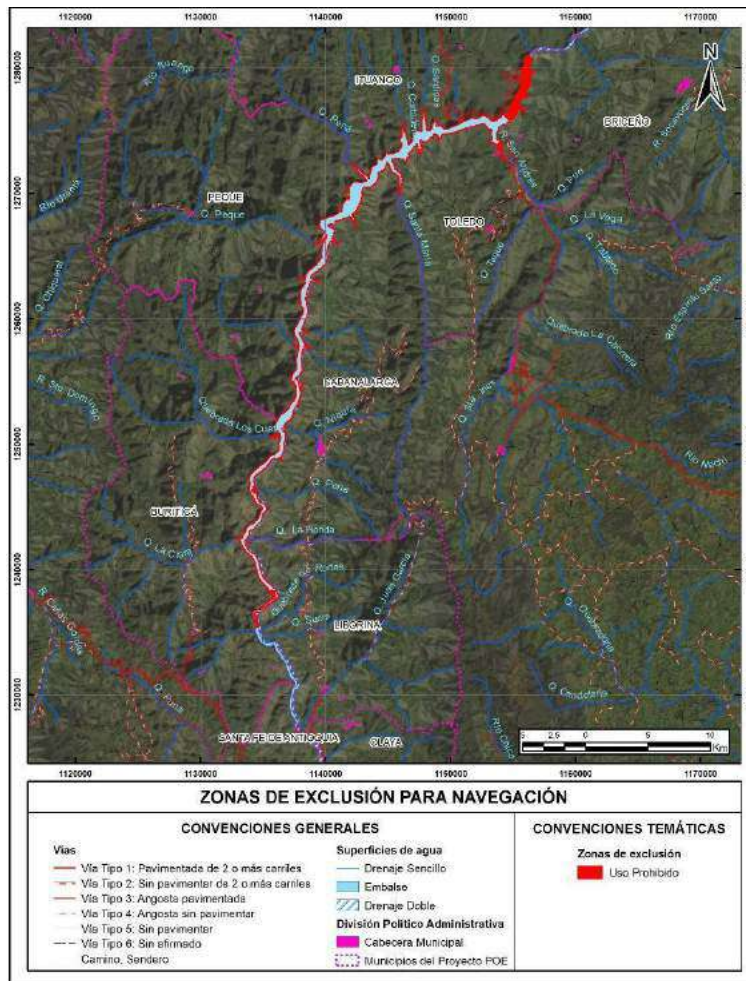
Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

En zonas alejadas de los núcleos de actividad turística se mantiene la recomendación de no uso de navegación recreativa, debido a que quedan muy lejos de las estas zonas y esta actividad necesita supervisión calificada que impida la pérdida de vidas humanas.

#### 5.4.2.4. Zonas de exclusión para la navegación

Se conservan las zonas de exclusión para la navegación especialmente para los siguientes casos: en el sector cercano al muro de presa, en la cola del embalse y en la desembocadura de los ríos por su importancia ecológica.

Figura 83. Ubicación de zonas de exclusión para la navegación



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

### 5.4.3. Tipos de embarcaciones en operación

Para la ejecución de las actividades relacionadas a todos los tipos de navegación se ratifica el uso de diferentes tipologías de ferris según sus capacidades y lanchas. Estos dos tipos de embarcación deberán ser utilizadas según el objetivo de la navegación, en general para la navegación de personas, carga liviana y semovientes se continua la recomendación del uso de embarcaciones tipo ferris. Para el caso de transporte de personas por el espejo de agua, para actividades de comunicación de los pobladores, actividades institucionales o turísticas se recomienda el uso de lanchas con capacidades entre 16 y 20 personas descritas en el apartado 4.3.

En cualquier circunstancia, la embarcación deberá cumplir todos los requisitos que por ley se le exijan, y aquellos que por precaución el operador del sistema fluvial o del embalse le soliciten.

#### **5.4.4. Diseño y tipología de puertos**

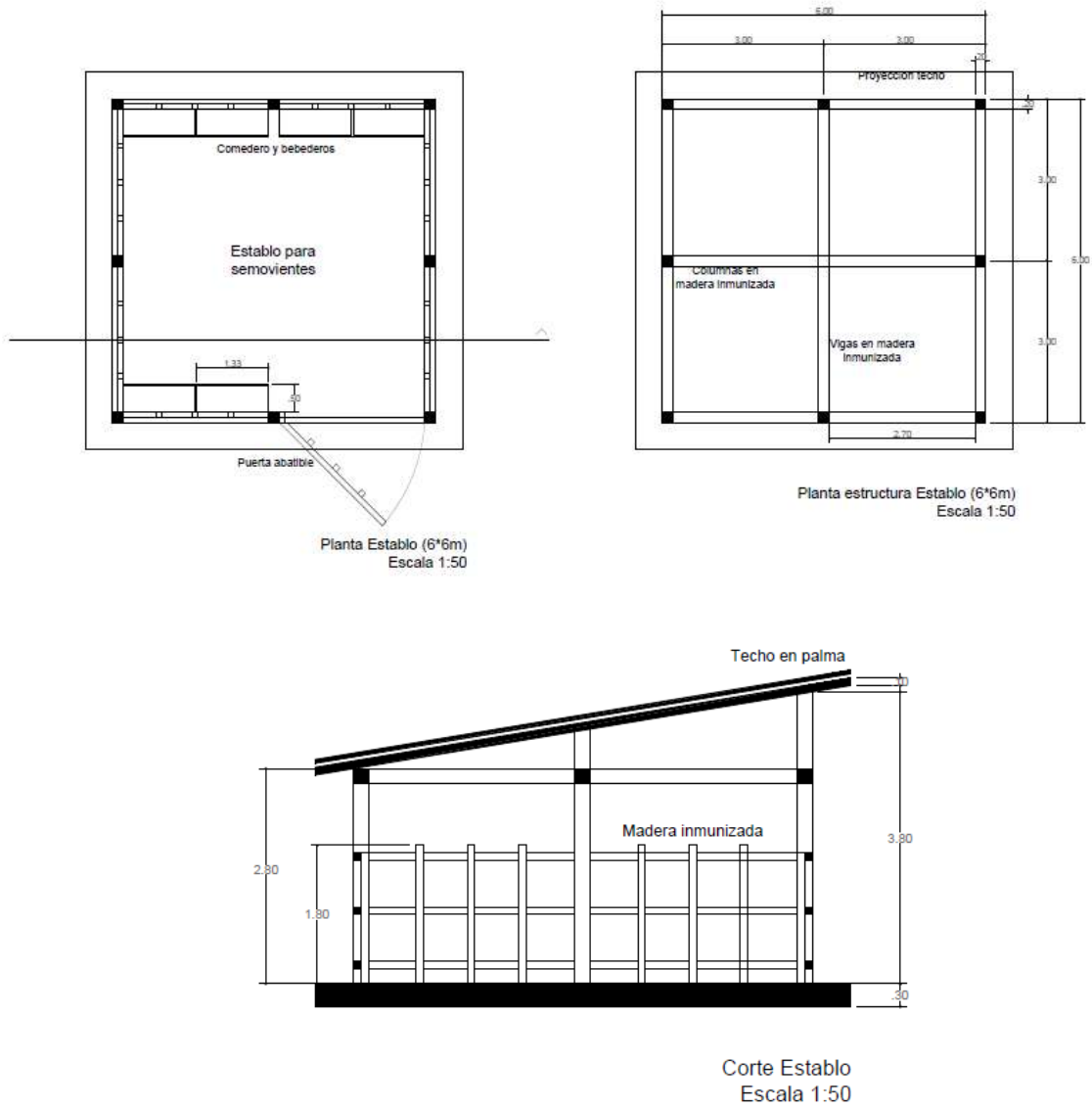
Para la propuesta de la infraestructura tipo se diseña con base en la apropiación, aprovechamiento y utilización de diferentes espacios en el desarrollo de las actividades definidas en cada puerto, esta infraestructura se plantea para satisfacer las necesidades de la población local y la conectividad de las regiones. Se proponen espacios modulados (3x3) lo cual facilita la construcción y zonificación de usos.

##### **5.4.4.1. Infraestructura existente**

En la actualidad, los puertos que se presentan activos cuentan ya con una infraestructura básica.

Para las estructuras existentes, se recomienda reforzar las estructuras de las Zonas de Espera y los Establos para evitar desplomes y accidentes (Figura 84 y Figura 85), además se propone mobiliario básico para la zona de espera de los puertos.

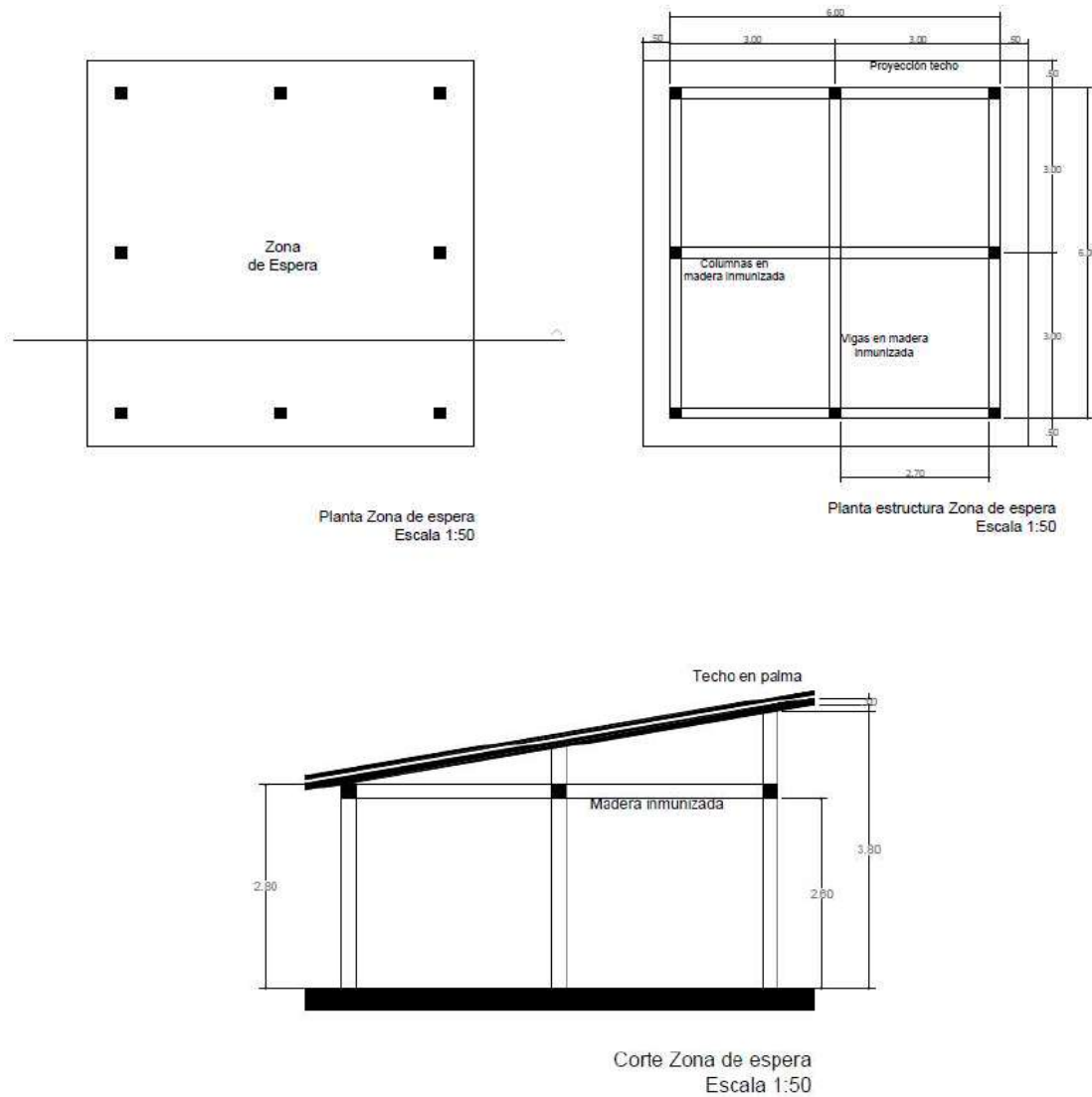
Figura 84. Esquema básico infraestructura existente, Establo (confinar la estructura)



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).



Figura 85. Esquema básico infraestructura existente, Zona de espera (confinar la estructura)



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

#### 5.4.4.2. Diseños tipo para puertos

El programa de diseño tipo se plantea respecto a las necesidades de cada puerto lo cual permite cumplir con requerimientos básicos establecidos para el desarrollo de las actividades de navegación, articulación y conectividad para comunidades aledañas y turismo; de esta forma se proponen espacios modulares, estos, caracterizados por el uso, mobiliario, dimensiones y materialidad.

Se reitera que la infraestructura propuesta obedece a diseños tipo, lo cual requiere un levantamiento topográfico detallado, orientación de la infraestructura y ubicación respecto al lugar de emplazamiento, condiciones físicas y climáticas para entrar al diseño específico.

En la Tabla 70 se presenta el programa general de diseño por cada tipología de puerto.

**Tabla 70. Características Puertos tipo**

Tipo de Puerto Principal					
Zona	Espacios	Dimensiones (metros)	Área m <sup>2</sup>	Características de los espacios	Mobiliario y equipo
General	Oficina	5,20 x 3	15,6	Iluminación, ventilación, seguridad y recepción (taquilla)	Escritorio, teléfono o equipo de comunicaciones, dos sillas, cafetín. Instalaciones.
	Servicios sanitarios	2,90 x 1,70	4,90	Iluminación, ventilación y seguridad	2 unidades sanitarias, tanque de agua, pozos sépticos y espacio para basuras. (instalaciones)
	APH	6 x 3,50 3 x 1.70	26.1	Iluminación, ventilación y seguridad	Escritorio, botiquín de primeros auxilios, servicio sanitario, 2 camillas, mesa y dos sillas
	Sala de espera	3,8 x 9	34,9	Abierto con cubierta	Bancas.
	<b>Total, área aproximada zona General</b>			<b>81,00</b>	
Servicios	Muelle de embarque - flotante	4 x 8	32,00	Con barandas de protección, estará sujeto a estacones con la posibilidad de subir y bajar según la fluctuación del embalse.	Sistema de amarre para anclar las embarcaciones y estacones para amarre general
	<b>Total, área aproximada de servicios</b>			<b>32,00</b>	

<b>Estacionamiento</b>	Parqueadero de vehículos	5 x 24	120,00	Espacio abierto para motos, carros y bicicletas	
	Establo para semovientes	9 x 6	54,00	Cercado con cubierta y buen drenaje para la limpieza. Capacidad aproximada 15 animales cómodos.	Con comederos y bebederos, abastecimiento de agua y desagües
	<b>Total, área aproximada zona de Estacionamiento</b>		<b>174,00</b>		
<b>Tipo de Puerto Secundario</b>					
<b>Zona</b>	<b>Espacios</b>	<b>Dimensiones (metros)</b>	<b>Área m2</b>	<b>Características de los espacios</b>	<b>Mobiliario y equipo</b>
<b>General</b>	APH	6 x 3,50 3 x 1.70	26.1	Iluminación, ventilación y seguridad	Escritorio, botiquín de primeros auxilios, servicio sanitario, 2 camillas, mesa y dos sillas
	Servicios sanitarios	2,90 x 1,70	4,90	Iluminación, ventilación y seguridad	2 unidades sanitarias, tanque de agua, pozos sépticos y espacio para basuras. (instalaciones)
	Sala de espera	3,80 x 6	22,80	Abierto con cubierta	Bancas.
	<b>Total, área aproximada zona General</b>		<b>54</b>		
<b>Administrativa</b>	Oficina	3 x 6	18,00	Iluminación, ventilación, seguridad y recepción (taquilla)	Escritorio, teléfono o equipo de comunicaciones, dos sillas y cafetín. Instalaciones.
	<b>Total, área aproximada de Zona Administrativa</b>		<b>18,00</b>		
<b>Servicios</b>	Muelle de embarque flotante	4 x 6	24,00	Con barandas de protección, estará sujeto a estacones con la posibilidad	Sistema de amarre para anclar las embarcaciones y

				de subir y bajar según la fluctuación del embalse.	estacones para amarre general
	<b>Total, área aproximada de servicios</b>		<b>24,00</b>		
<b>Estacionamiento</b>	Establo para semovientes	6 x 6	36,00	Cercado con cubierta y buen drenaje para la limpieza. Capacidad aproximada 10 animales cómodos.	Con comederos y bebederos, abastecimiento de agua y desagües
	<b>Total, área aproximada zona de Estacionamiento</b>		<b>36,00</b>		
<b>Tipo de Puerto Terciario</b>					
<b>Zona</b>	<b>Espacios</b>	<b>Dimensiones (metros)</b>	<b>Área m2</b>	<b>Características de los espacios</b>	<b>Mobiliario y equipo</b>
<b>General</b>	Administrativa	3 x 3	9	Iluminación, ventilación y seguridad	Escritorio, teléfono o equipo de comunicaciones, dos sillas y cafetín. Instalaciones.
	Servicios sanitarios	3 x 6	18	Iluminación, ventilación y seguridad	4 unidades sanitarias, 4 duchas al aire libre tanque de agua, pozos sépticos y espacio para basuras. (instalaciones)
	Sala de espera	9 x 6	54	Abierta con cubierta	Bancas.
	<b>Total, área aproximada zona General</b>			<b>81</b>	
<b>APH</b>	APH	6 x 4,60	27,6	Iluminación, ventilación y seguridad.	Escritorio, botiquín de primeros auxilios, servicio sanitario, 2 camillas, mesa y dos sillas
	<b>Total, área aproximada de Zona Administrativa</b>			<b>27,60</b>	



<b>Servicios</b>	Muelle de embarque - flotante	4 x 6	24,00	Con barandas de protección, estará sujeto a estacones con la posibilidad de subir y bajar según la fluctuación del embalse.	Sistema de amarre para anclar las embarcaciones y estacones para amarre general
	<b>Total, área aproximada de servicios</b>		<b>24,00</b>		
<b>Estacionamiento</b>	Establo para semovientes	6 x 6	36,00	Cercado con cubierta y buen drenaje para la limpieza. Capacidad aproximada 10 animales cómodos.	Con comederos y bebederos, abastecimiento de agua y desagües
	<b>Total, área aproximada zona de Estacionamiento</b>		<b>36,00</b>		

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

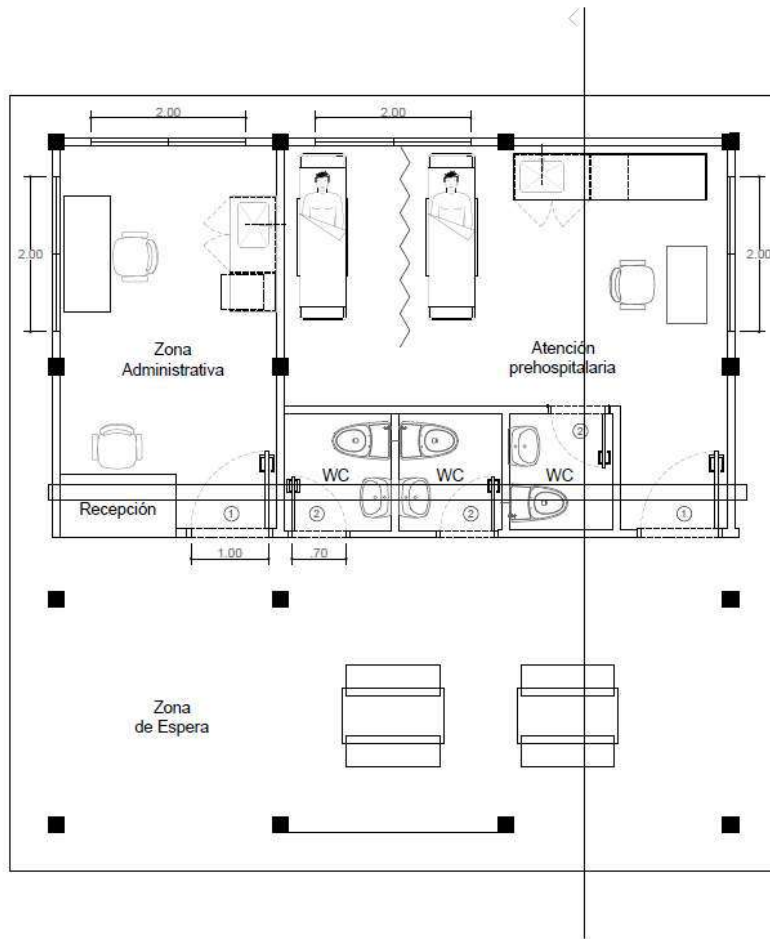
Las áreas se estimaron con base en cada una de las actividades a realizar y los requerimientos de espacio, el uso de materiales deberá ser de fácil transporte y gran durabilidad, por tanto se recomiendan ladrillo en paredes, teja de barro para cubiertas, techo en palma para los establos por ser más fresco para los animales, de fácil reemplazo, manipulación y acceso en la zona; los pisos de muelles, senderos y rampas deben ser antideslizantes para evitar accidentes, los estacones para barandas de protección en senderos se plantean en madera inmunizada; sin embargo se especifica que la escogencia de los materiales definitivos del proyecto a realizar, serán parte de perfiles de proyectos específicos.

Se presentan plantas y cortes de los diseños tipo propuestos para la infraestructura de cada tipología de puertos, acorde con el programa de diseño.

- Puerto Principal

El diseño del módulo general tipo para el Puerto Principal permite espacios iluminados y ventilados (Figura 86. Figura 87. Figura 88), el cual alberga la Zona Administrativa, de Espera y el APH, permitiendo la protección de visitantes y habitantes y la posibilidad de salvaguardar la vida en caso de accidentes, en la Figura 89 se ve una vista lateral donde se puede observar con mejor detalle la distribución del diseño.

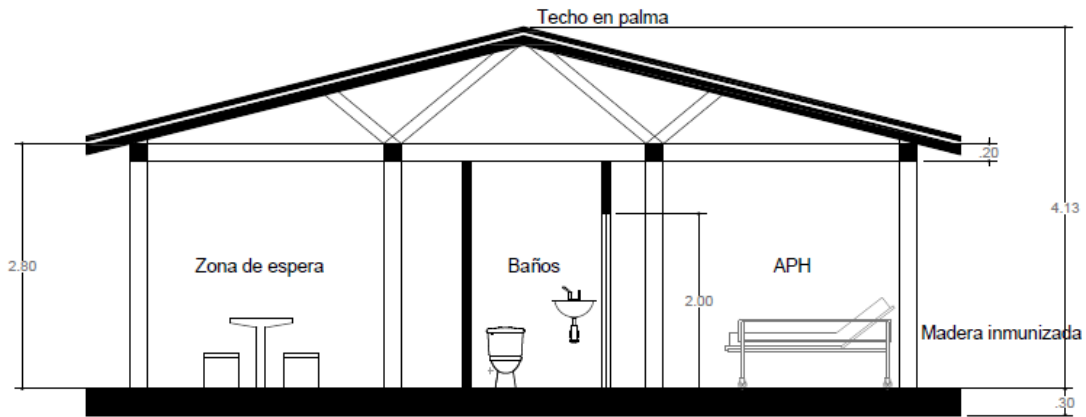
Figura 86. Planta tipo zona general del Puerto Principal



Planta Puerto Principal  
Escala 1:50

Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

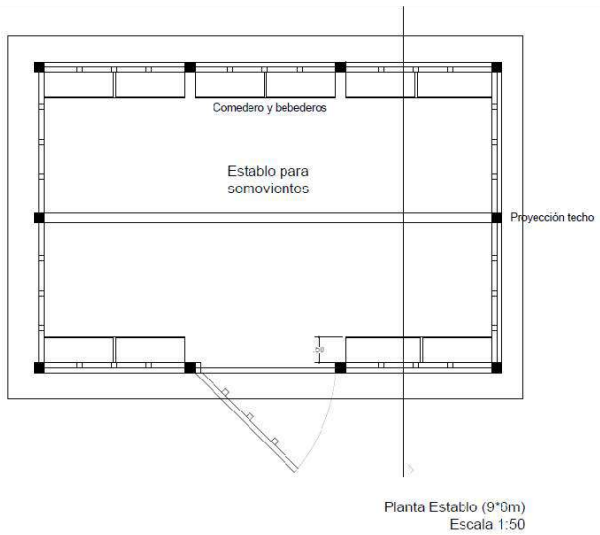
**Figura 87. Corte zona general del Puerto Principal**



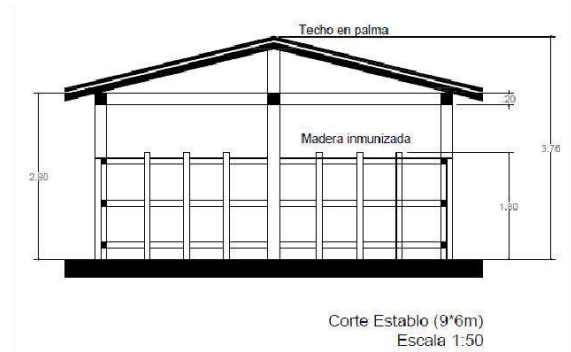
Corte Puerto Principal  
Escala 1:50

Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

**Figura 88. Planta y corte tipo del establo para el Puerto Principal**



Planta Establo (9\*6m)  
Escala 1:50



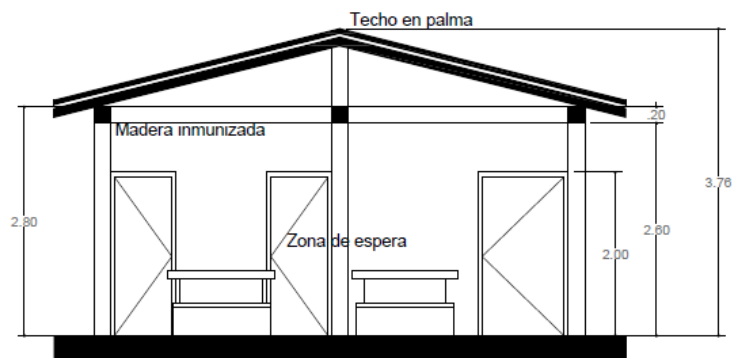
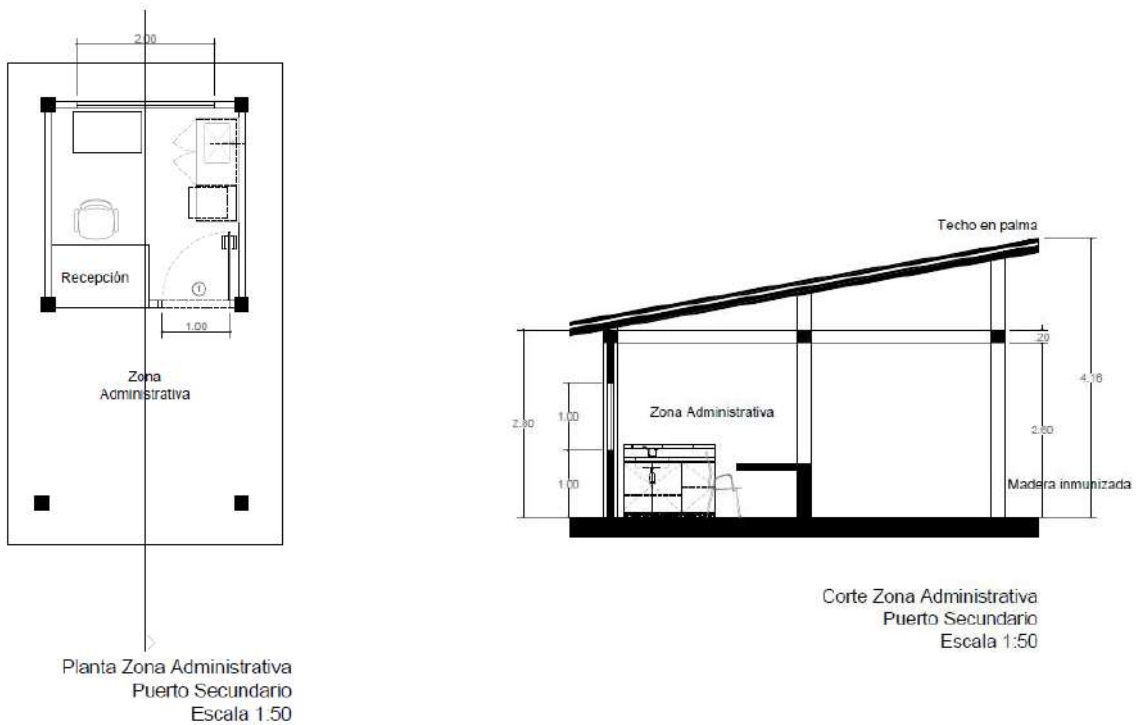
Corte Establo (9\*6m)  
Escala 1:50

Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

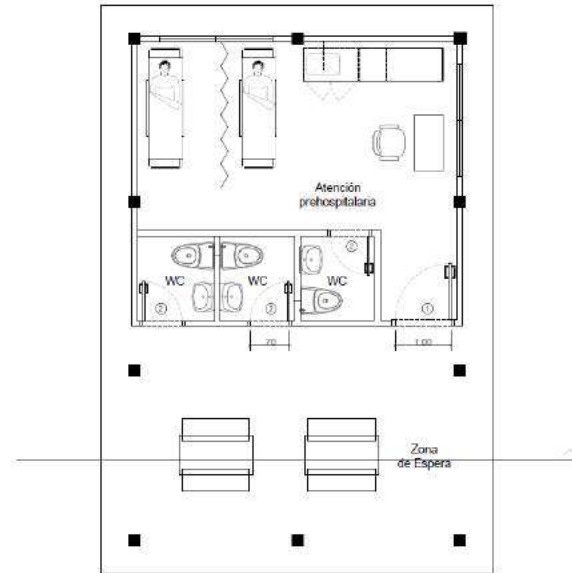
- Puerto Secundario

Para el Puerto Secundario se proponen dos casetas, una de ellas contiene la zona Administrativa con un espacio abierto y la segunda caseta la cual alberga la zona de Atención Prehospitalaria y la de espera con el respectivo mobiliario (Figura 89).

**Figura 89. Planta y corte tipo de la Zona Administrativa para el Puerto Secundario**







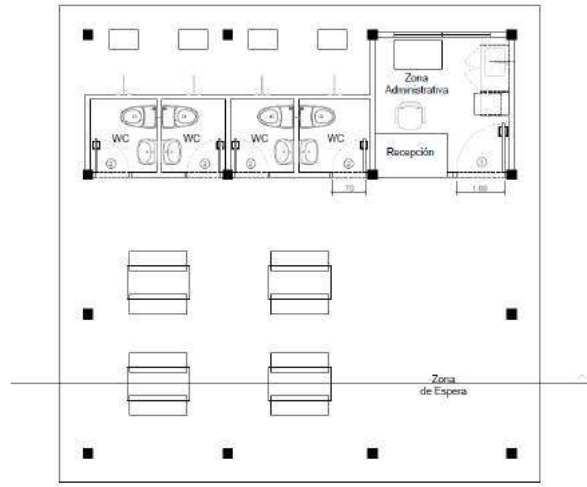
Planta Zona de Espera y APH  
Puerto Secundario  
Escala 1:50

Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

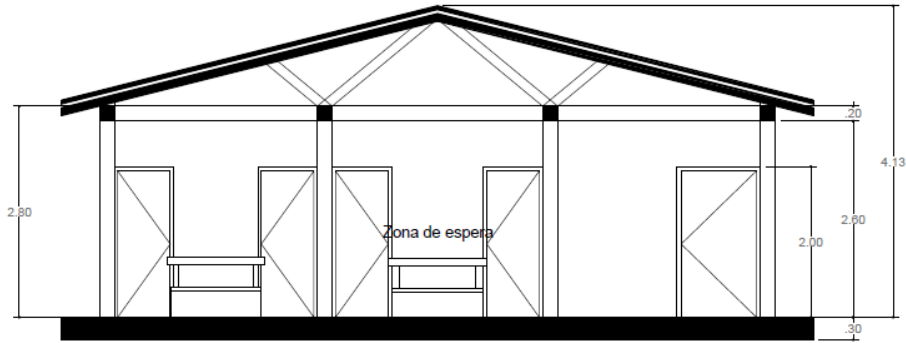
- Puerto Terciario

El puerto terciario varía en que la zona de espera y administrativa se encuentran en un mismo módulo para la facilidad de recepción y taquilla, este módulo cuenta con duchas al aire libre (Figura 90).

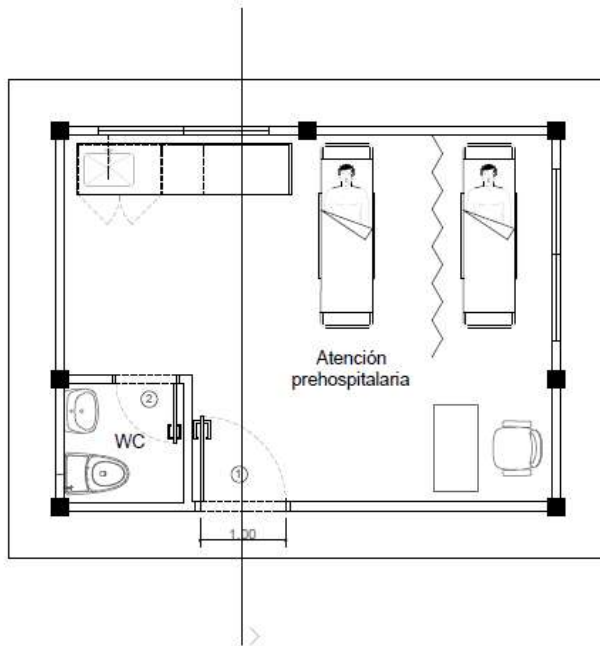
Figura 90. Planta y corte tipo Zona Administrativa de Espera para el Puerto Terciario



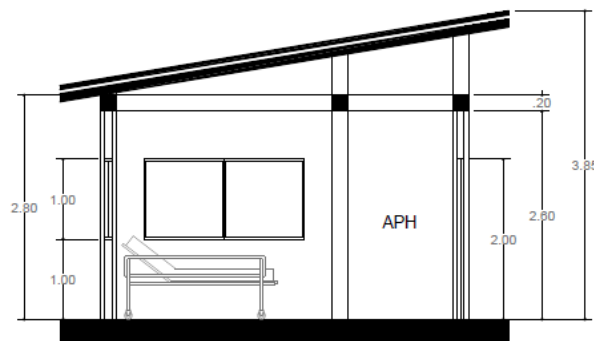
Planta Zona de Espera y Administrativo  
Puerto Terciario  
Escala 1:50



Corte Zona de Espera y Administrativa  
Puerto Terciario  
Escala 1:50



Planta Atención PreHospitalaria  
Puerto Terciario  
Escala 1:50



Corte Atención PreHospitalaria  
Puerto Terciario  
Escala 1:50

Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

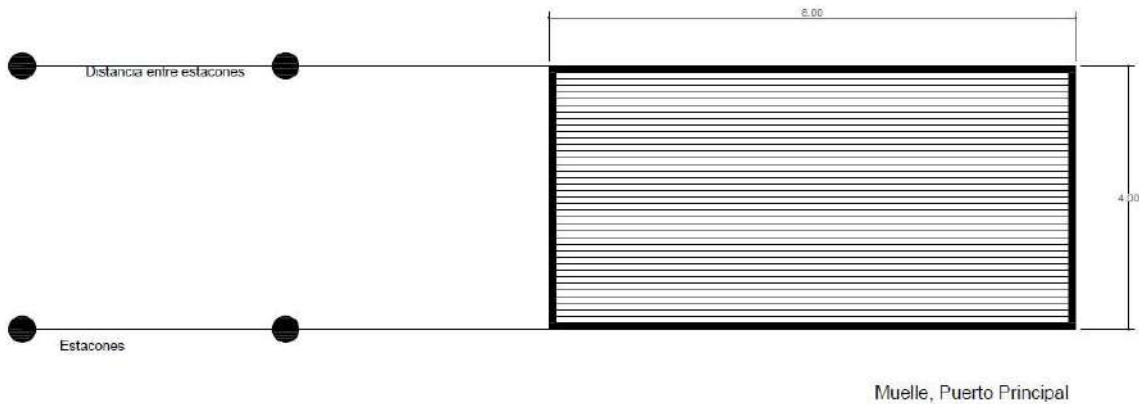
#### 5.4.4.3. Muelles flotantes

Se plantean dos tipos de muelles flotantes, su principal diferencia se encuentra en las dimensiones y la carga soportante; los muelles flotantes son básicamente una plataforma donde se aproxima la embarcación (Figuras 91 y 92), se busca que el acceso sea seguro y fácil.

El muelle de embarque deberá estar articulado a una estructura de pilotes, la cual estará anclada a tierra con la posibilidad de subir y bajar respecto a las variaciones del nivel del

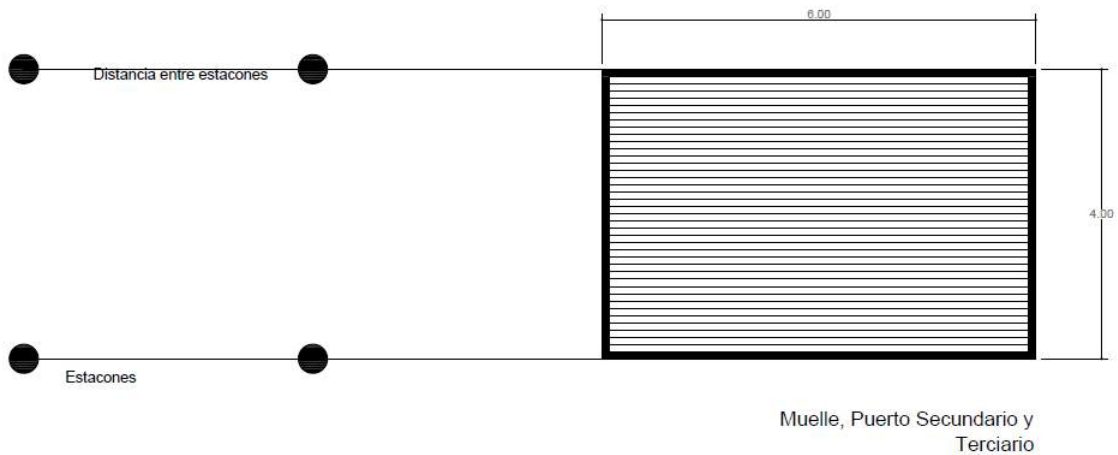
embalse para poder acondicionar. La infraestructura requerirá un permanente mantenimiento para garantizar su uso en óptimas condiciones de seguridad y comodidad, debido a las características del embalse se espera que la fluctuación de niveles sea mínima, aspecto que beneficiará el mantenimiento de la infraestructura, tanto del muelle como del camino de acceso.

**Figura 91. Muelle tipo, Puerto Principal**

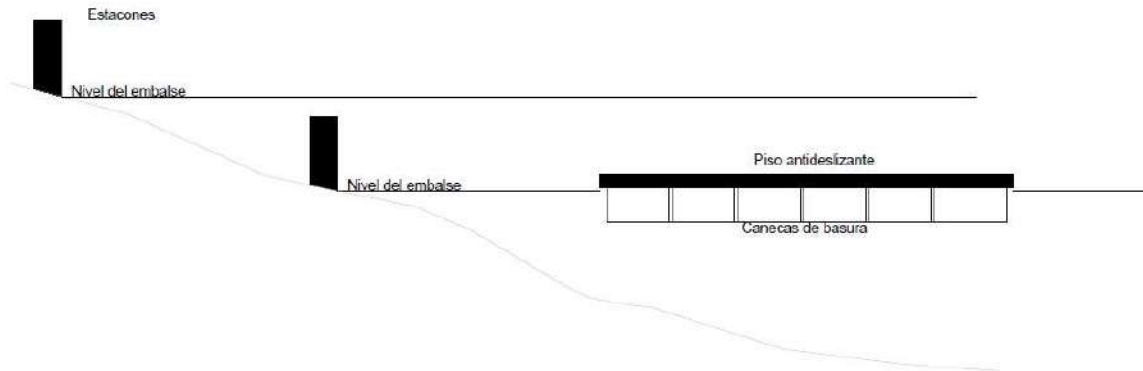


Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

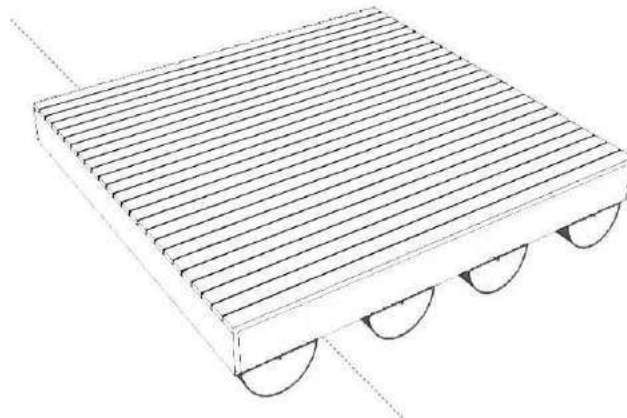
**Figura 92. Muelle tipo, Puerto Secundario y Terciario**



Corte



*Isométrico muelle*



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

#### **5.4.4.4. Senderos**

Los senderos cuentan con una zona para peatones y otra para semovientes, se planean con rampas en piedra para el camino del peatón y tierra pisada para el camino del semoviente, cada sendero cuenta con cunetas laterales, bien sea en piedra en los tramos que sea posible o en tierra pisada, como solución para el manejo de aguas lluvias y escorrentías, de manera que los senderos tengan una mayor vida útil, menor mantenimiento y cuenten con las condiciones de seguridad necesarias en caminos rurales.

#### **5.4.5. Señalética**

La Ley 1242 de 2008, que establece el Código Nacional de Navegación y Actividades Portuarias Fluviales, consagra lo siguiente sobre los elementos de señalización de las vías fluviales:



Artículo 15. La construcción, instalación y mantenimiento de los elementos de balizaje, señalización y/o de las demás ayudas a la navegación fluvial, ya sean ayudas físicas, como boyas, faros, luces para navegación nocturna, entre otras, o ayudas electrónicas, como sistemas de navegación asistida por satélite o GPS, u otras, será responsabilidad de:

- a) La Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena, Cormagdalena, en toda su jurisdicción de conformidad con lo establecido en el artículo 331 de la Constitución Política y la Ley 161 de 1994.  
La señalización de los últimos 27 kilómetros del río Magdalena, estará bajo responsabilidad de la Autoridad Marítima Nacional, a quien le corresponde instalar y mantener el servicio de ayudas necesarias para la navegación;
- b) El Instituto Nacional de Vías, o quien haga sus veces, en las demás vías fluviales de la Nación;
- c) Estará a cargo de los beneficiarios de autorizaciones o concesiones para el uso temporal y exclusivo de las márgenes de las vías fluviales, la señalización de canales auxiliares de entrada a sus instalaciones.

A su vez, el artículo 86 de dicho Código también faculta al Ministerio de Transporte para expedir reglamentos de navegación fluvial sobre varias materias. Entre ellas, el relacionado con el Reglamento de señalización y balizaje fluvial para que oportunamente se adapten sus normas a los adelantos operativos y tecnológicos surgidos en relación con el transporte fluvial y la actividad portuaria.

En uso de esta competencia legal, el Ministerio de Transportes expidió la Resolución 3767 del 27 de septiembre de 2013, por medio de la cual se adopta el Manual Único de Señalización Fluvial como reglamento de señalización y balizaje fluvial y se dictan otras disposiciones.

Dicha Resolución presenta como anexo técnico el Manual Único de señalización Fluvial, el cual contiene la definición normativa de esta actividad de la siguiente manera:

Señalización fluvial: Consiste principalmente en la instalación de dispositivos físicos, que se colocan a lo largo de las vías fluviales navegables, con el propósito de informar sobre la reglamentación existente, prevenir y evitar posibles accidentes, orientando a los usuarios de estas vías, para que naveguen con mayor seguridad y eficiencia.

Al tiempo que aclara y define los responsables de ella:

La señalización de las vías fluviales, relacionada con la seguridad en la navegación y el transporte fluvial compete a la entidad que tiene a cargo el mantenimiento y uso de la vía; la señalización de obras o actividades diferentes corresponde a sus constructores o ejecutores de estas, bajo el cumplimiento de las normas establecidas por la Autoridad Fluvial.

De igual forma, también se establece el responsable de la señalización que surja como necesidad de actividades que se estén ejerciendo en la vía fluvial, distintas a la navegación:

En cuanto a las obras realizadas, en ejecución o actividades diferentes a la navegación propiamente dicha, corresponde a la persona natural o jurídica a que pertenezca dicha obra u obstáculo que se haya generado, de manera permanente o transitoria.

Así mismo, esta norma consagra que la señalización fluvial se debe hacer utilizando, fundamentalmente, 3 clases de elementos autorizados:

- Las vallas
- Las balizas
- Las boyas

Las vallas, en primer lugar, deben ser usadas para el establecimiento de 4 clases de señales, cada una con sus especificaciones técnicas y estéticas, y que se pueden resumir en el siguiente grupo:

- Señales de prevención: franja amarilla
- Señales de reglamentación: franja roja
- Señales de Información: franja azul
- Señales de información especial: franja naranja

Sobre las balizas, en segundo lugar, se advierte en el Manual que su composición suele ser muy variada dependiendo de los contextos y lugares a señalar y de la tecnología accesible; por lo cual se puede tener como tal desde una compleja estructura de enrejado, hasta un simple ramal con varas. Para ellos se consagran en el manual 3 categorías de balizaje, clasificadas según la ubicación de ésta. Estas categorías son las siguientes:

1. Balizaje dentro de las vías navegables que delimitan el ancho del canal navegable: En esta categoría se utilizan boyas y/o postes en los sectores de la vía navegable; donde el canal no puede ser señalado con suficiente claridad por medio de balizas localizadas en las orillas.
2. Balizaje en tierra para indicar la posición del canal navegable con respecto a las orillas: En esta categoría se utilizan balizas en tierra, que indican la ubicación del canal navegable con respecto a las orillas; y el cruce y alineamiento del canal navegable de una orilla a otra.
3. Balizaje y demarcación de obstáculos y puntos de peligro: En esta categoría se utilizan boyas y/o postes cuando los obstáculos y puntos de peligro están dentro del canal navegable. Para obstáculos y peligros que se encuentren fuera del canal navegable se utilizan balizas en tierra o postes dentro de la vía navegable.

En tercer lugar, respecto a las boyas, se aclara que se utilizan como señalización para sustentar señales luminosas o señales ciegas, siendo las del primer tipo a veces complementadas por marcas o señales diurnas.

De otro lado, a este grupo genérico que compone la señalética de las vías fluviales, se agrega otro grupo que obedece a lugares específicos, y cuyo uso se deja al arbitrio y las necesidades propias de ese contexto. Esas son, por ejemplo: Señales luminosas, señales radioeléctricas, señales acústicas, antenas, entre otras.

Finalmente, el Manual Único de Señalización Fluvial consagra un capítulo final titulado: Ilustración de señalización específica. En él se advierte que se puede usar para ilustrar de manera práctica el uso de las señales, que pueden ser de utilidad para las situaciones que se presentan en las represas y lagunas, en donde hay navegación especialmente de turismo, combinada con sitios de bañistas o playas interiores; siguiendo los principios generales del Sistema de Balizamiento Marítimo de IALA/AISM.

Por lo cual se dan instrucciones técnicas para la señalización, se zonas de protección para baños, peligros atípicos o recientemente descubiertos y no indicados en documentos náuticos, antenas en zonas aledañas a la vía fluvial, entre otros casos.

## **5.5. MARCO LEGAL EN EL QUE ESTÁ CIRCUNSCRITO EL PLAN**

Para todo lo que tiene que ver con las denominadas actividades fluviales, el país cuenta con un Código Nacional de Navegación y Actividades Portuarias Fluviales, consagrado en la Ley 1242 de 2008. Ley que define entre sus objetivos: proteger la vida y el bienestar de todos los usuarios del modo fluvial, promover la seguridad en el transporte fluvial y en las actividades de navegación y operación portuaria fluvial, resguardar el medio ambiente de los daños que la navegación y el transporte fluvial le puedan ocasionar, desarrollar una normatividad que fomente el uso del modo de transporte fluvial, procurando su viabilidad como actividad comercial.

Así, el artículo 4º dispone que son vías para la navegación fluvial los ríos, canales, caños, lagunas, lagos, ciénagas y embalses aptos para la navegación con embarcaciones fluviales. Lo anterior supone, entonces, que con el lleno de los requisitos establecidos, las vías fluviales pueden ser navegadas libremente por toda clase de embarcaciones y sus riberas son de libre acceso para los navegantes (Art. 6). Para el efecto, además, se establece la servidumbre legal de uso público en las riberas de las vías fluviales -30 metros por cada lado del cauce- (Art. 9).

Posteriormente (Art. 5) el mismo Código define que: Son actividades fluviales todas aquellas relacionadas con la navegación de embarcaciones y artefactos fluviales que se ejecutan en las vías fluviales.

Y en consecuencia, el artículo 10 prevé que toda obra que se pretenda construir en las riberas de las vías fluviales requiere autorización por parte del Ministerio de Transporte, así como la explotación de recursos naturales en las riberas y lechos de las mismas; en este punto, el segundo párrafo del artículo 10 establece expresamente que tratándose de la autorización de obras en los embalses, deberán tenerse en cuenta las restricciones que en materia de seguridad estas tengan para su operación.

Si de acuerdo con lo anterior, para efectos de navegación, las vías fluviales y sus riberas son bienes de uso público de libre acceso y utilización, corresponde a los beneficiarios de autorizaciones o concesiones para el uso temporal y exclusivo de las márgenes de las vías fluviales la señalización de canales auxiliares de entrada a sus instalaciones, en consonancia con el literal c del artículo 15. Ahora bien, la autorización para que las embarcaciones mayores y menores transiten por las vías fluviales, se denomina patente de

navegación y está regulada en el artículo 49 y siguientes. En el mismo sentido, están regulados los requisitos de identificación y las sanciones por infracciones en el artículo 77 y siguientes. En esta normatividad están establecidos, también, los requisitos de seguridad para las embarcaciones mayores y menores en consonancia con los artículos 45, 46, 47 y 48.

Dicha normatividad dispone, además, que el Ministerio de Transporte hace las veces de autoridad nacional fluvial, quien a su vez ejerce las competencias de vigilancia y control a través de las Inspecciones Fluviales (Art. 10). El Ministerio en uso de dichas funciones llevará un Registro Nacional Permanente en coordinación con todos los actores que intervienen en el modo fluvial (Art. 16). Para el caso de transporte fluvial de pasajeros, es el Ministerio de Transporte el competente para otorgar las habilitaciones y permisos de operación, así como la vigilancia y control permanente... de las autoridades que velan por el cumplimiento de las normas sobre navegación fluvial y de las condiciones de seguridad, salubridad e higiene de cada una de las embarcaciones (Art. 17). Así, es el Ministerio de Transporte la autoridad competente para controlar y expedir los permisos especiales para el funcionamiento y utilización de las embarcaciones - lanchas, botes inflables, bicicletas acuáticas, canoas, motos acuáticas, veleros, balsas, y otras- (Art. 18).

Por otro lado, la Superintendencia de Puertos y Transporte vigila, inspecciona y controla la prestación del servicio público de transporte marítimo, fluvial, terrestre, férreo y aéreo en el país, en cuanto a calidad de infraestructura y prestación del servicio se refiere.

De acuerdo con el artículo 85 de la Ley 1242 de 2008, el Gobierno Nacional, a iniciativa del Ministerio de Transporte, elaboró el Plan Maestro de Acción Fluvial 2015 –PAF-, ejecutado por ARCADIS Nederland BV, con la ayuda de JESYCA S.A.S., bajo petición de la Agencia para las empresas holandesas y el Comité Técnico de Seguimiento. Dicho Plan caracterizó las vías fluviales actuales y estableció la estrategia de desarrollo de las vías fluviales de la Nación y de las actividades fluviales, en el largo, mediano y corto plazo. El Embalse del PHI no aparece en ninguno de los componentes del PAF.

Finalmente, el artículo 86 faculta al Ministerio de Transporte para expedir y mantener actualizados reglamentos de navegación fluvial, entre los cuales se encuentra el reglamento respectivo para la navegación en los embalses, norma que hoy, no ha sido todavía expedida debido a que las implicaciones para las demás actividades –generación de energía, riego, control de caudal, abastecimiento, turismo, recreación, deporte y pesca- obligan a que dicha norma deba ser concertada con las demás autoridades competentes, de manera que sea una política integral e intersectorial.

Finalmente, se enlistan a continuación las principales normas que tiene que ver con el transporte como un servicio público:

-LEY 336 DE 1996: Por la cual se adopta el estatuto nacional de transporte.

-DECRETO 3112 DE 1997: Por el cual se reglamenta la habilitación y la prestación del servicio público de transporte fluvial.

-DECRETO 1079 DE 2015: Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Transporte.

-DECRETO LEGISLATIVO 575 DE 2020: Por el cual se adoptan medidas para mitigar los efectos económicos generados por la pandemia Coronavirus COVID-19 en el sector transporte e infraestructura, en el marco del Estado de Emergencia, Económica, Social y Ecológica

De igual forma, en lo que toca en concreto con la prestación del servicio público de transporte fluvial. Se destaca la siguiente normatividad:

- LEY 1 DE 1991: Por la cual se expide el Estatuto de Puertos Marítimos y se dictan otras disposiciones.
- DECRETO 474 DE 2015: Por medio del cual se reglamenta el trámite de solicitud de concesiones para el desarrollo de actividades portuarias previstas en las Leyes 1 de 1991 y 1242 de 2008. Compilado en el Decreto 1079 de 2015, Decreto único reglamentario del sector transporte.

Finalmente, la regulación de las embarcaciones, las tripulaciones de las mismas y su seguridad dentro de la actividad fluvial, está en cabeza del Ministerio y se destacan las siguientes Resoluciones promulgadas:

- RESOLUCIÓN 2105 DE 1999: Por medio de la cual se expide el Reglamento. para las Embarcaciones Menores, las cuales registrarán en el territorio nacional.
- RESOLUCIÓN 667 DE 1999: Por la cual se adoptan como Reglamentos los Manuales de Señalización Fluvial, Balizaje Fluvial, Seguridad y Sanidad Fluvial para Embarcaciones Mayores y Seguridad y Sanidad Fluvial para Embarcaciones menores.
- RESOLUCIÓN 4824 DE 2013: Por la cual se adopta el reglamento de las tripulaciones y dotaciones de embarcaciones fluviales y se dictan otras disposiciones.

## **5.6. RECOMENDACIONES GENERALES**

Para la presente actualización del Plan de Navegación y Conectividad Fluvial para el Embalse Ituango, se presentan las siguientes recomendaciones generales:

- Toda embarcación sin importar la tipología de navegación a realizar deberá estar debidamente acreditada por el operador del embalse, así como por la autoridad competente, y deberá cumplir con todos los requisitos que por ley se le exigen, así como las exigencias particulares que la Sociedad Hidroeléctrica (o quien esta designe) pueda solicitar.
- Se mantiene la máxima velocidad permitida de 35 km/h para la navegación comercial, sean rutas para la restitución de la conectividad local o la ruta para el mejoramiento de la conectividad regional, en la mayor parte de la longitud del embalse. Esta velocidad solo se deberá desarrollar en el canal central del embalse (se consideran 100 metros alejados de cualquier orilla del cuerpo de agua).



- El tramo del embalse comprendido entre el extremo sur del cuerpo de agua, y 5.5 kilómetros al sur del puerto Carauquia (Aproximadamente K15+000 desde el extremo sur de la cola teórica del embalse), la velocidad máxima de cualquier embarcación deberá ser a lo sumo de 10 km/h para evitar generar oleajes que puedan desestabilizar las bases de los taludes.
- Como precaución, se recomienda que en los lugares donde el eje del embalse presenta variaciones (curvas), se reduzca la velocidad de navegación para reducir el riesgo de accidentes.
- Cuando una embarcación se aproxime a puerto, y rebase los 100 metros de proximidad con la orilla, ésta deberá reducir su velocidad a 10 km/h. De igual manera deberá mantener esa velocidad después de partir del puerto y hasta que esté en el canal central del embalse.
- Para cualquier tipo de navegación, excepto la institucional, se mantienen las zonas de exclusión de navegación.
- La navegación institucional deberá ser realizada con todos los requisitos que por ley se les exigen a las embarcaciones y deberá tener cuidado de no entorpecer el desarrollo de las otras formas de navegación.
- En la zona de exclusión de navegación del sector de muro de presa, la navegación institucional deberá estar condicionada, salvo alguna emergencia a ser realizada únicamente cuando la cota del embalse sea a lo sumo, la cota de vertimiento menor a 1.5m.
- En la zona de exclusión de los brazos del embalse, sólo podrá navegar personal autorizado por los entes competentes y/o el operador del proyecto hidroeléctrico; en este caso, el ingreso de las embarcaciones deberá realizarse con el motor apagado e impulsado por remos, para evitar perturbar las posibles comunidades ícticas
- La navegación recreativa solo se deberá realizar con embarcaciones de propulsión humana, en zonas aledañas a las zonas turísticas o de interés turístico y nunca deberán de ingresar al canal central del embalse.
- En el sector de la Cola del Embalse, dadas las condiciones hidráulicas complejas que se pueden presentar, es recomendable que no se realice la actividad de navegación recreativa.
- La navegación para la restitución de la conectividad local deberá entrar en funcionamiento al momento de ser requerida, sin tener en cuenta el periodo de estabilización del embalse (5 años a partir de la entrada en operación).

- Las demás tipologías de navegación deberán entrar en operación una vez cumplido el periodo de estabilización del embalse, o cuando las actividades así lo requieran.
- Debido a las condiciones abruptas y sin planificar con las que se realizó el llenado del embalse, y teniendo en cuenta que la erosión lateral de los taludes puede tener otras causas diferentes al oleaje causado por las embarcaciones, se recomienda que se monitoree permanentemente todos los lugares que tienen amenaza alta por movimiento en masa, que hayan presentado desprendimientos y los sectores donde el ancho del embalse sea inferior a 250 m.
- Los operadores ajenos a los designados por la Sociedad Hidroeléctrica Ituango que estén interesados en prestar sus servicios dentro del cuerpo de agua deberán realizar estudios particulares de capacidad de carga y potencial de demanda para garantizar las condiciones de prestación del servicio.
- Cuando dos o más operadores ajenos a los designados por la Sociedad Hidroeléctrica Ituango compitan por espacio para actividades de transporte (para habitantes o turistas), se deberá privilegiar en primer término a aquellas que sea iniciativa de la comunidad, y en segunda instancia, a aquellas que, sin ser de la comunidad, sean de la región.
- Los tipos de embarcaciones que no hayan sido contempladas en el presente estudio deberán de realizar un estudio particular, donde se evidencie que su navegación no presentará perjuicios para los tipos de navegación planteados acá, para las embarcaciones que estén operando en el embalse ni para la estabilidad del cuerpo de agua.
- La tipología empleada para clasificar los diferentes puertos es un elemento de caracterización lo cual, no implica que, para eventos fortuitos, una embarcación no pueda hacer uso de algún puerto aun cuando esta no esté “permitida” según la caracterización de este.

## 5.7. CONCLUSIONES

Para el presente documento del Plan de Navegación y Conectividad del Embalse Ituango, se presentan las siguientes conclusiones:

- La actividad de navegación en la modalidad de comercial para el transporte de personas y carga liviana se perfila como una de las actividades más importantes para realizar en el cuerpo de agua.
- La modalidad de navegación recreativa y turística puede ser un elemento de gran atractivo para potenciar el desarrollo de las zonas donde se pueda desarrollar el

ecoturismo puesto que, pueden servir como forma de acceso a las zonas turísticas y a su vez podrán servir como actividad recreativa en estos lugares.

- Si bien, la clasificación de los diferentes puertos se ha realizado en función a su actividad principal, esto no es excluyente para que embarcaciones que no desarrollen la actividad para la cual fueron pensados dichos puertos, puedan hacer uso de estos.
- Aunque en la actualidad, el modelo de prestación de servicio de navegación recae en un tercero, la prestación de este debería ser realizada por cooperativas de habitantes de la zona, esto representaría una posibilidad para mejorar las condiciones de vida de los miembros de dichas asociaciones y podrían generar una mejor dinámica económica en la zona.
- Dadas las profundidades a las que se plantea la operación del Embalse Ituango, la mayor parte este es navegable, a pesar de esto, se presentan tres zonas que deberán ser excluidas para todos los tipos de navegación excepto el institucional.
  - **Sector aledaño al muro de presa.** Por requerimientos técnicos y operativos, en esta zona se espera que existan corrientes que puedan poner en riesgo la integridad de las embarcaciones y de las personas que viajen en estas, más aún cuando el embalse esté en cota de vertimiento.
  - **Cola del embalse (aguas arriba del actual puente de La Angelina):** En este sector, es posible que se presente un fenómeno hidráulico conocido como *Choque (o salto) Hidráulico* el cual se presenta cuando un flujo de alta velocidad de agua entra en un cuerpo léntico, generando grandes turbulencias y un incremento súbito en la lámina de agua. Bajo estas condiciones la navegación puede verse seriamente comprometida y puede causar accidentes.
  - **Brazos del embalse:** Estas zonas son de gran importancia ecológica debido entre otras razones a que las comunidades ícticas suelen tener sus lugares de cría en estos sectores, razón por la cual se deberá excluir de las áreas de navegación todos los brazos del embalse. Salvo para la navegación institucional y solamente bajo las recomendaciones previamente expuestas.
- Aún, cuando se ha tenido en cuenta las necesidades de la comunidad y los aspectos técnicos para el planteamiento de los posibles puertos y su distribución espacial, es posible que en un futuro surjan embarcaderos informales. Para este caso, se deberá tener en cuenta lo presentado en el apartado de Formalización de puertos.
- Las macrófitas surgieron antes de lo previsto y con unos volúmenes incluso mayores a los previstos, sin embargo, como se había estimado, esta planta se puede asociar a las zonas de ralentización del flujo, lo cual sucede en la actualidad en inmediaciones del puerto proyectado de La Floresta, así como en las

desembocaduras de algunos afluentes al embalse, sin embargo, la presencia de estas macrófitas y el material flotante en el cuerpo principal, se espera que migre hacia el sur a medida que el embalse se aproxime a la cota 420 msnmm.

- Dado el volumen que existe de macrófitas y que se espera que se mantenga o incluso aumente debido a la calidad del agua que está presente en el embalse, se espera que esto sea un problema para la navegación; por lo tanto, se debe promover la extracción o cosecha permanente y su correcta disposición con el fin de garantizar el libre desplazamiento de las embarcaciones y por ende la conectividad entre los diferentes puertos.
- Aunque el ejercicio anterior fue muy conservador al momento de proponer unas velocidades máximas para la circulación de embarcaciones dentro del cuerpo de agua, en la actualidad existen elementos de tipo geológico que son determinantes para mantener la posición conservadora en este aspecto y así minimizar los efectos que el oleaje causado por las embarcaciones pueda tener sobre las bases de los taludes y, de esta forma reducir la probabilidad de generar nuevas inestabilidades.





**6.**  
**PLAN DE RESTAURACIÓN  
ECOLÓGICA**



## 6. PLAN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

Cerca del 80 % del área propuesta para el POE del Proyecto Hidroeléctrico Ituango - PHI, se encuentra bajo la zona de vida bosque seco tropical (bs-T); este ecosistema en particular ha sido históricamente objeto de una degradación y conversión masiva en el neotrópico durante cientos -y en algunos casos miles- de años, en parte debido a la buena fertilidad y aptitud para la agricultura de sus suelos y en parte a la importancia y valor de especies que lo han habitado. En este sentido, el bs-T es quizá el ecosistema más amenazado en Colombia pues para el 2015 presentaba unas áreas que tan solo alcanzaban el 8% con base en su extensión original, y tan solo el 5% de estas áreas se encontraban bajo una figura de protección. El valle del río Cauca y en especial su cuenca media situada en el departamento de Antioquia aún cuentan con relictos importantes de bosque seco tropical, sin embargo, bajo el actual escenario de deforestación y cambio de uso del suelo, se teme que en un corto plazo relictos de bs-T maduros de esta región y el país se reduzcan a fragmentos aislados poco desarrollados inmersos en una matriz de uso agropecuario (Pizano y García, 2014; Vásquez, 2018).

La fuerte estacionalidad de la precipitación marcada por una época seca prolongada, combinada con altas temperaturas todo el año, son las principales características que definen al bs-T. En conformidad, las especies que habitan y estructuran este ecosistema presentan una serie de adaptaciones morfológicas, fisiológicas y de comportamiento que les permiten sobrellevar las condiciones extremas existentes; esto permite que este ecosistema soporte una diversidad única con altos niveles de endemismo. Por otro lado, los servicios ecosistémicos que prestan a las comunidades locales como el ciclaje de nutrientes, la regulación hídrica y climática, y la provisión de recursos del bosque (maderables y no maderables), hacen de este un ecosistema estratégico para el beneficio directo e indirecto de millones de personas (Pizano y García, 2014, Vásquez, 2018). Lo anterior es una muestra de la urgente necesidad de conservar los relictos de bs-T existentes y de implementar con prioridad estrategias de restauración ecológica, no solo al interior del área de influencia del POE, sino al interior de las áreas donde este ecosistema ha desaparecido en Colombia (Vásquez, 2018, Thomas et al, 2017).

En el marco de los procesos de restauración ecológica, asistidos y espontáneos, se busca definir y establecer las medidas más apropiadas para un sitio. Parten del conocimiento de las características físicas del relieve, el clima, los suelos y el mismo ecosistema, sin olvidar la necesidad de conocer las especies y los requerimientos mínimos para su producción, establecimiento y crecimiento, es decir, una lectura completa y exhaustiva del territorio prevalecen ante cualquier ejercicio de restauración ecológica.

Una vez definidos estos requerimientos iniciales, la tarea de rehabilitar o restaurar un ecosistema, necesita establecer sí el proceso de sucesión natural ocurre o, por el contrario, las coberturas continúan estables en el tiempo, generando que ciertos lugares no avancen en el reclutamiento de especies o se mantengan desprovistos de vegetación. Para lo cual, se hace estrictamente necesario definir un plan de restauración que facilite la implementación de distintas estrategias, por ejemplo, el establecimiento de cercos vivos, la liberación de la vegetación proveniente de la sucesión natural y su mantenimiento, el

enriquecimiento con especies clave, la siembra de estacas, la plantación masiva de individuos de especies estratégicas y funcionales para afrontar las condiciones climáticas extremas de temperatura y sequía propias del Bosque Seco Tropical, entre otras.

Para este ejercicio, se plantea el uso adecuado de información primaria y secundaria existente que facilite la definición y recomendación de estrategias precisas para la restauración de zonas con coberturas de pastos, herbazales, arbustales y vegetación Secundaria al interior del PHI. Con el fin de abordar la línea estratégica de restauración ecológica y ambiental en el área de compensación delimitada para la zona de influencia del PHI; se presentan a continuación los resultados de la ejecución de la propuesta metodológica para la estructuración e implementación de las acciones de restauración ecológica en el área de interés. En este sentido, se detallan los elementos que intervienen en el proceso de caracterización, identificación y selección de las áreas prioritarias para implementar las actividades de restauración y se trazan los lineamientos estratégicos de la restauración ecológica en el territorio objeto de planificación. Estas acciones están planteadas dentro del horizonte temporal del POE (12 años), sin embargo, es importante destacar que el proceso de restauración ecológica puede requerir mucho más tiempo del horizonte de tiempo propuesto por el POE, es decir de 20 a 30 años o más.

### **6.1. DEFINICIÓN DEL ECOSISTEMA DE REFERENCIA ESTRATIFICADO**

Un ecosistema de referencia es un conjunto de sitios o áreas con mejor integridad o estado de conservación comparado con el que presentan las zonas a restaurar, este elemento se basa en el estudio de la composición, estructura y funcionamiento del ecosistema tomado como referente. La definición de este parámetro se configura como un modelo para la planificación y dirección de los esfuerzos de restauración, toda vez que el ecosistema ocurra en una zona geográfica con condiciones ambientales, ecológicas y socioeconómicas similares a las de las áreas objeto de restauración (Vargas et al, 2012).

El establecimiento del ecosistema de referencia es crucial, entonces, para el ejercicio de planificación de la restauración; pues permite definir las pautas metodológicas del proyecto que conlleven al cumplimiento de las metas de restauración proyectadas a corto, mediano y largo plazo.

Dada la heterogeneidad de las coberturas vegetales presentes en el área de influencia del PHI (pastos, rastrojos, vegetación secundaria, bosques, etc.), es preciso definir un ecosistema de referencia estratificado que contemple como niveles los diferentes estados de desarrollo de la vegetación, es decir, cada tipo de cobertura o ecosistema a restaurar tendrá como referencia la composición, estructura y funcionamiento de un área con nivel de sucesión vegetal superior, que permita realizar una proyección coherente del proceso de restauración para cada estrato en un período de tiempo determinado.

### 6.1.1. Metodología

Para la definición del ecosistema de referencia estratificado se procesó la información obtenida en el muestreo de 111 parcelas permanentes establecidas en el área de influencia del PHI (EPM, 2019); las cuales se encuentran distribuidas en ocho (8) coberturas terrestres: Arbustal abierto (AA), Bosque de galería y ripario (BG), Bosque denso (BD), Herbazal denso (HD), Pasto enmalezado (PE), Pasto limpio (PL), Vegetación secundaria alta (VSA) y Vegetación secundaria baja (VSB). Las parcelas cuentan con un área de 1.000 m<sup>2</sup> (0.1 ha), de forma rectangular (50 x 20 m), cada una de ellas se subdivide en diez cuadrantes de 10 x 10 m (100 m<sup>2</sup>) y en cinco sub-cuadrantes con área de 5 x 5 m (25 m<sup>2</sup>) (EPM y UNAL, 2015).

En cuanto a la información dendrométrica obtenida en las parcelas, se midió el diámetro normal (*DN*) a 1,3 m sobre el suelo, de todos los árboles, lianas, bejucos y palmas clasificados como fustales, es decir con *DN* igual o superior a 10 cm ( $DN \geq 10\text{cm}$ ); en cinco (5) de los diez (10) cuadrantes de 100 m<sup>2</sup> se midieron todos los árboles con  $5\text{ cm} \leq DN < 10\text{ cm}$  correspondiente a la categoría de latizal. En los sub-cuadrantes de 25 m<sup>2</sup> se midieron todos los árboles con  $1\text{ cm} \leq DN < 5\text{ cm}$  pertenecientes a la categoría brinzal. Para las categorías fustal y latizal se midió la altura de los árboles solo al 20% de los individuos muestreados en las parcelas, por otra parte, para la categoría brinzal se midió la altura al 100% de los individuos muestreados. Todas las plantas fueron identificadas taxonómicamente en campo y herbario al nivel máximo de detalle posible (EPM y UNAL, 2015). El ecosistema de referencia se definió en términos de composición, diversidad y estructura en el estrato arbóreo de cada una de las coberturas terrestres definidas en el área.

En cuanto al estudio de la composición florística en cada una de las coberturas, se utilizó el índice de valor de importancia (IVI) con el fin de determinar la significancia ecológica de las especies registradas; este índice se fundamenta en los valores relativos de densidad, frecuencia y dominancia de las especies, y permite establecer una noción práctica de cuáles especies contribuyen más a la naturaleza y estructura de un determinado ecosistema (Cottam & Curtis, 1956). Por otro lado, se dedujeron las familias más representativas para cada una de las coberturas, en términos de la proporción del número de individuos por hectárea registradas en cada cobertura.

La diversidad se cuantificó para cada cobertura por medio del cálculo de los siguientes índices:

- Shannon -Weaver (H): Se usa en ecología para medir la biodiversidad, este índice se expresa con un número positivo. Las mayores limitaciones de este índice es que no tiene en cuenta la distribución de las especies en el espacio y no discrimina la abundancia de especies
- Inverso de Simpson (D'): Este índice combina los valores de riqueza y abundancia de especies en términos de diversidad.

- Alfa de Fisher (S): Es un modelo de abundancia que se desprende de una serie logarítmica, su uso en ecología es recomendado para realizar comparaciones entre bosques por ser menos sensible al tamaño de la muestra.
- índice de equidad de Pielou (J'): Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

Para el análisis de la estructura, se construyeron histogramas de frecuencia tanto de la distribución diamétrica como altimétrica, de las comunidades vegetales inventariadas en cada una de las coberturas; para esto se obtuvo la frecuencia relativa de individuos en cada una de las clases definidas (diamétricas, altimétricas) identificadas en cada tipo de vegetación analizado.

### 6.1.2. Resultados

A continuación, se presentan los resultados de la caracterización del ecosistema de referencia estratificado definido en términos de composición florística, diversidad y estructura.

#### 6.1.2.1. Composición florística

El bs-T tiene una biodiversidad única de plantas y animales que se han adaptado a condiciones de estrés hídrico, por lo cual **presenta altos niveles de endemismo**, es decir que contiene especies que no se dan en ningún otro tipo de ecosistema. Por ejemplo, la vegetación del bs-T se caracteriza por estar adaptada al déficit de agua con estrategias como la pérdida de hojas durante la época de seca, presentar tallos capaces de realizar procesos fotosintéticos, entre otras. En los estudios que se han hecho hasta el momento, se ha reportado que **los bs-T de Colombia tienen casi 2.600 especies de plantas de las cuales 83 son endémicas** (Pizano y García, 2014). Por otro lado, el estrato arbóreo, áreas basales e índice de biodiversidad en el bs-T son bajos, comparados con los bosques húmedos y muy húmedos. Dada la significancia ecológica de las especies vegetales del ecosistema de bs-T, es indispensable conocer la composición de las coberturas presentes en esta zona de vida. A continuación, se presenta el análisis de los resultados del índice de valor de importancia obtenidos para cada una de las coberturas estudiadas.

- Arbustal abierto (AA)

*El Arbustal abierto se encuentra constituido por una comunidad vegetal dominada por elementos arbustivos regularmente distribuidos, los cuales forman un dosel discontinuo, y cuya cubierta representa entre el 30% y el 70% del área total de la unidad (IDEAM, 2010). En esta cobertura se establecieron 2 parcelas, en las cuales se registraron 4 especies distribuidas en 4 géneros y 3 familias; la especie más importante fue *Aspidosperma cuspa* con un IVI porcentual del 44,7%, esto dado principalmente por la alta densidad de individuos de esta especie al interior de las parcelas. La segunda especie con mayor IVI (24,9%) fue *Machaerium moritzianum* la cual obtuvo el porcentaje más alto de dominancia entre las especies registradas (Tabla 71).*

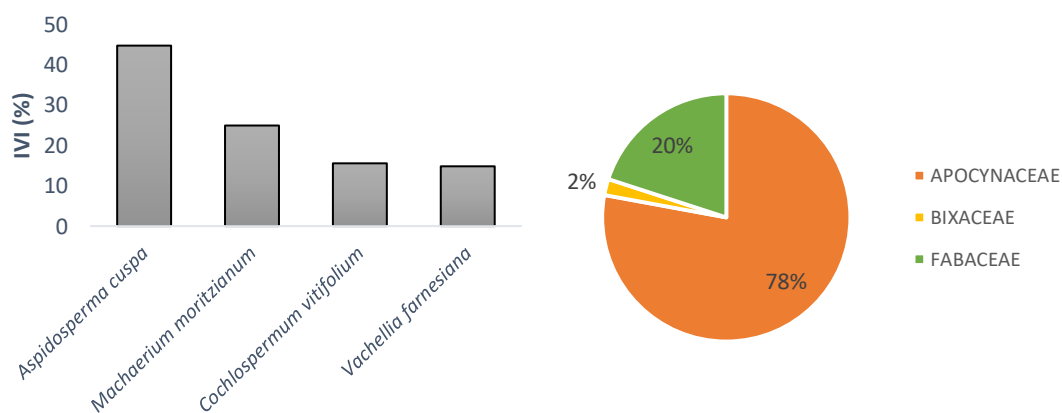
**Tabla 71. Importancia ecológica de especies registradas en AA**

Especie	N/ha	G/ha	Densidad (%)	Frecuencia (%)	Dominancia (%)	IVI	IVI (%)
<i>Aspidosperma cuspa</i>	740	0,42	77,89	25,00	31,25	134,15	44,72
<i>Machaerium moritzianum</i>	30	0,63	3,16	25,00	46,60	74,76	24,92
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	20	0,26	2,11	25,00	19,55	46,66	15,55
<i>Vachellia farnesiana</i>	160	0,04	16,84	25,00	2,60	44,44	14,81

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

De las tres familias representadas en esta cobertura, Apocynaceae contó con el 78% de los individuos dada la importante dominancia de la especie *A.cuspa* perteneciente a esta familia; por su parte Fabaceae obtuvo el 20% de representatividad, siendo la única familia representada por dos especies (*M. moritzianum* y *V. farnesiana*) en la cobertura, y Bixaceae (*C. vitifolium*) obtuvo el 2% restante (Figura 94).

**Figura 93. Importancia ecológica de especies registradas en Arbustal abierto (Izq.). Representatividad de familias registradas en Arbustal abierto (Der.)**



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

- Bosque de galería y ripario (BG)

El bosque de galería y ripario se refiere a las coberturas constituidas por vegetación arbórea ubicada en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales. Este tipo de cobertura está limitada por su amplitud, ya que bordea los cursos de agua y los drenajes naturales (IDEAM 2010). En el bosque ripario se establecieron 46 parcelas en las que se registraron 206 especies distribuidas en 148 géneros y 52 familias; las 15 especies con



mayor importancia ecológica se presentan en la Tabla 72. *Eugenia acapulcensis* y *Phyllanthus botryanthus* presentaron los mayores valores de IVI con 6,6% y 5,2% respectivamente, allí también se reportaron especies insignias para el bosque seco tropical como: *Bursera simaruba*, *Hura crepitans*, *Guazuma ulmifolia*, *Astronium graveolens*, *Gyrocarpus americanus*, entre otras.

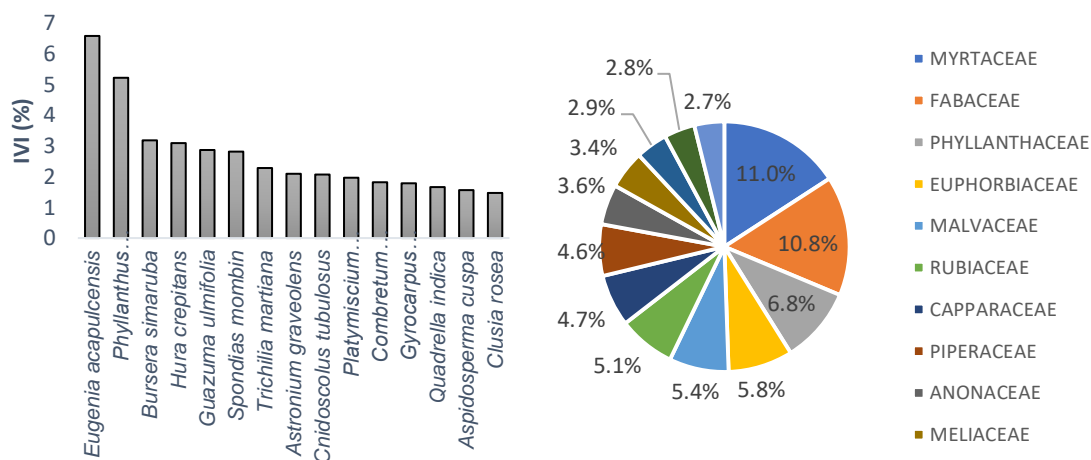
**Tabla 72. Importancia ecológica de las 15 especies con mayor IVI registradas en BG**

Especie	N/ha	G/ha	Densidad (%)	Frecuencia (%)	Dominancia (%)	IVI	IVI (%)
<i>Eugenia acapulcensis</i>	125	5,99	8,68	0,56	10,50	19,74	6,58
<i>Phyllanthus botryanthus</i>	98	4,48	6,81	0,98	7,86	15,65	5,22
<i>Bursera simaruba</i>	28	1,76	1,97	4,49	3,08	9,54	3,18
<i>Hura crepitans</i>	42	2,18	2,92	2,53	3,82	9,27	3,09
<i>Guazuma ulmifolia</i>	50	0,93	3,45	3,51	1,64	8,60	2,87
<i>Spondias mombin</i>	33	1,84	2,27	2,95	3,22	8,44	2,81
<i>Trichilia martiana</i>	40	1,01	2,82	2,25	1,78	6,84	2,28
<i>Astronium graveolens</i>	22	0,79	1,51	3,37	1,39	6,28	2,09
<i>Cnidioscolus tubulosus</i>	31	1,27	2,15	1,83	2,23	6,20	2,07
<i>Platymiscium pinnatum</i>	25	0,77	1,73	2,81	1,36	5,89	1,96
<i>Combretum fruticosum</i>	24	1,69	1,65	0,84	2,96	5,45	1,82
<i>Gyrocarpus americanus</i>	15	0,69	1,04	3,09	1,21	5,35	1,78
<i>Quadrella indica</i>	30	0,93	2,09	1,26	1,62	4,98	1,66
<i>Aspidosperma cuspa</i>	24	0,98	1,70	1,26	1,72	4,68	1,56
<i>Clusia rosea</i>	28	1,22	1,98	0,28	2,14	4,41	1,47

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Las familias con mayor representatividad en esta cobertura fueron Myrtaceae y Fabaceae cada una con cerca del 11% de los individuos muestreados, la familia de las leguminosas contó con 36 especies registradas, mientras que Myrtaceae sumó apenas 7 especies, aun así, estos especímenes cuentan con una mayor abundancia relativa que los representantes de las demás familias, de las cuales Phyllantaceae (6,8%), Euphorbiaceae (5,8%), Malvaceae (5,4%) y Rubiaceae (5,1%) también cuentan con una importante representatividad en esta cobertura (Figura 94).

**Figura 94. Importancia ecológica de las 15 especies con mayor IVI registradas en Bosque ripario. Familias más representativas registradas en Bosque de galería y ripario**



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

- Bosque denso (BD)

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos, los cuales forman un estrato de copas más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, y con altura del dosel superior a cinco metros. Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales (IDEAM, 2010). En esta cobertura se registraron 108 especies, distribuidas en 87 géneros y 37 familias; dada su considerable dominancia, las especies *Ficus insipida* (21,5%) y *Cedrela odorata* (15,4%), obtuvieron los mayores valores de IVI, 8,2 y 7,6 % respectivamente (Tabla 3). Llama la atención la presencia de la especie *Coffea arabica* un arbusto introducido y cultivado esencialmente para la producción de café en zonas húmedas, que dado su hábito arbustivo y su tolerancia al sombrero puede persistir bajo doseles cerrados; *Persea caerulea* y *Critonia morifolia*, especies presentes tanto en bosques húmedos como secos, presentaron un IVI del 4% aproximadamente, posicionándose en el tercer y cuarto lugar como las especies con mayor importancia en esta cobertura (Tabla 73).

**Tabla 73. Importancia ecológica de las 15 especies con mayor IVI registradas en BD**

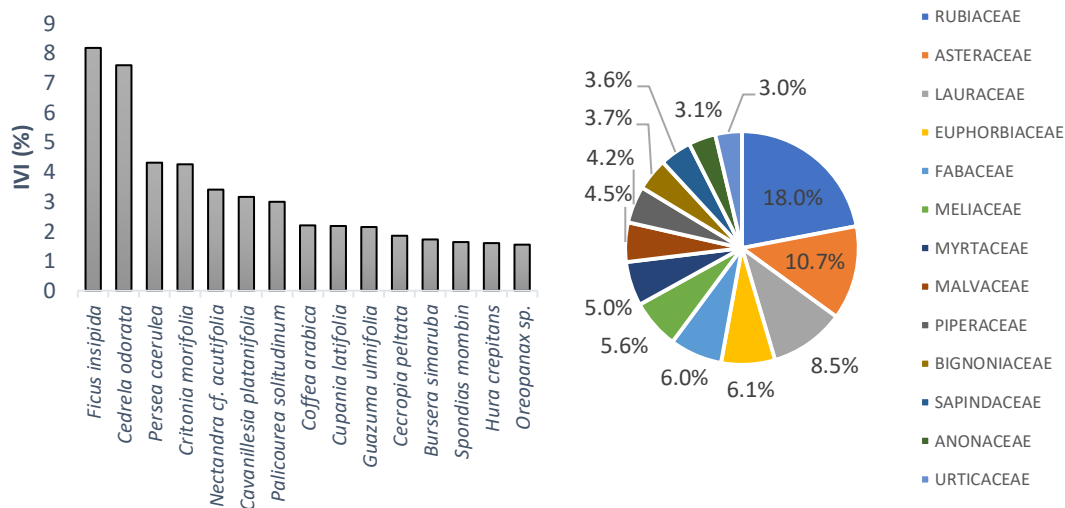
Especie	N/ha	G/ha	Densidad (%)	Frecuencia (%)	Dominancia (%)	IVI	IVI (%)
<i>Ficus insipida</i>	10	6,50	0,59	2,41	21,53	24,52	8,17
<i>Cedrela odorata</i>	84	4,67	4,92	2,41	15,44	22,77	7,59
<i>Persea caerulea</i>	53	2,06	3,09	3,01	6,83	12,93	4,31

<i>Critonia morifolia</i>	181	0,09	10,65	1,81	0,31	12,77	4,26
<i>Nectandra acutifolia</i> cf.	71	1,46	4,19	1,20	4,82	10,21	3,40
<i>Cavanillesia platanifolia</i>	1	2,66	0,07	0,60	8,80	9,47	3,16
<i>Palicourea solitudinum</i>	140	0,04	8,23	0,60	0,15	8,98	2,99
<i>Coffea arabica</i>	100	0,04	5,88	0,60	0,12	6,60	2,20
<i>Cupania latifolia</i>	51	0,70	3,01	1,20	2,32	6,54	2,18
<i>Guazuma ulmifolia</i>	53	0,47	3,09	1,81	1,54	6,43	2,14
<i>Cecropia peltata</i>	15	0,32	0,88	3,61	1,05	5,55	1,85
<i>Bursera simaruba</i>	29	0,51	1,69	1,81	1,68	5,18	1,73
<i>Spondias mombin</i>	5	0,85	0,29	1,81	2,81	4,91	1,64
<i>Hura crepitans</i>	6	0,98	0,37	1,20	3,24	4,81	1,60
<i>Oreopanax sp.</i>	28	0,55	1,62	1,20	1,83	4,65	1,55

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

De las 37 familias registradas en esta cobertura, aproximadamente el 30% de los individuos se agruparon tan solo en tres familias: Rubiaceae (18%), Asteraceae (10,7) y Lauraceae (8.5%) (Figura 96). Para Rubiaceae se registraron 10 especies, Laureaceae 5 especies y Asteraceae registró tan solo a *C. morifolia*, esta especie representó el 10,7% de todos los individuos; por otro lado, la familia Fabaceae presentó el mayor número de especies (14) y el 6% de representatividad respecto a las demás familias.

**Figura 95. Importancia ecológica de las 15 especies con mayor IVI registradas en Bosque denso. Familias más representativas registradas en Bosque denso**



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

- Herbazal denso (HD)

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente herbáceos desarrollados en forma natural en diferentes sustratos, los cuales forman una cobertura relativamente densa (IDEAM, 2010). Dado el poco desarrollo arbóreo de esta cobertura, se registraron solo 4 especies distribuidas en 4 familias (Tabla 74); estas son especies de porte medio a bajo y ocurren tanto en zonas secas como húmedas. *Bursera tomentosa* fue la especie con mayor importancia presentando una dominancia del 96% y un valor IVI del 44,7%, seguida de *Citharexylum kunthianum* y *Croton leptostachyus* con un IVI aproximado del 20,5% y finalmente *Senna pallida*.

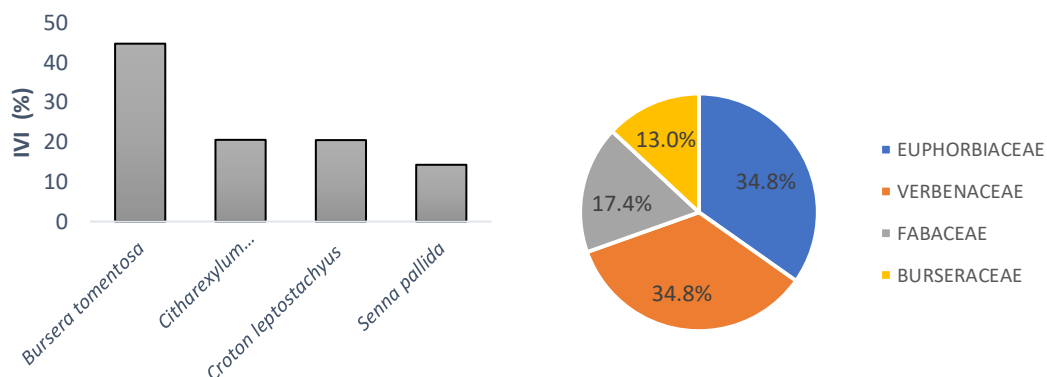
**Tabla 74. Importancia ecológica de las especies registradas en HD**

Especie	N/ha	G/ha	Densidad (%)	Frecuencia (%)	Dominancia (%)	IVI	IVI (%)
<i>Bursera tomentosa</i>	30	1,11	13,04	25,00	96,10	134,14	44,71
<i>Citharexylum kunthianum</i>	80	0,02	34,78	25,00	1,83	61,61	20,54
<i>Croton leptostachyus</i>	80	0,02	34,78	25,00	1,65	61,43	20,48
<i>Senna pallida</i>	40	0,00	17,39	25,00	0,42	42,81	14,27

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Aun cuando *B. tomentosa* presentó el mayor IVI, fue la especie con menor abundancia en esta cobertura, y por tanto su familia Burseraceae obtuvo un 13% de representatividad, seguida de la familia Fabaceae (*S. pallida*) con el 17,4%, por otro lado las familias Euphorbiaceae (*C. Iptostachyus*) y Verbenaceae (*C. Kunthianum*) obtuvieron el mayor porcentaje de individuos registrados (34,8%) (Figura 96).

**Figura 96. Importancia ecológica de especies registradas en Herbazal denso. Representatividad de familias registradas en Herbazal denso**



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

- Pasto enmalezado (PE)

Son las coberturas representadas por tierras con pastos y malezas conformando asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a la realización de escasas prácticas de manejo o la ocurrencia de procesos de abandono en zonas de pastoreo (IDEAM, 2010). En esta cobertura se registraron 12 especies, distribuidas en 11 géneros y 10 familias, el 55% del IVI está repartido en cuatro especies: *Clusia rosea* (16,1%), *Platymiscium pinnatum* (15,7), *Acrocomia aculeata* (13,5%) y *Calycolpus moritzianus* (10,54%). Estas especies ocurren generalmente tanto en bosque seco como en zonas húmedas y presentan un alto requerimiento lumínico al conformar el estado sucesional primario; cabe destacar la presencia de *A. aculeata* o palma corozo, pues es la especie con mayor porcentaje de dominancia en esta cobertura (Tabla 75).

**Tabla 75. Importancia ecológica de las especies registradas en PE**

Especie	N/ha	G/ha	Densidad (%)	Frecuencia (%)	Dominancia (%)	IVI	IVI (%)
<i>Clusia rosea</i>	710	0,33	24,78	8,33	15,20	48,32	16,11
<i>Platymiscium pinnatum</i>	600	0,39	20,94	8,33	17,85	47,13	15,71
<i>Acrocomia aculeata</i>	90	0,64	3,14	8,33	29,14	40,62	13,54
<i>Calycolpus moritzianus</i>	260	0,31	9,08	8,33	14,20	31,61	10,54

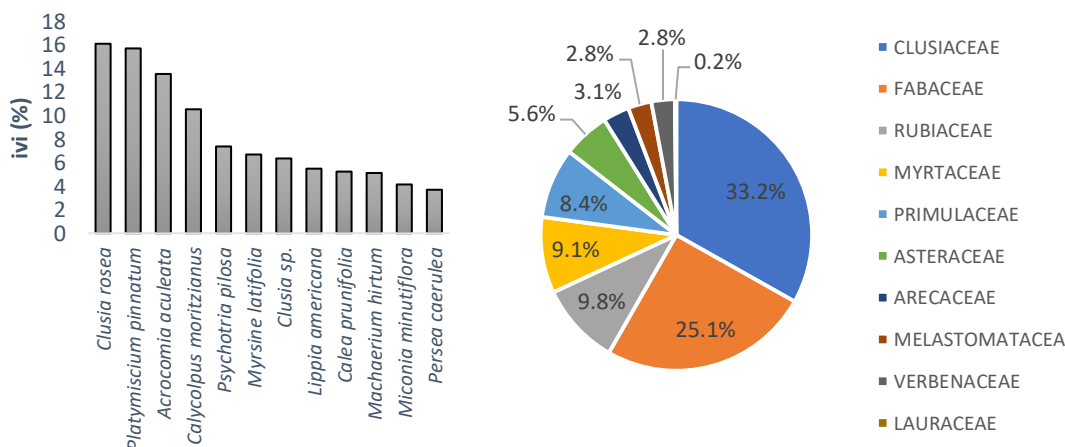


<i>Psychotria pilosa</i>	280	0,09	9,77	8,33	4,02	22,12	7,37
<i>Myrsine latifolia</i>	240	0,07	8,38	8,33	3,36	20,07	6,69
<i>Clusia sp.</i>	240	0,05	8,38	8,33	2,36	19,07	6,36
<i>Lippia americana</i>	80	0,12	2,79	8,33	5,34	16,47	5,49
<i>Calea prunifolia</i>	160	0,04	5,58	8,33	1,80	15,72	5,24
<i>Machaerium hirtum</i>	120	0,06	4,19	8,33	2,84	15,36	5,12
<i>Miconia minutiflora</i>	80	0,03	2,79	8,33	1,31	12,43	4,14
<i>Persea caerulea</i>	5	0,06	0,17	8,33	2,58	11,09	3,70

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Las familias Clusiaceae (33,2%) y Fabaceae (25,1%) comprenden cerca del 58% de los individuos presentes en esta cobertura, representadas por las especies *Clusia sp.*, *Clusia rosea*, *Platymiscium pinnatum* y *Machaerium hirtum*, respectivamente (Figura 97).

**Figura 97. Importancia ecológica de especies registradas en Pasto enmalezado. Familias más representativas registradas en Pasto enmalezado**



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

- Pasto limpio (PL)

Esta cobertura comprende las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70%; la realización de prácticas de manejo (limpieza, encalamiento y/o fertilización, etc.), el uso intensivo del suelo, la extensión de pastizales deteriorados por extracción selectiva, incendios de la cobertura vegetal y el pastoreo, impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas (IDEAM, 2010). Dado este pobre desarrollo, en esta

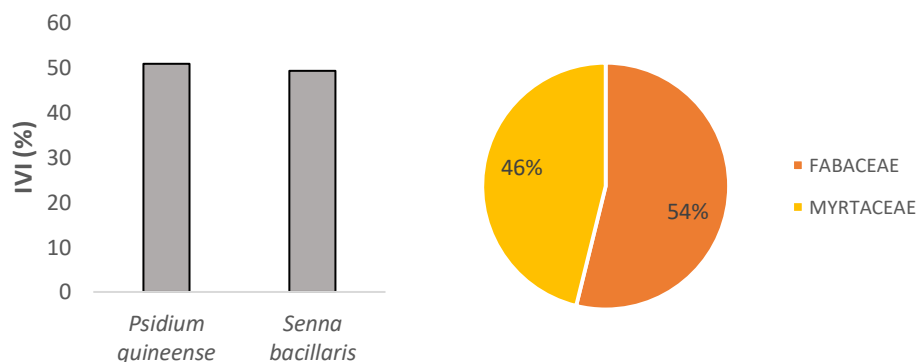
cobertura apenas se registraron 2 especies arbóreas *Psidium guineense* y *Senna bacillaris*, que, en términos generales presentan la misma importancia basada en valores de IVI de aproximadamente el 50% (Tabla 76). En este sentido las familias allí representadas, Fabaceae y Myrtaceae presentan el 54% y 46% de los individuos, respectivamente (Figura 98).

**Tabla 76. Importancia ecológica de las especies registradas en PL**

Especie	N/ha	G/ha	Densidad (%)	Frecuencia (%)	Dominancia (%)	IVI	IVI (%)
<i>Psidium guineense</i>	480	0,04	46,15	50	56,24	152,39	50,79
<i>Senna bacillaris</i>	560	0,03	53,84	50	43,76	147,61	49,20

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

**Figura 98. Importancia ecológica de especies registradas en Pasto limpio. Representatividad de familias registradas en Pasto limpio**



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

- Vegetación secundaria alta (VSA)

Son aquellas áreas cubiertas por vegetación principalmente arbórea con dosel irregular y presencia ocasional de arbustos, palmas y enredaderas, que corresponde a los estadios intermedios de la sucesión vegetal, después de presentarse un proceso de deforestación de los bosques o regeneración de los pastizales. Se desarrolla luego de varios años de la intervención original, generalmente después de la etapa secundaria baja (IDEAM, 2010). En esta cobertura se inventariaron 180 especies distribuidas en 129 géneros y 54 familias, los valores porcentuales de IVI no presentaron diferencias significativas entre las 15

especies más importantes (Tabla 77), en este sentido la especie *Clusia minor* presentó el mayor valor IVI (3,96%) seguida de *Guazuma ulmifolia* (3,11%) y *Calycolpus moritzianus* (3,06%).

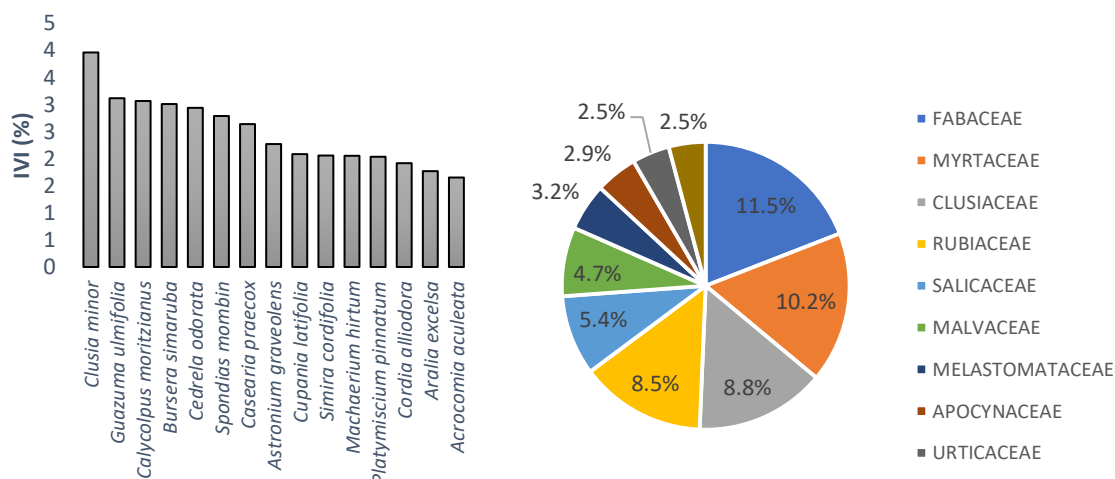
**Tabla 77. Importancia ecológica de las 15 especies con mayor IVI registradas en VSA**

Especie	N/ha	G/ha	Densidad (%)	Frecuencia (%)	Dominancia (%)	IVI	IVI (%)
<i>Clusia minor</i>	142	0,29	7,99	2,10	1,78	11,87	3,96
<i>Guazuma ulmifolia</i>	59	0,64	3,31	2,10	3,93	9,34	3,11
<i>Calycolpus moritzianus</i>	46	0,85	2,58	1,40	5,21	9,19	3,06
<i>Bursera simaruba</i>	27	0,77	1,52	2,80	4,70	9,02	3,01
<i>Cedrela odorata</i>	28	0,95	1,56	1,40	5,85	8,81	2,94
<i>Spondias mombin</i>	21	0,94	1,19	1,40	5,77	8,36	2,79
<i>Casearia praecox</i>	81	0,24	4,56	1,87	1,48	7,91	2,64
<i>Astronium graveolens</i>	15	0,55	0,85	2,57	3,38	6,81	2,27
<i>Cupania latifolia</i>	29	0,49	1,60	1,64	3,01	6,25	2,08
<i>Simira cordifolia</i>	53	0,36	3,00	0,93	2,24	6,17	2,06
<i>Machaerium hirtum</i>	74	0,13	4,18	1,17	0,80	6,16	2,05
<i>Platymiscium pinnatum</i>	19	0,36	1,08	2,80	2,22	6,10	2,03
<i>Cordia alliodora</i>	36	0,26	2,04	2,10	1,60	5,75	1,92
<i>Aralia excelsa</i>	15	0,50	0,85	1,40	3,05	5,31	1,77
<i>Acrocomia aculeata</i>	11	0,63	0,60	0,47	3,88	4,95	1,65

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

El 40% de los individuos inventariados pertenecen a 4 de las 54 familias registradas para esta cobertura, siendo Fabaceae (11,5%) la de mayor representatividad, seguida de Myrtaceae (10,2%), Clusiaceae (8,8%) y Rubiaceae (8,5%) (Figura 99).

**Figura 99. Importancia ecológica de las 15 especies con mayor IVI registradas en Vegetación secundaria alta. Familias más representativas registradas en Bosque denso**



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

- Vegetación secundaria baja (VSB)

Son aquellas áreas cubiertas por vegetación principalmente arbustiva y herbácea con dosel irregular y presencia ocasional de árboles y enredaderas, corresponde a los estadios iniciales de la sucesión vegetal después de presentarse un proceso de deforestación de los bosques o regeneración de los pastizales. Por lo general, corresponde con una fase de colonización de inductores preclimáticos, donde especies de una fase más avanzada se establecen y comienzan a emerger (IDEAM, 2010). En esta cobertura se registraron 99 especies distribuidas en 75 géneros y 40 familias, Las especies más importantes para esta cobertura fueron *Calycolpus moritzianus* (7,7%), *Myrsine latifolia* (6,8%) y *Cedrela odorata* (5,9%) (Tabla 78).

**Tabla 78. Importancia ecológica de las 15 especies con mayor IVI registradas en VSB**

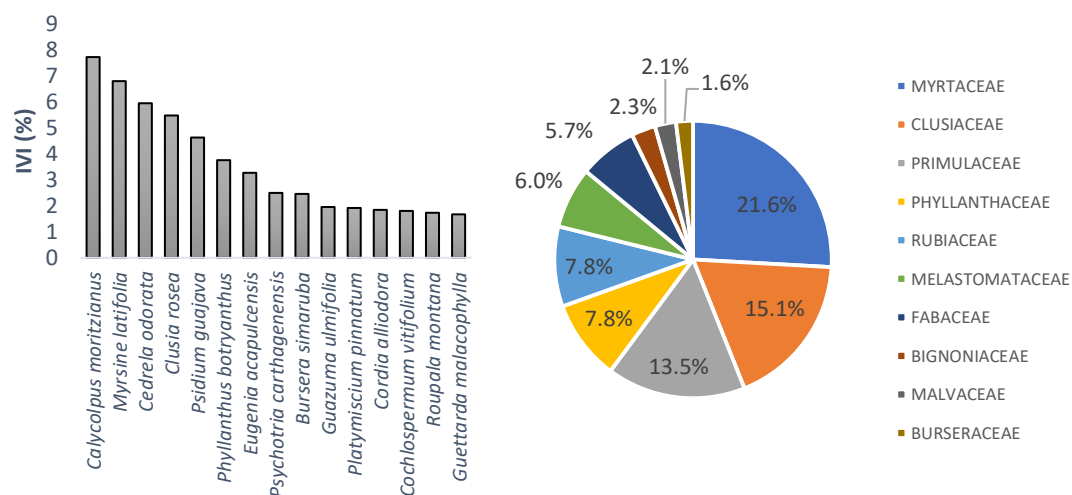
Especie	N/ha	G/ha	Densidad (%)	Frecuencia (%)	Dominancia (%)	IVI	IVI (%)
<i>Calycolpus moritzianus</i>	135	0,89	7,22	3,39	12,56	23,16	7,72
<i>Myrsine latifolia</i>	253	0,28	13,47	2,97	3,96	20,39	6,80
<i>Cedrela odorata</i>	29	0,95	1,53	2,97	13,34	17,83	5,94
<i>Clusia rosea</i>	236	0,12	12,59	2,12	1,71	16,42	5,47
<i>Psidium guajava</i>	102	0,36	5,43	3,39	5,06	13,88	4,63
<i>Phyllanthus botryanthus</i>	141	0,12	7,51	2,12	1,64	11,26	3,75
<i>Eugenia acapulcensis</i>	139	0,11	7,41	0,85	1,55	9,81	3,27

<i>Psychotria carthagenensis</i>	95	0,02	5,04	2,12	0,33	7,49	2,50
<i>Bursera simaruba</i>	16	0,28	0,87	2,54	3,96	7,37	2,46
<i>Guazuma ulmifolia</i>	21	0,22	1,11	1,69	3,05	5,86	1,95
<i>Platymiscium pinnatum</i>	12	0,24	0,63	1,69	3,42	5,75	1,92
<i>Cordia alliodora</i>	13	0,16	0,70	2,54	2,28	5,53	1,84
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	14	0,15	0,75	2,54	2,11	5,40	1,80
<i>Roupala montana</i>	6	0,17	0,31	2,54	2,33	5,19	1,73
<i>Guettarda malacophylla</i>	34	0,08	1,79	2,12	1,10	5,01	1,67

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

La familia Myrtaceae, representada por cinco especies, fue la más importante en términos de abundancia de individuos (21,6%), Clusiaceae fue la segunda familia con mayor abundancia (15,1%) seguida de Primulaceae (13,5%) (Figura 1Figura 8); estas familias son características en comunidades vegetales en proceso sucesional primario. La familia Fabaceae contó con el mayor número de especies registradas (100).

**Figura 100. Importancia ecológica de las 15 especies con mayor IVI registradas en Vegetación secundaria baja. Familias más representativas registradas en Bosque denso**



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

### 6.1.2.2. Diversidad y estructura

A continuación, se presenta el análisis de los parámetros de diversidad y estructura calculados para las coberturas estudiadas; en el primer caso se obtuvieron algunos índices de diversidad específica. En cuanto a estructura se examinaron los perfiles horizontal y vertical de las coberturas muestreadas.



- Análisis de diversidad

De acuerdo con los parámetros de diversidad evaluados, las coberturas con un mayor desarrollo vegetal (BG, BD y VSA) obtuvieron una diversidad categorizada como alta lo cual se refleja en los significativos valores de diversidad obtenidos para estas coberturas, siendo BG la de mayor cantidad de especies registradas (220) y la de mejor diversidad según los índices evaluados. Por su parte VSB obtuvo una categoría de diversidad media y las coberturas con menor desarrollo vegetal producto de una intensa intervención antrópica a lo largo del tiempo (AA, HD, PE y PL) obtuvieron una calidad de diversidad baja (Tabla 102). En concordancia, los valores de los índices de diversidad evaluados (H, D' y S) presentaron la misma tendencia en las coberturas analizadas, en este sentido la cobertura Bosque de galería y ripario obtuvo los más altos valores en los índices de diversidad, por el contrario, Pasto limpio presentó lo más bajos valores en los índices mencionados (Figura 79).

**Tabla 79. Resultados de índices de diversidad alfa para las coberturas muestreadas**

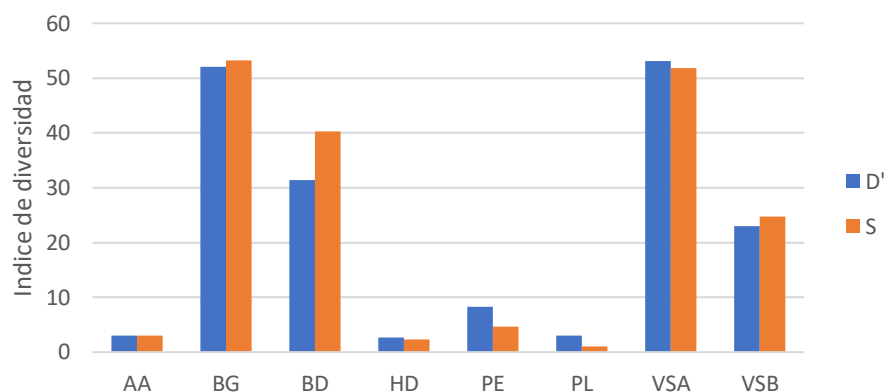
Cobertura	Sp	H	D'	S	J'	Calidad
Arbustal abierto (AA)	4	1,41	3,03	3,02	0,67	Baja
Bosque de galería (BG)	206	4,51	52,10	53,27	0,98	Alta
Bosque denso (BD)	108	4,04	31,43	40,23	0,97	Alta
Herbazal denso (HD)	4	1,17	2,69	2,26	0,63	Baja
Pasto enmalezado (PE)	12	2,34	8,31	4,64	0,88	Baja
Pasto limpio (PL)	2	1,10	2,98	1,00	0,66	Baja
Vegetación secundaria alta (VSA)	129	4,44	53,17	51,86	0,98	Alta
Vegetación secundaria baja (VSB)	99	3,74	22,99	24,72	0,96	Media

**Nota:** Sp: número de especies, H: índice de Shannon, D': inverso de Simpson, S: alfa de Fisher por parcela, J': Índice de equidad de Pielou, **Calidad:** calificación del grado de diversidad, baja ( $S < 11,1$ ), media ( $11,1 < S < 34,1$ ), alta ( $S > 34,1$ ).

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

En términos de equidad el índice de Pielou presentó una distribución de la abundancia de las especies relativamente equitativa en las coberturas BG, BD, VSA y VSB, mientras que para las coberturas AA y HD presentaron valores más bajos de J', lo cual se puede traducir en una leve presencia de especies dominantes.

**Figura 101. Valores de diversidad de los índices inverso de Simpson y alfa de Fisher para las coberturas analizadas**



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

- Estructura diamétrica

En la Tabla 80 se presenta el resumen de las variables estructurales para las coberturas estudiadas, en general las variables presentaron mayores valores en las coberturas con un estado avanzado de desarrollo vegetal; la cobertura Bosque denso presentó el DAP promedio más alto ( $8,2 \pm 5,7$  cm) y la mayor altura registrada (45 m), por su parte la altura promedio fue mayor en Bosque de galería y ripario ( $7,2 \pm 3,1$  m) así como la mayor área basal estimada ( $57,1$  m<sup>2</sup>/ha). Pasto enmalezado obtuvo la más alta densidad de individuos por unidad de área (2.865 Na/ha). Por otra parte, Pasto limpio presentó los menores valores en todas las variables estructurales evaluadas.

**Tabla 80. Resumen de variables estructurales para las coberturas estudiadas**

Cobertura	DAP prom (cm)	DAP máx. (cm)	H prom (m)	H máx. (m)	D (Na/ha)	G (m <sup>2</sup> /ha)
AA	$3,0 \pm 1,0$	24,4	$3,3 \pm 0,6$	8,8	950	1,4
BG	$7,9 \pm 4,2$	138,5	$7,2 \pm 3,1$	38,0	1.436	57,1
BD	$8,2 \pm 5,7$	181,8	$6,7 \pm 2,5$	45,5	1.701	30,2
HD	$3,7 \pm 1,0$	25,5	$3,2 \pm 1,0$	15,3	230	1,2
PE	$2,6 \pm 1,0$	25,5	$2,8 \pm 1,6$	15,0	2.865	2,2
PL	$1,3 \pm 0,2$	1,8	$1,7 \pm 0,3$	2,3	1.040	0,1
VSA	$7,2 \pm 3,1$	104,1	$6,8 \pm 2,7$	33,4	1.779	16,3

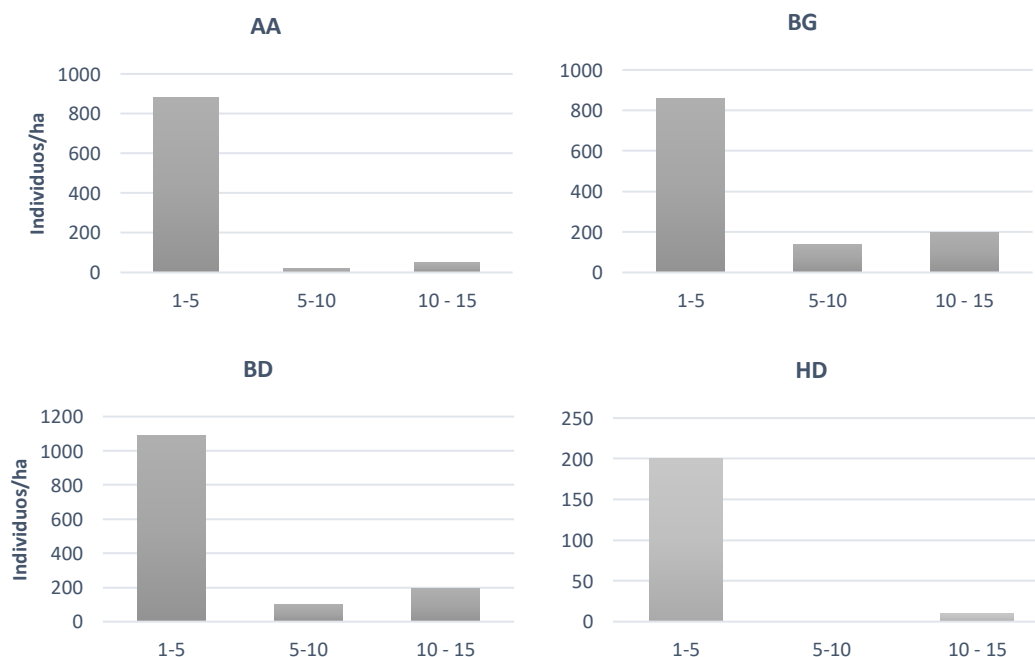
VSB	4.8 ± 1,7	44,2	5,3 ± 1,7	25,6	1.877	7,1
-----	-----------	------	-----------	------	-------	-----

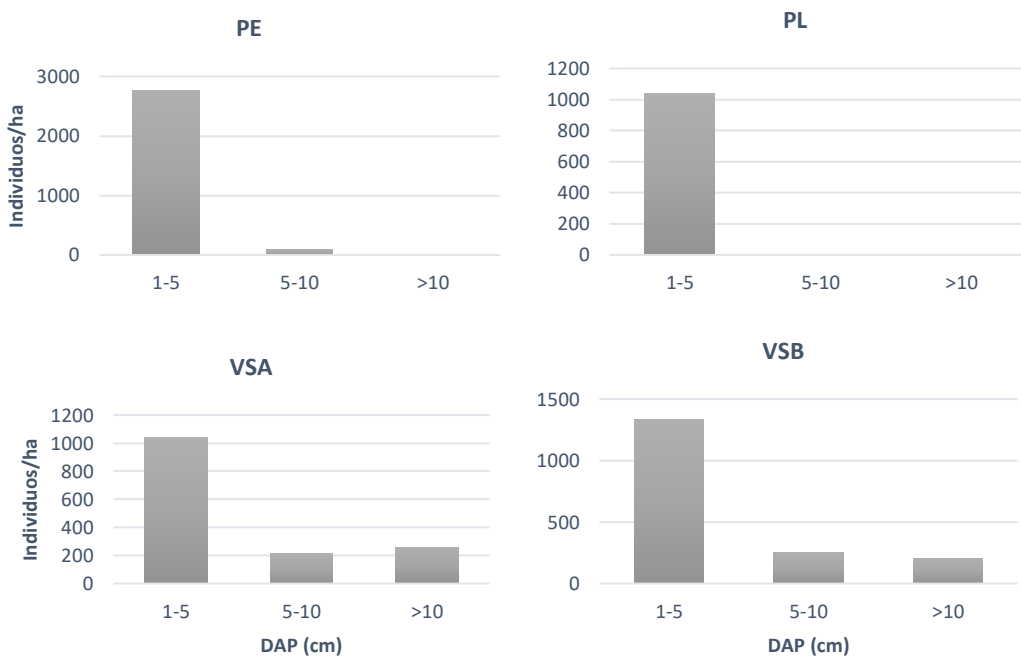
**Nota: DAP prom (cm):** Diámetro promedio por cobertura, **DAP máx. (cm):** Diámetro máximo por cobertura, **H prom (m):** Altura promedio por cobertura, **H máx. (m):** Altura máxima por cobertura, **D(N/ha):** Densidad de individuos en número de árboles por hectárea, **G (m<sup>2</sup>/ha):** Área basal de cobertura por hectáreas.

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

En cuanto a las distribuciones diamétricas se encontró que en su mayoría son en forma de j invertida (Figura 102), estructura típica de comunidades maduras o estables, implicando una mayor concentración de brinzales y latizales y menor frecuencia de individuos a medida que se aumenta la dimensión. Es decir, muchos individuos con diámetro pequeño y pocos individuos con diámetro grande. Sin embargo, las coberturas AA, HD, PE y PL presentaron muy baja abundancia de individuos en las categorías de latizal y fustal o en su defecto no obtuvieron individuos en estas categorías diamétricas, lo cual evidencia el pobre desarrollo vegetal característico de estas coberturas.

**Figura 102. Estructura diamétrica asociada a las coberturas analizadas**





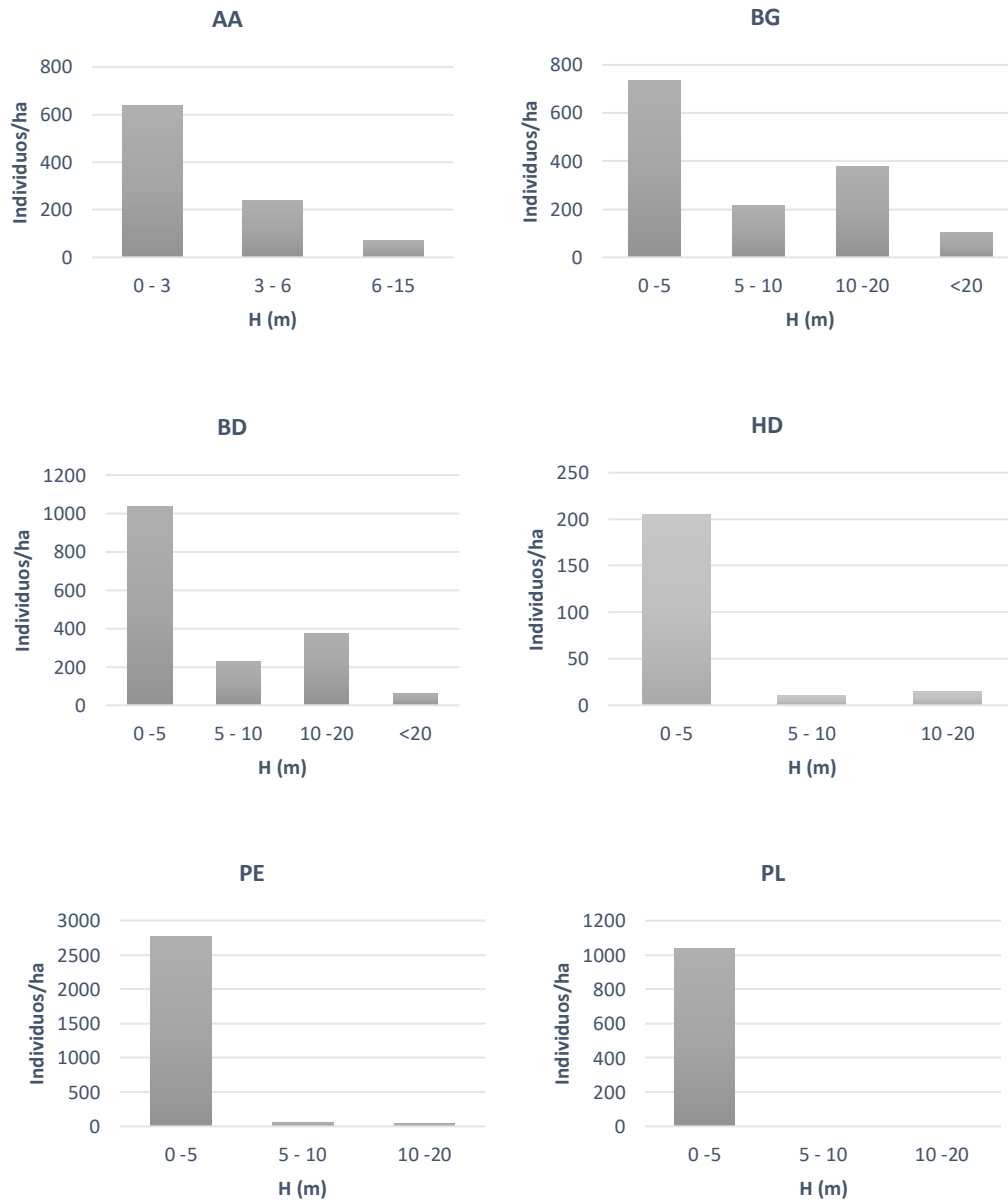
Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

La estructura en forma de j invertida es la mejor forma de garantizar el desarrollo de los bosques, ya que los individuos de mayores tallas que mueren son sustituidos por los individuos de tallas inferiores. No obstante, debe resaltarse que todas las coberturas censadas tienen indicios de intervención, es decir, en algún momento hubo extracción selectiva de las especies forestales de tallas grandes y medianas, por cuanto la forma de la estructura diamétrica podría estar fuertemente influenciada por el factor antrópico.

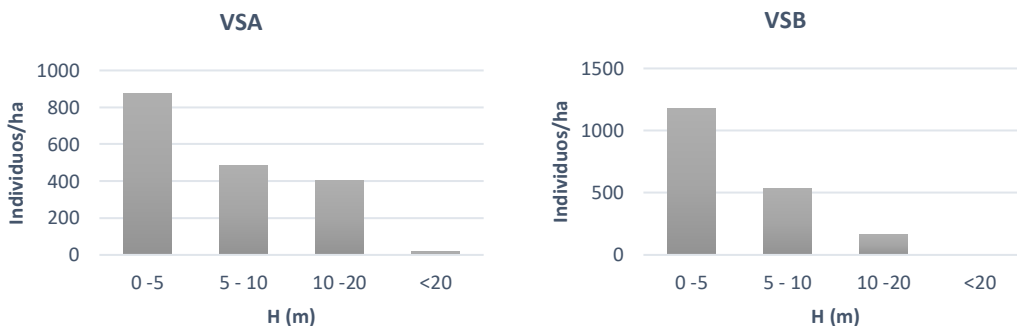
- Estructura altimétrica

En general la estructura por clase de alturas presentó para todos los casos un comportamiento en forma de j invertida. Lo que muestra claramente influencia de la gran abundancia de individuos de pequeñas tallas ( $1\text{cm} \leq \text{DAP} \leq 5\text{cm}$ ), que se agrupan en la clase de altura de 0 a 5 m (Figura 104). La mayor altura registrada se encontró en la cobertura Bosque denso (45,5 m), sin embargo, el mayor promedio de altura estuvo en Bosque de galería y ripario ( $7,2 \pm 3,1$  m) y Pasto limpio, probablemente por los árboles remanentes.

**Figura 103. Estructura altimétrica asociada a las coberturas analizadas**







Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

## 6.2. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL ECOSISTEMA

Realizar un diagnóstico detallado del estado actual del ecosistema a restaurar implica elaborar una caracterización de los factores tanto bióticos como abióticos que condicionan el desarrollo de la vegetación en el área de interés. Entre los factores a tener en cuenta están: factor biótico (flora y fauna), climático (precipitación, temperatura, vientos y radiación solar), fisiográfico (variables del relieve) y edafológico (suelos).

### 6.2.1. Metodología

**Caracterización de flora y fauna:** Para comprender el estado y la integridad ecológica actual de las diferentes coberturas objeto de restauración, es indispensable caracterizar los componentes de flora y fauna en términos de composición de especies, diversidad y estructura. A partir de la revisión y análisis de información primaria derivada del monitoreo de parcelas contenidas dentro del área de influencia del proyecto, se caracterizará el estado de desarrollo de la vegetación y la fauna. Además, se determinará el potencial de dispersión de semillas de las especies de fauna caracterizadas (particularmente de avifauna). Con base en los diferentes estados de desarrollo de la flora y fauna, identificados en esta caracterización, se pretende proponer acciones de restauración concretas para los estratos definidos.

**Clima:** Con base en la información cartográfica obtenida en bases de datos climáticas (*WorldClim*, *Chelsa*), se pretende especializar las principales variables climáticas que condicionan el desarrollo de la vegetación en el área de interés, en este sentido se analizarán y procesarán entidades tipo *ráster* que condensan los valores promedio mensuales multianuales de la temperatura, la precipitación, vientos, y radiación solar, estos valores se compararán con datos climáticos derivados de estaciones instaladas previamente dentro del área de influencia del proyecto. Este procesamiento se realizó por medio del uso de herramientas de procesamiento de información geográfica (*ArcGis*®).

**Relieve:** La fisiografía es un factor que condiciona fuertemente la zonificación y el diseño de las estrategias de restauración, toda vez que determina la facilidad para el establecimiento natural de las especies de flora y fauna, y establece la posibilidad de acceso y por tanto de intervención de las áreas a restaurar. Para definir la distribución de las pendientes del terreno en el área de influencia se utilizará como fuente el Modelo de Elevación Digital (MDE) existente para el PHI (2018), el cual presenta una resolución espacial de 5 metros, y el software especializado *ArcGis®*; Por otra parte, se determinaron distintas variables topográficas para caracterizar e interpretar los aspectos del relieve que pueden aportar al análisis de zonificación de las áreas a restaurar. Estos índices establecerán las formas del relieve, la exposición frente al sol, los ambientes homogéneos o heterogéneos del relieve, la concentración de humedad en el territorio, entre otros (Tabla 81).

**Tabla 81. Variables calculadas para la caracterización del relieve en el área de interés**

Variable	Descripción
Aspecto	Determina la dirección de la pendiente en un rango de 0 a 360°.
Beer's Aspect (BA)	Reescala valores del aspecto en un rumbo óptimo.
Heat Load Index (HLI)	Calcula la carga de calor incidente en el terreno.
Solar Illumintation Index (SI)	Estima medidas relativas de iluminación solar en el terreno.
Landform Classification (LFC)	Realiza una clasificación de ambientes topográficos según la distribución de la pendiente.
Pendiente	Cálculo de la pendiente (% tasa de cambio de la altitud)
Slope Position Index (SPI)	Clasificación de pendientes en seis categorías: 1: Valle, 2: Pendiente baja, 3: Plano, 4: Pendiente media, 5: Pendiente alta y 6: Crestas
Topographic Position Index (TPI)	Clasificación del paisaje en posición de pendiente y categoría de forma de relieve
Topographic Wetness Index (TWI)	Determina la incidencia topográfica en la acumulación del flujo hídrico.
Terrain Ruggedness Index (TRI)	Medición cuantitativa de la heterogeneidad del terreno
Curvature	Cálculo de la convexidad o concavidad del terreno
Riqueza	Presenta la sumatoria de modelos de distribución de especies arbóreas del bs-T

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

**Suelos:** Conocer las propiedades del suelo es determinante para el diseño de las estrategias de restauración, dado que es un factor que influye fuertemente en el éxito del establecimiento de las especies a plantar, por otra parte, permite definir los tratamientos necesarios para mejorar las condiciones del sustrato con el cual se prepara el material vegetal en vivero y para conocer espacialmente las condiciones físicas y químicas de un sitio. Para tener una idea del estado del suelo es importante tener en cuenta propiedades como: el pH, la textura, el porcentaje de materia orgánica, fertilidad y la condición del microbiota asociada al suelo. Estos elementos relacionados con la lectura del estado del suelo son fundamentales para definir las cantidades y enmiendas orgánicas e inorgánicas necesarias para la plantación. Por tanto, es importante destacar que las recomendaciones de las enmiendas a emplear durante la plantación se obtendrán a partir de los resultados

del análisis de suelos existentes, realizados previamente en diferentes coberturas vegetales y en el marco de proyectos ejecutados con anterioridad al interior del PHI.

La conjunción de estas variables, tanto bióticas como abióticas, constituyen la oferta ambiental base que sustentará la zonificación de la restauración y el arreglo de especies a incluir en el diseño de restauración ecológica. En la Tabla 82 se muestran dichos factores y las correspondientes variables que intervienen en el diagnóstico del estado actual del ecosistema.

**Tabla 82. Variables que intervienen en el diagnóstico del estado actual del ecosistema**

Componente	Procesamiento	Información Requerida	Fuente
Cartográfico	Análisis de coberturas, análisis multispectral (NDVI)	Área de estudio, imagen satelital, mapa de coberturas, cartografía base.	EPM (2018 - 2019)
Biótico	Caracterización de flora y fauna	Inventarios forestales y monitoreos de fauna.	Censos de flora y monitoreos de fauna, EPM 2019.
	Supervivencia de especies sembradas	Base de datos de restauración en el área de estudio	EPM – UNAL (2018 -2019)
Clima	Temperatura media anual multianual	Raster de temperatura media mensual anual multianual (°C)	WorldClim y Chelsa (2020)
	Precipitación media anual multianual	Raster de precipitación media mensual anual multianual (mm)	
	Velocidad del viento	Raster de distribución de la velocidad del viento (media anual multianual) para el área de estudio.	
	Radiación solar	Raster de distribución del Brillo Solar (media anual multianual) para el área de estudio.	
Relieve	Análisis del relieve	Modelo de Elevación Digital (DEM) del área de estudio.	EPM, 2018
Suelos	Estado de suelos	Información de muestreos de suelos realizados previamente en las áreas de interés.	EPM – UNAL (2015 - 2018 - 2019)

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

## 6.2.2. Resultados

### 6.2.2.1. Fauna y Flora

En la Tabla 83 se muestra el resumen de especies registradas en el área del PHI para distintos grupos taxonómicos en un sondeo realizado por Ramírez, et al, (2017). De allí se deduce que en la zona de influencia del PHI existen reportadas 976 especies de plantas, 243 de aves, 10 de anfibios, 36 de reptiles y 48 de mamíferos.

**Tabla 83. Resumen de especies registradas en el área del PHI para distintos grupos de fauna taxonómicos**

Grupo Taxonómico	Total especies	Sitios	Categoría Amenaza	Fuente
Aves	243	Liborina, los Cuatro, Ticuitá, Tacuí Cuní, Ituango, Peque, Juan de Rodas	1 VU, 2 ED, 33 CITES II	Instituto de Ciencias 2015. EIA 2011
Anfibios	10	Liborina, Las Cuatro, Ticuitá, Tacuí Cuní	1 VU, 1 CR	Instituto de Ciencias 2015
Reptiles	36	Liborina, Las Cuatro, Ticuitá, Tacuí Cuní	NO	Instituto de Ciencias 2015
Mamíferos terrestres	20	Liborina, Las Cuatro, Ticuitá, Tacuí Cuní	1 ED, 2 EN, 3 VU, 1 CR, 5 CITES	Instituto de Ciencias 2015
Mamíferos Voladores	28	Liborina, Las Cuatro, Ticuitá, Tacuí Cuní	NO	Instituto de Ciencias 2015
Plantas	976	Liborina, las Cuatro, Ticuitá, Tacuí Cuní, Hacienda Juan de Rodas	1 VU,	Instituto de Ciencias 2015, Integral 2007, Monteverde 2014

Fuente: Ramírez et al, (2017). Modelo de Integración territorial para el área de influencia del proyecto hidroeléctrico Ituango.

- Flora

De acuerdo con lo descrito en el capítulo de ecosistema de referencia estratificado, la composición, diversidad y estructura de las comunidades vegetales depende enormemente del tipo de cobertura presentes en el territorio; en este sentido, las coberturas como, Arbustales, Herbazales y Pastizales, presentan unos bajos valores de riqueza, composición y diversidad de especies, así como de sus cualidades estructurales. En términos espaciales estas coberturas son las que intervienen de manera negativa a la estabilidad del ecosistema, por su fragmentación y desconexión en el paisaje.



Según Ramírez et al, (2017), se destaca que la diversidad de la flora se incrementa de sur a norte en el área de influencia del PHI, principalmente debido a que los bosques tienen mayor extensión y están mejor preservados en esta zona. Los datos de estructura de la vegetación permiten concluir que las zonas muestreadas corresponden a coberturas vegetales intervenidas, con bosques fisionómicamente bajos, abiertos y con algunas diferencias básicas entre localidades. Entre las especies de importancia biológica reportadas hasta el momento, se destacan la presencia de cedro (*Cedrela odorata*), catalogado como “en peligro (EN)” por la IUCN y caracolí (*Anacardium excelsum*), cuyo estado de conservación no ha sido evaluado, que está representada principalmente por árboles adultos, esta especie se encuentra tanto en los bosques secos como húmedos del área de interés. También se ha registrado *Swietenia macrophylla*, según la categorización del MAMDS se encuentra en peligro crítico (**Cr**); está casi extinta a nivel silvestre, debido a que sus poblaciones fueron fuertemente diezmadadas. Otras especies que ocurren en el PHI y presentan restricción para su aprovechamiento a nivel regional son *Astronium graveolens*, *Handroanthus chrysanthus*, *Hymenaea courbaril* y *Pachira quinata*.

Las siguientes especies se han registrado para el del Bosque Seco y transición a Húmedo Tropical del cañón del río Cauca; son: *Schmardaea microphylla*, se reporta como **Vu** en la categoría de la UICN, *Styphnolobium sporadicum* descubierta por primera vez sobre el cañón del río Cauca. También se han descrito recientemente nuevas especies para la ciencia registradas en el área el PHI: *Lagaceae espinalii* sp. nov., *Luetzelburgia jacana* sp. nov., *Zanthoxylum magnifrutum* sp. nov. Estas dos últimas, se han encontrado ya establecidas al interior de lotes de plantación del proyecto de restauración CT-2018-000198 que adelanta la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, las cuales tienen gran poder regenerativo y ha demostrado que se adaptan con cierta facilidad a ambientes hostiles secos y de transición. La lista de especies nuevas para el ecosistema y con presencia en los municipios del área de influencia la completan *Priogymnanthus colombianus* sp. nov. y *Capparidastrium dugandii* sp. nov. Por otro lado, la especie *Eriotheca roseorum* ha sido registrada recientemente al interior del PHI con una población importante y en buen estado de conservación. Respecto a la especie *Cavanillesia platanifolia* (**NT** casi amenazado), se distribuye desde ambientes húmedos a secos en el trópico; sin embargo, es más abundante en las transiciones de seco a húmedo y en el bh-T.

Por otra parte, en la Figura 15, la variable *Riqueza* muestra la sumatoria de modelos de distribución de especies arbóreas del Bosque seco tropical (Vásquez, 2018). Para ello, se construyó cada modelo de distribución individual a través de la técnica de ensamblaje de modelos, empleando distintos algoritmos y determinando un modelo nulo para establecer el tope o corte de las mejores predicciones, y por ende la mejor combinación de resultados en un único modelo de distribución por especie. El resultado que se presenta en el *raster* se refiere a la riqueza de especies estimada para el área de influencia del POE, según esta modelación el rango calculado va desde 125 a 221 especies arbóreas.

- Fauna

El componente de avifauna estudiado por el Instituto de Ciencias Naturales (2015) en predios ubicados en La Cascarela, indican que los registros de aves hallados en esta zona

son un importante insumo para determinar el potencial de dispersión que tienen las aves en la zona de estudio. Particularmente el grupo de las aves insectívoras, que cumplen un rol ecológico muy importante comprenden el mayor porcentaje de aves reportadas 37%. Las frugívoras también ocupan un porcentaje similar (35%) del número total de especies. Las especies de este grupo poseen amplias estrategias de dispersión de semillas por lo tanto son un grupo relevante para la favorecer procesos de restauración ecológica por regeneración.

Entre tanto, otros grupos de aves tienen menor dominancia en la zona; por ejemplo, especies omnívoras, que son especies con un amplio espectro alimenticio. Finalmente, los granívoros (6%) estuvieron asociados principalmente con la familia Columbidae y Emberizidae. Estas especies presentan un pico fuerte que les permite romper semillas duras. Se encuentran en zonas abiertas, forrajeando en pastizales y cumplen un papel importante en la dispersión de semillas en ecosistemas en estados sucesionales poco desarrollados. En cuanto a la avifauna dispersora, se destacan 34 especies con potencial para la restauración, de las cuales, 9 especies pertenecen a la familia Thraupidae que se caracteriza por su documentada frugivoría. Sobre zonas aledañas al sitio de muestreo se han reportado especies con alta importancia para la restauración y recuperación de áreas degradadas.

La cercanía de estos sitios muestreados durante 2015, dan garantía de la posible presencia al interior de las zonas que a través de la regeneración natural adelantan procesos de restauración espontánea, esto puede influenciar positivamente el fenómeno de dispersión de semillas y el incremento en la riqueza de especies arbóreas

#### 6.2.2.2. *Clima*

Si bien en el área de estudio del POE confluyen tres zonas de vida: bosque seco tropical (bs-T), bosque húmedo tropical (bh-T) y bosque húmedo premontano (bh-PM), la zona de vida bs-T es predominante en el área de interés, pues ocupa el 78% del área total (Figura 105). De esto se puede inferir que la mayoría de la superficie delimitada para el POE presenta características climáticas típicas del Bosque seco tropical.

El bs-T se distribuye entre los 0 y 1.000 m de altitud en áreas con temperaturas superiores a los 24 °C; presenta una precipitación hasta los 2.000 mm/año y varios períodos prolongados de extrema sequía, de hasta tres y cuatro meses con menos de 100 mm (Murphy & Lugo 1995); en este escenario la evapotranspiración supera a la precipitación, por lo que el estrés hídrico se configura como uno de los principales tensionantes para el desarrollo vegetal de estos ecosistemas.

En la Tabla 84, se presentan los valores resultantes de las variables climáticas tomadas de las plataformas *Chelsa* y *WorldClim*, la Figura 106, muestra la distribución espacial de cada una de las variables en el área de estudio, de allí cabe destacar que la precipitación promedio anual multianual es menor en la zona sur del área delimitada, y asciende hacia el

norte y en zonas con mayor altitud al interior del cañón del río Cauca. El promedio multianual de la velocidad del viento calculado para el área de influencia del PHI presenta valores mínimos de 0,8 m/s y máximos de 1 m/s; el mayor promedio de velocidad del viento ocurre en el margen occidental del área del POE, coincidiendo con las zonas de mayor altitud. Por otro lado, los menores valores se presentan en la zona sur del área de interés.

**Tabla 84. Resumen de las variables climáticas evaluadas en el área de estudio**

Estadístico	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Vel. Viento (m/s)	Radiación (kW/m <sup>2</sup> )
<b>Min.</b>	1.284	18	0,87	49
<b>Prom.</b>	1.795	23	0,93	1.511
<b>Max.</b>	2.659	25	1	2.130

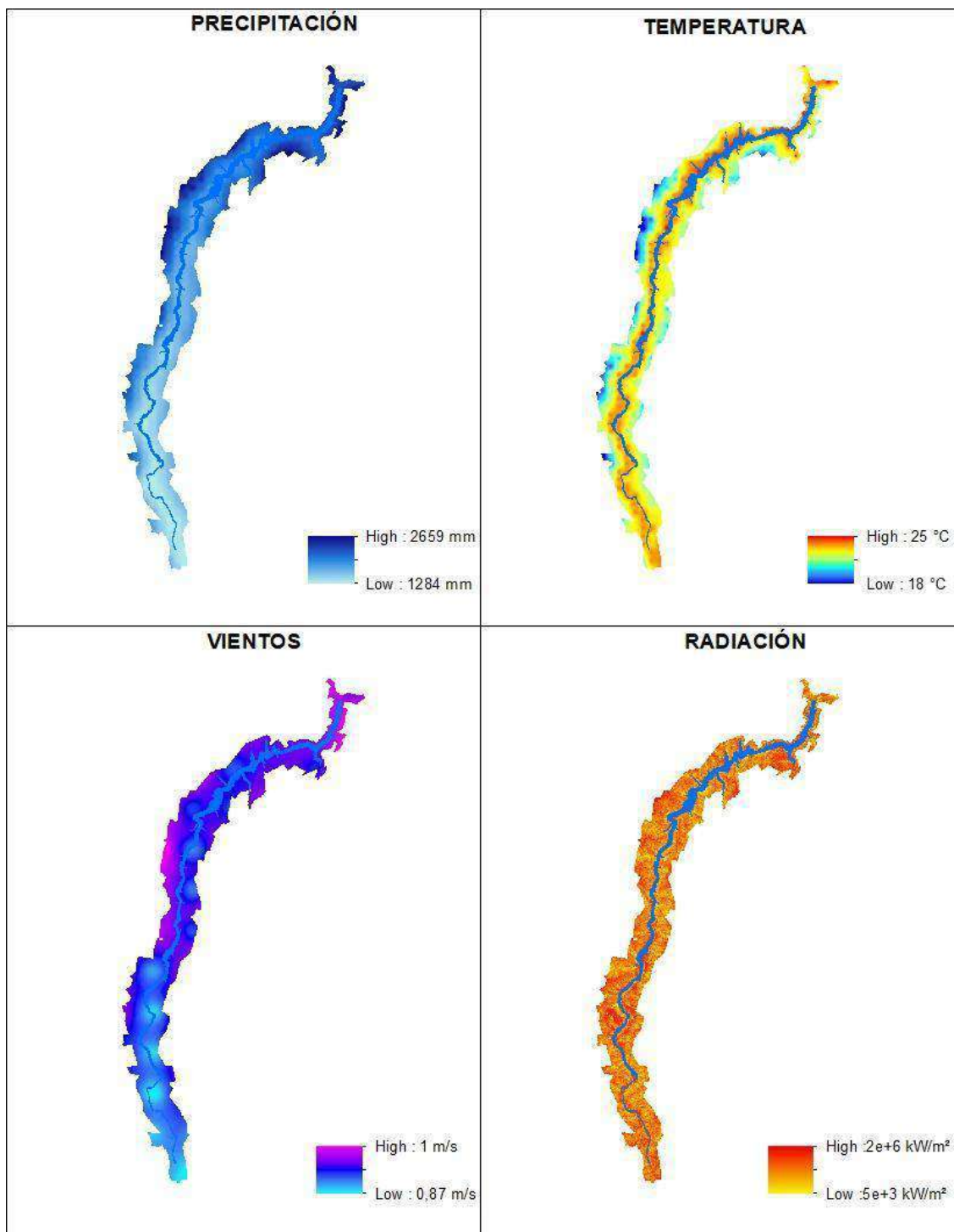
Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Adicionalmente, se presentan los registros de la estación climatológica Matanzas EPM (2018), ubicada en el municipio de Toledo (500 m s.n.m.). Según lo registrado en esta estación, el promedio de temperatura es 34,5°C con un valor máximo de 36,4 en febrero y un valor mínimo de 33,3°C en diciembre. La precipitación presenta una distribución de lluvias de tipo bimodal, concentrando sus lluvias entre los meses abril - mayo y, octubre - noviembre, enero se destaca como el mes más seco.





Figura 105. Resultados espaciales de las variables climáticas obtenidas para el área de estudio del POE



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).



### 6.2.2.3. *Relieve*

La distribución altitudinal del área de influencia del POE abarca desde los 211 hasta los 1.937 m. s. n. m., esto quiere decir que la diferencia altitudinal entre las cotas mínima y máxima es de 1.726 m (Figura 15). El 29% de la superficie de interés se encuentra entre los 211 y 500 m. s. n. m., el 60 % entre los 500 y 1.000 m de altitud, el 10% entre los 1.000 y 1.500 m y entre los 1.500 y 1937 m se concentra menos del 1% del área. Las regiones con mayor altitud se presentan a lo largo del costado occidental del área de estudio, es decir, en ascenso a la vertiente oriental de la cordillera Occidental; gracias a esta condición y al aumento de la humedad relativa, allí ocurre la zona de vida Bosque húmedo premontano (bh-PM).

#### **Fotografía 61. Perspectiva visual Norte-Sur del cañón del río Cauca en el área de influencia del PHI. Municipio de Sabanalarga**



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Dadas las condiciones de encañonamiento típicas de este tramo del río Cauca, la topografía en el área de influencia del PHI es agreste (Fotografía 61), la distribución de las pendientes muestra que aproximadamente el 80% del área se encuentra bajo las categorías Fuertemente inclinadas a Escarpadas (Tabla 85), en este sentido, tan solo el 1% del área se clasifica como plana, y solo el 4% como ligeramente inclinada.

**Tabla 85. Distribución de pendientes para el área terrestre del POE**

Pendiente (°)	Categoría	Área (ha)	Área (%)
0 - 3	Plano	226	0,99
3 - 10	Ligeramente inclinado	892	3,90
10 - 25	Inclinado	2.832	12,37
25 - 45	Fuertemente inclinado	14.646	63,97
45 - 90	Escarpado	4.299	18,78
<b>Total</b>		<b>22.895</b>	<b>100</b>

**Nota:** El área total calculada no incluye la superficie ocupada por el embalse

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

El índice de posición topográfica (TPI), permite describir aspectos morfológicos del territorio a través del análisis del DEM; a partir de allí es posible discriminar si las zonas son llanas, corresponden a crestas de montaña o por el contrario son zonas de valles (Jeness, 2006). El resultado del TPI para el área de interés fue un ráster continuo con valores que oscilan desde -146 (vaguadas o fondos de cañón) a 496 (crestas o cimas de montaña) (Figura 105). Sin embargo, la condición continua de los valores resultantes del TPI, no permite categorizar el área de interés en ambientes topográficos bien diferenciados; para ello se evaluaron los índices SPI (Índice de posición de la pendiente) y LFC (Clasificación de la forma del relieve) (Tabla 86, Figura 105).

**Tabla 86. Distribución de área ocupada por los distintos ambientes topográficos según los índices SPI y LFC**

Índice	Ambiente topográfico	Área (ha)	Área (%)
<b>SPI</b>	1: Valle	611	2,7
	2: Piedemonte	1.485	6,5
	3: Plano	471	2,1
	4: Pendiente media	<b>18.483</b>	<b>80,7</b>
	5: Pendiente superior	1.570	6,9
	6: Crestas	275	1,2
	<b>Total</b>	<b>22.895</b>	<b>100</b>
<b>LFC</b>	1: Cañones	3.073	13,4
	2: Drenajes de media pendiente	398	1,7
	3: Drenajes de tierras altas	116	0,5
	4: Valles en forma de U	4.717	20,6
	5: Llanuras	116	0,9
	6: Pendientes abiertas	4.362	19,1
	7: Pendientes superiores	<b>6.111</b>	<b>26,7</b>
	8: Crestas locales	169	0,7
	9: Crestas de media pendiente	467	2,0
	10: Crestas altas	3.284	14,3
<b>Total</b>	<b>22.895</b>	<b>100</b>	

**Nota:** El área total calculada no incluye la superficie ocupada por el embalse.

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

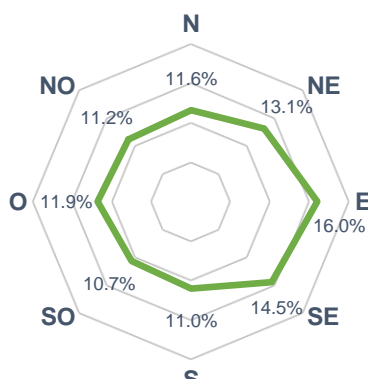
Mientras que el SPI define umbrales para los valores resultantes del TPI y los clasifica en seis (6) categorías del relieve, el LFC combina los valores de TPI en 2 cuadrículas a diferentes escalas, esta combinación permite hacer una clasificación de ambientes más diversa y detallada, pues sugiere diez (10) tipos de forma de relieve (Tabla 86).

En términos generales, según el SPI, el ambiente topográfico dominante es Pendiente media ocupando el 80,7 % del área de estudio, seguido de Pendiente superior (6,9 %) y Piedemonte (6,5 %), siendo la categoría Crestas la menor representada (1,2 %). Entre tanto, de acuerdo con el LFC las Pendientes superiores tienen una mayor representatividad (26,7 %) que otras formas del relieve, en segundo lugar, los Valles en forma de U ocupan el 20,6 %, Pendientes abiertas (19,1 %), crestas altas (14,3 %) y Cañones (13,4 %) (Tabla 86). Estos resultados indican que en el área de estudio existe una predominancia de ambientes topográficos caracterizados por niveles de pendiente considerables; en términos de la restauración estos resultados son fundamentales, pues las formas del relieve halladas en área del POE restringirán las diferentes estrategias de restauración ecológica a proponer.

La variable Aspecto determina la orientación de la pendiente según los puntos cardinales, es decir, la dirección de brújula a la que apunta la superficie de cada celda en el ráster; en este sentido esta variable tiene valores que van de 0 a 360°, y cada punto cardinal ocupa 45° del espectro total. Según el resultado obtenido para el área de estudio, existe una leve

tendencia de mayor porcentaje de superficie direccionada hacia la zona oriental, siendo mayor hacia el Este (16 %), seguida del Sureste (14,5 %) y Noreste (13,1 %); el resto de puntos cardinales presentan un porcentaje relativamente uniforme que ronda alrededor del 11 % (Figura 106). Los valores del aspecto a menudo se descomponen en valores seno (este-oeste) y coseno (norte-sur). Los valores del seno varían de -1 (al oeste) a 1 (al este), mientras que los valores del coseno varían de -1 (al sur) a 1 (al norte). Según los resultados de la transformación de seno, el 55% de la superficie se encuentra orientada hacia el oriente y el 45% restante hacia el oeste, para coseno el porcentaje de orientación norte-sur fue parejo en las dos direcciones teniendo cada una aproximada mente el 50%.

**Figura 106. Resumen gráfico del Aspecto en el área del POE donde se muestra el porcentaje de superficie orientada hacia cada uno de los puntos cardinales**



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

El cálculo del **Índice de Humedad Topográfico (TWI)** se basa en el análisis del modelo de elevación digital (DEM) del terreno y su morfología, este índice permite identificar los lugares potenciales en donde se concentra con mayor facilidad la humedad o las zonas de acumulación de agua. En este sentido, el resultado de esta variable es un ráster continuo con valores entre -2,1 y 20,5 (Figura 106) y un promedio de 4,2, en donde los menores valores se ubicarán en crestas o filos de colinas y montañas, y los valores máximos en las vaguadas, drenajes, ríos y en este caso el embalse. Para la implementación de las estrategias de restauración ecológica está es una herramienta importante, pues, tratándose de un territorio en donde el estrés por déficit hídrico en la vegetación es característico, ayuda con la zonificación del territorio y la priorización de tratamientos diferenciados de restauración (sistemas de riego, selección de especies resistentes, etc.) según el potencial de acumulación de humedad de las áreas a intervenir.

El TRI o índice de rugosidad del terreno define el nivel de heterogeneidad o accidentalidad del territorio, este índice carece de unidades y sus valores se presentan en un rango de 0 a 1, donde 1 es la máxima rugosidad del terreno; el promedio de TRI para el área de estudio fue de 0,49, de aquí se deduce que el nivel de heterogeneidad o accidentalidad del territorio del POE se puede categorizar como medio (Figura 106). Por otra parte, la variable curvatura posibilita la visualización de la forma de la pendiente, es decir permite diferenciar si la

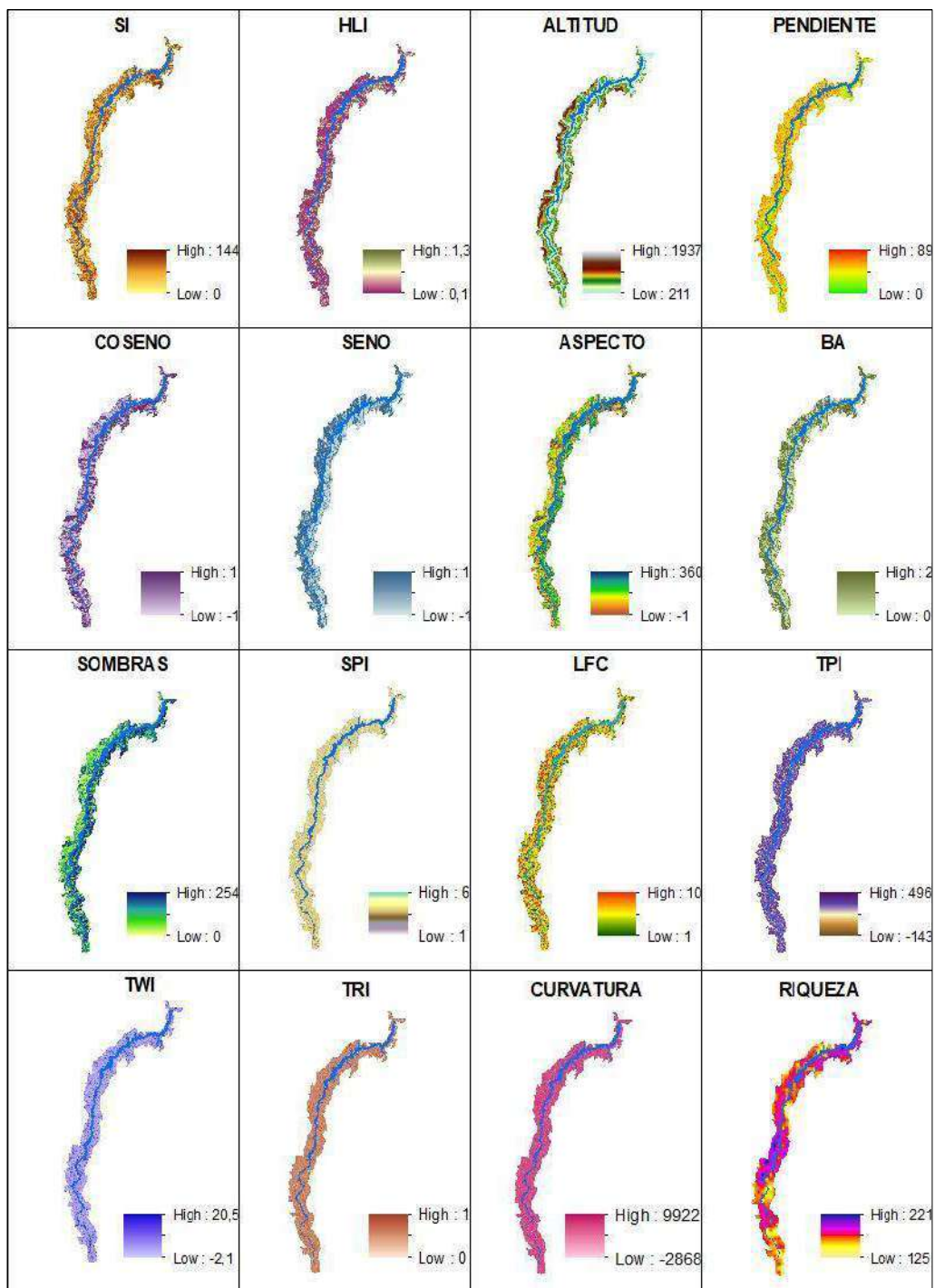
superficie del territorio es convexa (valores negativos) o cóncava (valores positivos). La curvatura del perfil afecta la aceleración (concavidad) y desaceleración (convexidad) del flujo hídrico y, por lo tanto, influye en los procesos de erosión, escorrentía y sedimentación del terreno, y por ende en la definición de ambientes que acumulan humedad.

El promedio de esta variable para el área de interés es cercano a cero (0,02), pues los dos tipos de curvatura del terreno se distribuyen de manera casi uniforme en la superficie, siendo en un 53,2% cóncava y en un 46,8% convexa. Los sitios con superficies excesivamente cóncavas pueden facilitar procesos de erosión y pérdida del suelo en las vertientes del área de estudio del POE, por lo que hay que prestarles especial atención y promover el crecimiento vegetal.

Entre tanto, para conocer la influencia del relieve en la incidencia de radiación y la carga de calor en el terreno, se evaluaron los índices SI (Índice de iluminación solar) y HLI (Índice de carga de calor). El SI utiliza aspectos como la posición respecto al azimut y la altitud para proporcionar medidas relativas de iluminación solar, que van de 0 (lugares sombreados) a 144 (lugares de mayor exposición), esta herramienta permite discernir que zonas puntuales reciben más o menos horas luz en un día. Por otro lado, HLI evalúa la radiación anual incidente directa y la carga de calor, para estimar la radiación solar potencial en unidades ( $\text{MJ} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{año}^{-1}$ ), en el área de estudio este índice varía entre 0,1 a  $1,3 \text{ MJ} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{año}^{-1}$  (Figura 107). Estas aproximaciones a la incidencia de radiación solar y carga de calor sobre el territorio son importantes en términos de la restauración ecológica, toda vez que permiten definir en qué zonas las condiciones de calor e intensidad de la radiación solar son más agresivas y podrían condicionar el establecimiento de especies arbóreas, por ende, la priorización de las especies funcionalmente adaptadas a estos ambientes es primordial.



**Figura 107. Resultados espaciales de las variables topográficas evaluadas en el área de estudio del POE**



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

#### 6.2.2.4. Suelos

Para caracterizar la condición del suelo se utilizó información secundaria proveniente de un estudio realizado por la Universidad Nacional de Colombia (2019) en el cual se incluyen muestreos realizados en las zonas de vida de bosque seco tropical (predio La Angelina) y bosque húmedo tropical (predio La Cascarela).

Dadas las condiciones de baja precipitación en el bosque seco tropical, los procesos de lixiviación de nutrientes y lavado de bases en los suelos no son característicos en este tipo de ecosistemas, esta singularidad hace que los suelos del bs-T no presenten problemas de acidez tan marcados como en los bosques húmedos tropicales; dada esta relativa fertilidad en sus suelos, estos ecosistemas han sido altamente intervenidos para la producción agrícola y ganadera en el neotrópico (Pizano y García, 2014).

Según la información secundaria recopilada, los suelos ubicados en la zona del bs-T, presentan una textura franco-arenosa, considerada ideal para el crecimiento vegetal (Osorio, 2018), esta textura es caracterizada por tener un buen drenaje, buena aireación y baja capacidad de retención de agua. Por otra parte, presentan un pH que va de neutro a alcalino, en donde, si bien presentan una buena concentración de elementos básicos (Ca, K, Mg) y una alta capacidad de intercambio catiónico, pueden mostrar problemas con la disponibilidad de nitrógeno y otros elementos, importantes para el desarrollo vegetal, dada su alta alcalinidad. En términos generales estos suelos presentan una fertilidad de moderada a alta.

Dependiendo de la cobertura vegetal asociada, los suelos de esta zona pueden presentar contenidos de materia orgánica que van del 2 al 6%, siendo mayor en coberturas con un avanzado desarrollo vegetal (Bosques, Vegetación secundaria alta), debido principalmente a que son las coberturas más densas, conservadas y con mejores condiciones para la concentración de microorganismos que, combinadas con temperaturas excesivamente altas, generan una descomposición acelerada de la materia orgánica en el suelo. Estos contenidos de materia orgánica se consideran relativamente altos según Osorio (2018).

Pasando a los suelos del bh-T, en la zona norte del área de estudio La Cascarela, se dice que, en términos de textura pueden ser de francos a franco-arenosos y franco-arcillosos-arenosos, en general esta textura es considerada propicia para el crecimiento vegetal. Estos suelos, comparados con los resultados para el bs-T, presentan mayor contenido de arcillas que, dependiendo de su concentración, pueden mejorar la capacidad de retención de agua, además cuentan con buen drenaje y buena aireación. La profundidad de estos suelos se puede ver interrumpida por la presencia de afloramientos rocosos y gravillas, por lo que se consideran suelos pedregosos y poco profundos.

A diferencia del bs-T, los suelos de esta zona de vida presentan -según los valores de pH- niveles de acidez de moderados a altos, asociados a una saturación de bases y una capacidad de intercambio catiónico con niveles bajos; estos niveles de acidez se asocian a

valores moderados de toxicidad de aluminio que pueden limitar la asimilación de N, P, Ca y Mg para algunas especies de plantas.

Los contenidos de materia orgánica de estos suelos son superiores a los registrados en bs-T pues van de 6,1 a 10,9 %, considerados niveles muy altos de materia orgánica para suelos por debajo 1.000 m s.n.m. en donde se presentan procesos de descomposición acelerados de materia orgánica.

### **6.3. ANÁLISIS DEL PAISAJE**

El bosque seco tropical es uno de los ecosistemas más degradados y amenazados, pues en general se presenta como parches o fragmentos en casi toda la región Neotropical, en su mayoría inmersos en paisajes dominados por cultivos y áreas dedicadas a la ganadería. En el área de influencia del PHI esto no es una excepción, dadas las condiciones de fragmentación y deforestación de las áreas boscosas a causa de actividades antropogénicas, la continuidad de los procesos ecológicos que soportan la diversidad y funcionalidad de estos ecosistemas se ve obstaculizada. Bajo este escenario, se hace imperante realizar un análisis integral del paisaje que permita identificar la potencialidad de la restauración en un área con presencia de coberturas vegetales en diferentes estados de desarrollo, a través de: la identificación de las unidades del paisaje (análisis de coberturas terrestres), un análisis de fragmentación y conectividad de las unidades identificadas, y un análisis multitemporal de las coberturas vegetales que componen el paisaje.

#### **6.3.1. Análisis de coberturas terrestres**

##### **6.3.1.1. Metodología**

La identificación y ubicación de unidades del paisaje, como relictos y fragmentos de bosque, posibilita la realización de un análisis de conectividad que defina la viabilidad del establecimiento o ampliación de corredores biológicos entre fragmentos de bosque aislados o pobremente conectados. Partiendo del mapa de coberturas terrestres actualizadas al año 2019, suministrado por EPM, se discriminó el área y el porcentaje de ocupación de las diferentes categorías de coberturas terrestres presentes en el área de influencia del POE, estas coberturas se determinaron según la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010).

##### **6.3.1.2. Resultados**

En total se caracterizaron 25 coberturas contenidas en toda el área de influencia del POE (24.940 ha) (Tabla 87. Coberturas de la tierra categorizadas en el área de interés); el 95% del área se encuentra ocupada por ocho (8) tipos de coberturas: Herbazal denso (28,4%), Bosque de galería ripario (21,7%), Vegetación secundaria alta (14,4%), Vegetación secundaria baja (11,3%), Embalses (8,5%), Pastos enmalezados (4,9%), Pastos limpios

(3,0 %) y Tierras desnudas y degradadas (2,3%). Por otra parte, coberturas como: Otros cultivos transitorios (0,001%), Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales (0,003%), Cultivos permanentes arbóreos (0,001%), Arbustal denso (0,05%), entre otros, cuentan con el menor porcentaje de ocupación en toda el área de influencia del POE.

Las coberturas terrestres priorizadas para realizar el análisis de conectividad ecológica son aquellas que cuentan con un avanzado desarrollo del estrato vegetal: Bosque abierto, Bosque de galería y ripario, Bosque denso y Vegetación secundaria alta, estas coberturas ocupan el 37% del área total del POE, y se caracterizan por tener un alto grado de fragmentación que se puede interpretar como una baja conectividad ecológica, esto sucede dado que estas coberturas se presentan inmersas en una matriz de pastos, herbazales, arbustales y demás coberturas con evidente grado de intervención. En la Figura 108 se muestra la representación gráfica de la distribución de las coberturas terrestres en el área de interés.

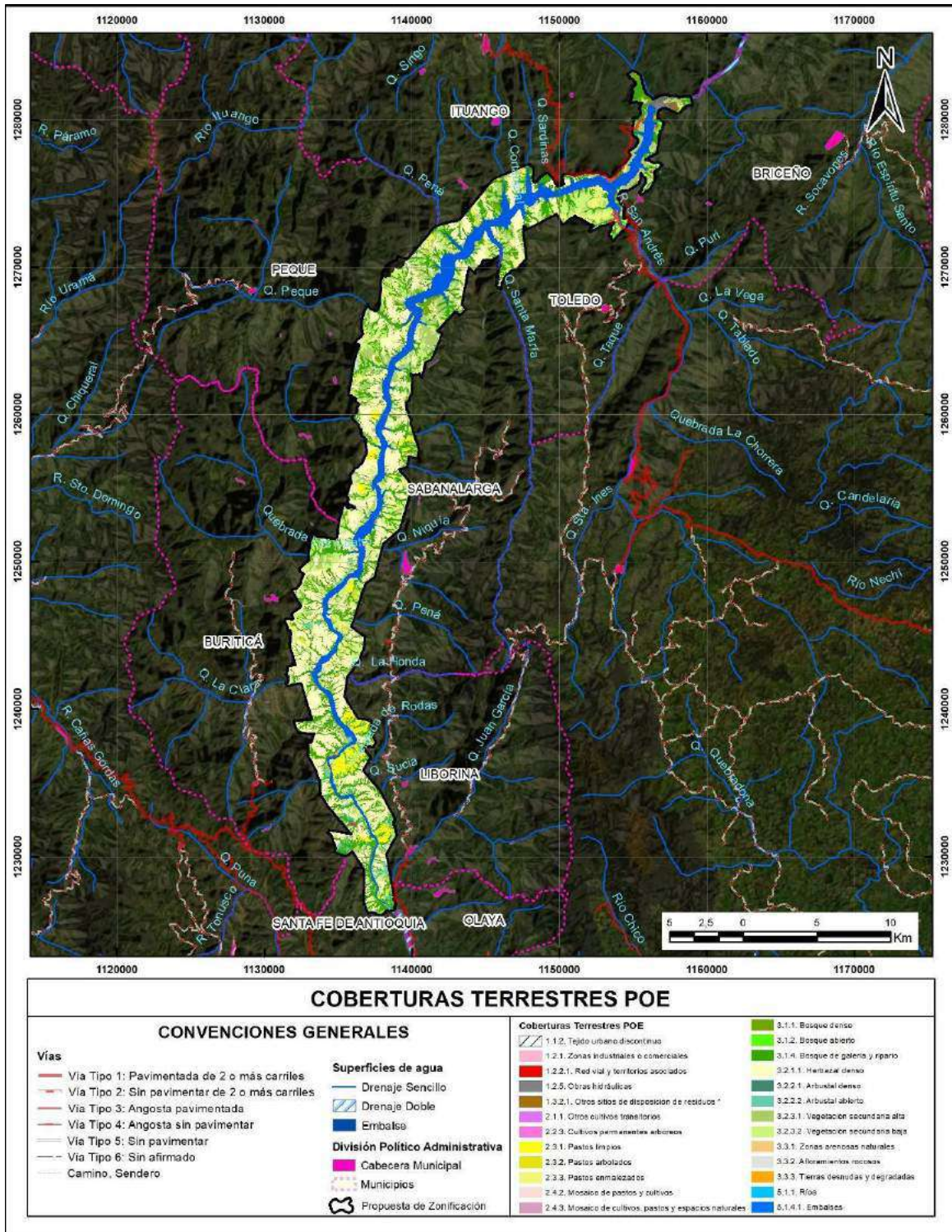
**Tabla 87. Coberturas de la tierra categorizadas en el área de interés**

Cobertura	Área (ha)	Área (%)
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	9,1	0,04
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	24,2	0,10
1.2.2.1. Red vial y territorios asociados	47,5	0,19
1.2.5. Obras hidráulicas	70,7	0,28
1.3.2.1. Otros sitios de disposición de residuos a cielo abierto	22,2	0,09
2.1.1. Otros cultivos transitorios	0,2	0,001
2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos	0,9	0,004
2.3.1. Pastos limpios	749,1	3,00
2.3.2. Pastos arbolados	140,7	0,56
2.3.3. Pastos enmalezados	1.227,1	4,92
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	5,1	0,02
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	0,7	0,003
3.1.1. Bosque denso	252,6	1,01
3.1.2. Bosque abierto	71,9	0,29
<b>3.1.4. Bosque de galería y ripario</b>	<b>5.418,1</b>	<b>21,72</b>
<b>3.2.1.1. Herbazal denso</b>	<b>7.078,7</b>	<b>28,38</b>
3.2.2.1. Arbustal denso	11,7	0,05
3.2.2.2. Arbustal abierto	315,1	1,26
3.2.3.1. Vegetación secundaria alta	3.600,2	14,44
3.2.3.2. Vegetación secundaria baja	2.812,5	11,28
3.3.1. Zonas arenosas naturales	43,4	0,17
3.3.2. Afloramientos rocosos	74,2	0,30
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	579,0	2,32
5.1.1. Ríos	264,4	1,06
5.1.4.1. Embalses	2.121,0	8,50
<b>Total</b>	<b>24.940,16</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).



Figura 108. Coberturas terrestres identificadas en el área de influencia del POE



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).



## 6.3.2. Análisis de conectividad

### 6.3.2.1. Metodología

Con base en los fragmentos de vegetación sustraídos del procesamiento del mapa de coberturas (hábitats), se realizó el análisis de conectividad por medio del uso del paquete *Lconnect* del software *Rproject*®, gracias a esta herramienta se agruparon conjuntos de parches con una distancia entre sí menor o igual a 200 m y se evaluó el porcentaje de importancia de los fragmentos individuales en la conectividad general del paisaje a partir del análisis de diferentes métricas de los fragmentos. Para ello se calcularon los siguientes índices tomados de Pascual-Hortal y Saura (2006):

- **NC:** número de componentes o grupos de parches interconectados en el paisaje. Los parches en el mismo componente se consideran accesibles, mientras que los parches en diferentes componentes no lo son. Los paisajes altamente conectados tienen menos componentes.
- **LNK:** número de enlaces que conectan los parches. El paisaje se interpreta como binario, lo que significa que los parches de hábitat están conectados o no. Mayor LNK implica mayor conectividad.
- **SLC:** área del grupo más grande de parches interconectados.
- **MSC:** área media de parches interconectados.
- **CCP:** probabilidad de coincidencia de clase. Se define como la probabilidad de que dos puntos elegidos al azar dentro del hábitat pertenezcan al mismo componente (o grupo). Varía entre 0 y 1. Un CCP más alto implica una mayor conectividad.
- **LCP:** el modelo estima la probabilidad de que dos sitios dentro de parches distintos de bosque tomados aleatoriamente se encuentren conectados. Para esto, el modelo incluye la distancia máxima de dispersión, la cual se asume para la o las especies en estudio y diferentes propiedades geométricas del paisaje como tamaño del parche, forma, distancia entre parches. A partir de esto, se estima el aislamiento de cada uno de los parches incluidos dentro del área de estudio (por ejemplo, el inverso de la probabilidad de conectividad). Varía entre 0 y 1.
- **CPL:** longitud de ruta característica. Media de todos los caminos más cortos entre los parches de hábitat (Menor y Urbano, 2008). Cuanto más corto sea el valor de CPL, más conectados estarán los parches.
- **ECS:** el índice estima la probabilidad geométrica de que dos sitios dentro de parches distintos de bosque tomados aleatoriamente se encuentren conectados. Para esto,

el modelo incluye la distancia máxima de dispersión, la cual se asume para la o las especies en estudio y diferentes propiedades geométricas del paisaje como tamaño del parche, forma, distancia entre parches.

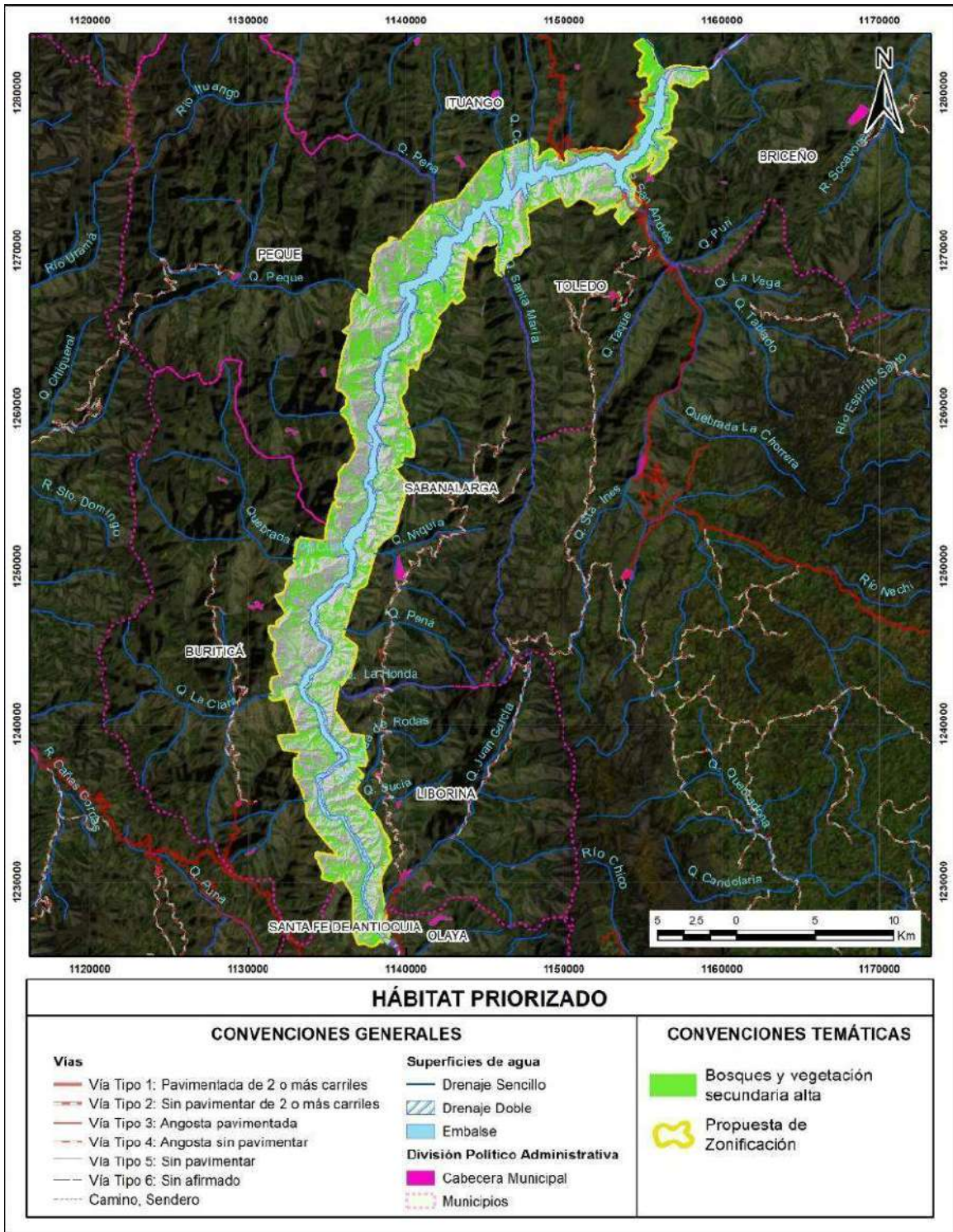
- **IIC** índice integral de conectividad. Índice desarrollado específicamente para paisajes por Pascual-Hortal y Saura (2006). Se basa en la disponibilidad del hábitat y en un modelo de conexión binaria (en oposición a un probabilístico). Varía de 0 a 1 (valores más altos que indican más conectividad).

### 6.3.2.2. Resultados

Del mapa de coberturas terrestres se sustrajeron los polígonos de los hábitats priorizados correspondientes a las coberturas: Bosque abierto, Bosque denso, Bosque de galería y ripario y Vegetación secundaria alta (Figura 109). Estas zonas priorizadas ocupan un total de 9.343 ha, lo que indica que un 37,5% del área de interés se encuentra ocupada por coberturas con avanzado estado de desarrollo sucesional, que probablemente tengan una importante riqueza de especies de flora y fauna asociada, fundamentales para los procesos de dispersión de semillas, colonización y rehabilitación de áreas degradadas.

Con base en el resultado del hábitat priorizado, se hizo un *cluster* con los fragmentos prioritarios con el fin de conocer los grupos de parches interconectados a una distancia máxima de 200 m, que puede interpretarse como la distancia de dispersión óptima definida para que exista un intercambio de especies entre fragmentos de bosques. Como resultado de este análisis, se definieron 15 componentes en donde se incluyen los fragmentos de bosque y vegetación secundaria separados entre sí a una distancia no mayor de 200 m; no obstante, aun cuando se detectaron 15 grupos de parches, el 98% de los fragmentos de vegetación se concentran en 4 grandes componentes (1, 10, 11 y 14), presentados en la Figura 110, el resto de los componentes representan menos del 2% de los parches priorizados. En este sentido, se puede concluir que la mayoría de los fragmentos de bosques y vegetación secundaria se encuentran separados entre sí a una distancia que no supera los 200 m, lo que en términos de conectividad indicaría un distanciamiento aceptable para que se generen procesos espontáneos de restauración ecológica.

Figura 109. Hábitats prioritizados para la restauración ecológica



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).





En la Tabla 88 se muestran los resultados de los índices de conectividad calculados para el área de estudio, en conformidad, el índice LNK fue del orden de 1.755, este número representa la cantidad de conexiones funcionales entre los fragmentos de vegetación priorizados. El componente 1 contó con mayor número de parches priorizados, abarcando el 54% del área total (5.077 ha), mientras el área promedio de todos los parches (MSC) fue de 623 ha. Por otra parte, la probabilidad de que dos puntos al azar en el área del POE pertenezcan al mismo componente fue del 38%, esto es una probabilidad esperada considerando que el 98% del área de estudio se concentra en 4 componentes, por el contrario, el índice LCP presenta una probabilidad casi nula de coincidencia de paisaje entre los componentes. El CPL fue del orden de 10,9 m, este valor indica el promedio de las distancias más cortas o de menor costo entre los parches evaluados.

**Tabla 88. Índices de conectividad calculados para el área de estudio**

<b>Índice de conectividad</b>	<b>Indicador</b>
Número de componentes (NC)	15
Número de enlaces que conectan los parches (LNK)	1.755
Área del componente más grande (SLC)	5.077 ha
Área media de parches interconectados (MSC)	623 ha
Probabilidad de coincidencia de clase (CCP)	0,379
Probabilidad de coincidencia del paisaje (LCP)	0,007
Longitud de ruta característica (CPL)	10,9 m
Tamaño esperado del componente (ECS)	3.544 ha
Índice integral de conectividad (IIC)	0,001

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Si bien el resultado de los índices presentados anteriormente, señala una relativa “buena” conectividad del paisaje, los valores resultantes de los índices IIC (0,001) y LCP (0,007) fueron muy bajos (Tabla 18); estos índices, a diferencia de los demás evaluados, son idóneos según Pascual-Hortal y Saura (2006), pues integran los atributos de los parches (densidad, área, forma, etc.) con la conectividad funcional entre ellos (número de enlaces, longitud de enlaces, etc.) en una sola medida. En este sentido, y según los resultados de los índices mencionados, es posible concluir que la conectividad ecológica en general del paisaje en el área del POE es poco significativa, y se encuentra dominada por ambientes fuertemente fragmentados que requieren de acciones adicionales para su recuperación.

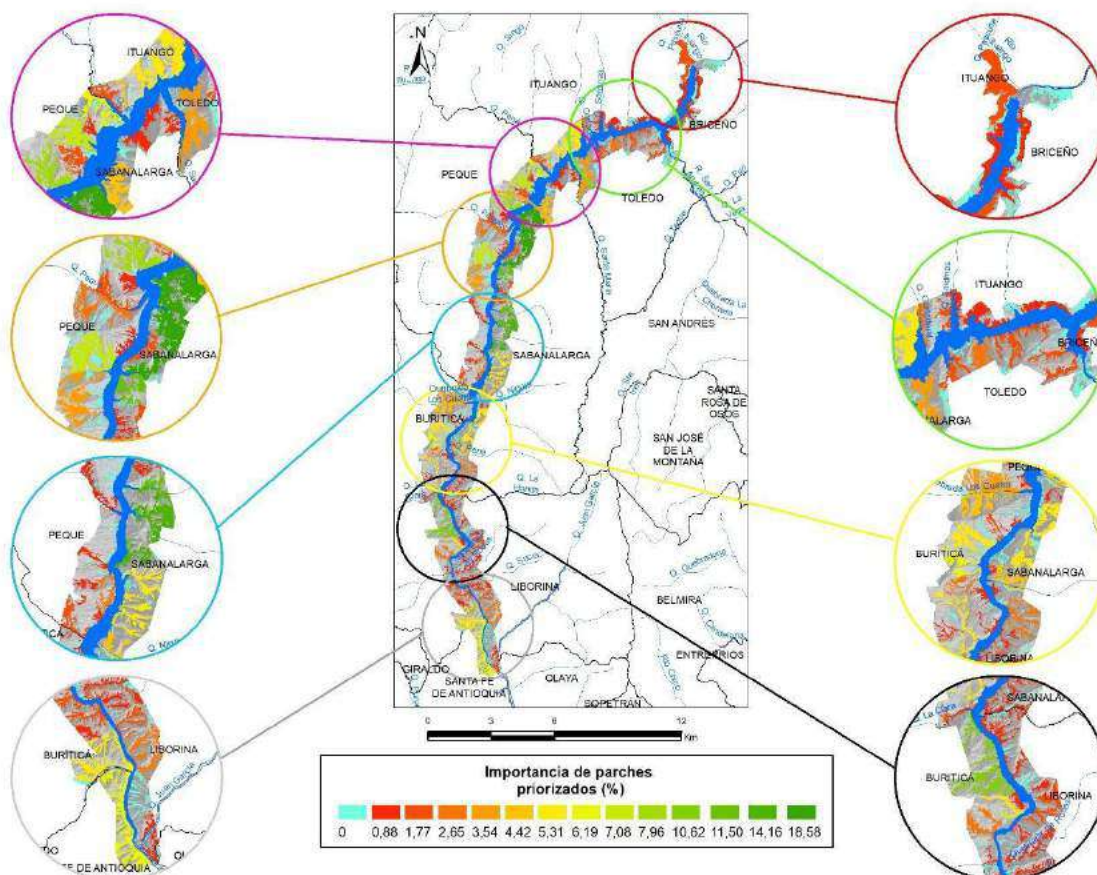
La Figura 111 muestra el resultado del análisis de conectividad para toda el área del POE, en donde se analizaron los fragmentos de vegetación, allí se detalla el nivel de importancia en términos porcentuales de los fragmentos incluidos, el valor de importancia del parche indica el porcentaje de reducción en la métrica de conectividad que la pérdida de ese parche representa en el paisaje. En este sentido, los parches con mayor importancia para la conectividad del paisaje presentan una coloración verde, mientras que aquellos que, dadas sus características de forma y conexiones funcionales con los demás parches, no tienen relevancia en la conectividad ecológica general, presentan una coloración rojiza.



Partiendo de lo anterior es posible identificar zonas en el área de influencia del POE, en las que se observa cierta predominancia de determinados niveles de importancia de los parches priorizados (Figura 110); en conformidad, para las zonas ubicadas en el extremo norte y el extremo sur del área del POE, la importancia preponderante de los parches tiene valores muy bajos e inclusive del 0%, lo que indica una pobre importancia para la conectividad ecológica de los fragmentos de bosque y vegetación que ocurren en estas áreas; no es muy distinto el caso para la zona centro-sur del área de estudio, que, a pesar de la predominancia de fragmentos con coloración naranja siguen siendo valores de importancia de parche muy bajos; caso contrario ocurre en la zona centro-norte pues allí ocurren los parches de mayor tamaño y de importancia significativa en términos de la conectividad ecológica, lo que la sitúa como un área estratégica para la proyección y diseño de corredores biológicos entre los polígonos de bosque fragmentados.

El hecho de que una zona cuente con parches de bosques o vegetación con porcentajes de importancia para la conectividad ecológica muy bajos o nulos, no quiere decir que no se deban dirigir acciones de restauración para estas zonas; por el contrario, dado que en estas áreas los efectos de la fragmentación son más severos, con mayor intensidad al interior del bs-T, se deben proponer estrategias idóneas que permitan superar las barreras para su restauración y promuevan procesos de sucesión vegetal que posibiliten la conexión entre fragmentos. Por otro lado, los parches priorizados con mayor importancia para la conectividad ecológica se deben entender como lugares estratégicos para la conservación, priorización como potenciales fuentes semilleras y para el fortalecimiento de la conectividad a través de corredores biológicos, pues dados sus atributos de área, forma y conectividad, presentan características idóneas para el enlazamiento con parches aledaños, la dispersión y flujo de especies, el establecimiento de nuevas especies de flora y la oferta de hábitat para la fauna.

**Figura 111. Resultado gráfico de la importancia ecológica de los parches priorizados para fragmentos de vegetación**



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

### 6.3.3. Análisis multitemporal

#### 6.3.3.1. Metodología

El análisis multitemporal se basa en la fotointerpretación comparativa entre imágenes satelitales u ortofotografías con información de infrarrojo tomadas para una misma zona en distintos periodos de tiempo. Este análisis permite evidenciar los cambios en el tiempo de las coberturas vegetales identificadas, deduciendo así, el grado de evolución, estabilidad y desarrollo de la vegetación natural, y su potencial para la regeneración natural espontánea, a partir de allí se puede inferir sobre que zonas es prioritario dirigir los recursos y esfuerzos para su restauración.

Para este análisis se utilizaron ortofotografías registradas para los años 2012 (CartoAntioquia resolución espacial de 0,5 m) y 2018 (EPM-PHI resolución espacial de 0,25 m), las cuales contienen las bandas del visible (RGB) y la banda del infrarrojo cercano (IRC). A partir de esta información se calculó el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada – NDVI, el cual puede variar desde valores negativos cercanos a 0, hasta valores positivos iguales a 1. Los índices derivados de las combinaciones entre bandas de una imagen permiten aumentar las diferencias de reflectancia de las coberturas de la tierra. El Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada – NDVI, se utiliza para estimar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación con base a la medición de la intensidad de la radiación, de las bandas del rojo visible y el infrarrojo cercano, emitida o reflejada por la vegetación, relacionada con la actividad fotosintética y la estructura foliar que permiten determinar su vigorosidad (Rouse et al., 1974; Gitelson et al., 2002).

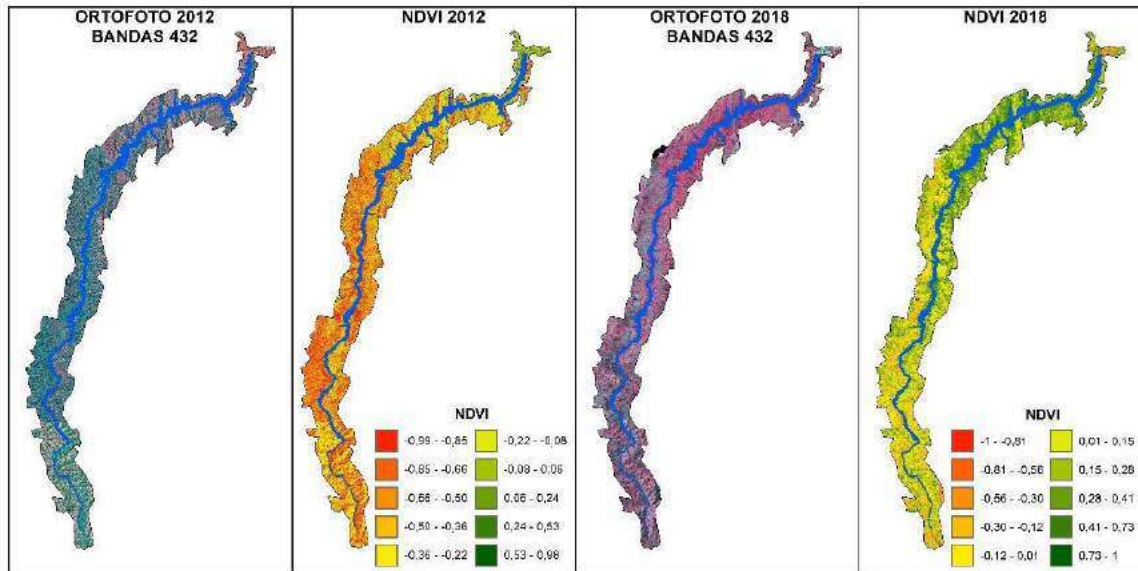
Inicialmente se hizo el cálculo del NDVI para las dos ortofotos suministradas, posteriormente se calculó el diferencial del NDVI para el área de interés entre los años 2012 – 2018, la diferencia en los resultados del índice podrá definir la ganancia, la pérdida o la estabilidad de las coberturas vegetales ubicadas al interior del proyecto.

### **6.3.3.2. Resultados**

Se encontró que a través de la combinación de las bandas 4,3,2 para el año 2012, el paisaje se encontraba dominado por una extensa matriz de pastos y herbazales asociados a usos productivos principalmente de ganadería, minería y agricultura en menor escala. Asociados a las actividades de ganadería, sobre el territorio se practicaban quemas que en muchos casos derivaban en incendios de gran magnitud como estrategia para la renovación de pasturas. Todas estas actividades de intervención han interrumpido los procesos naturales de regeneración, restringiendo la distribución de los fragmentos de bosques a pequeños parches aislados y degradados en su composición y estructura principalmente por la actividad de raleo de los animales de pastoreo (Figura 112). En términos de NDVI se encontró un comportamiento similar al de la combinación de bandas que demuestran una baja calidad y desarrollo de la vegetación.

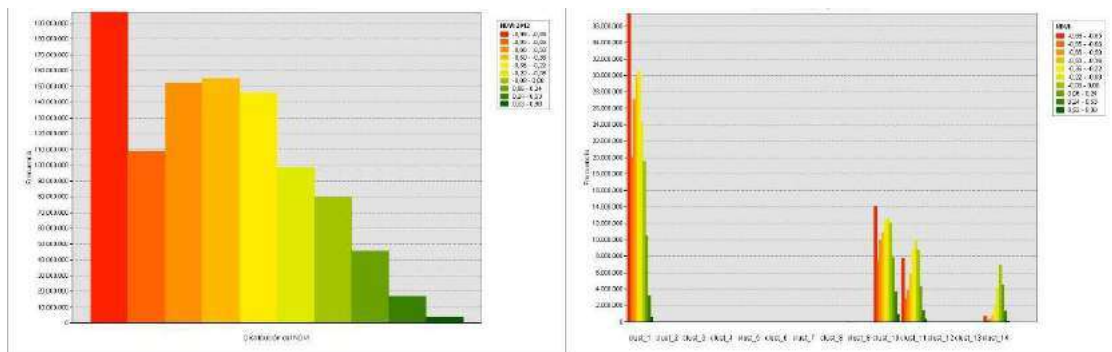
Los resultados del NDVI para el año 2018 muestran un efecto positivo derivado de la restricción de actividades de agricultura y especialmente de ganadería extensiva en el área de influencia del PHI. A causa del proceso de compra de predios se ha empezado a evidenciar la recuperación de las coberturas vegetales a través de los procesos de regeneración natural (Ortofoto 2018 bandas 432), que se pueden interpretar a través del aumento de la tonalidad púrpura entre las ortofotos 2012 y 2018 (Figura 113), esto se puede traducir en un aumento de la calidad ecológica, cantidad y desarrollo de la vegetación.

**Figura 112. Representatividad de los cambios en el NDVI entre los años 2012 y 2018 al interior del área de influencia del POE**



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

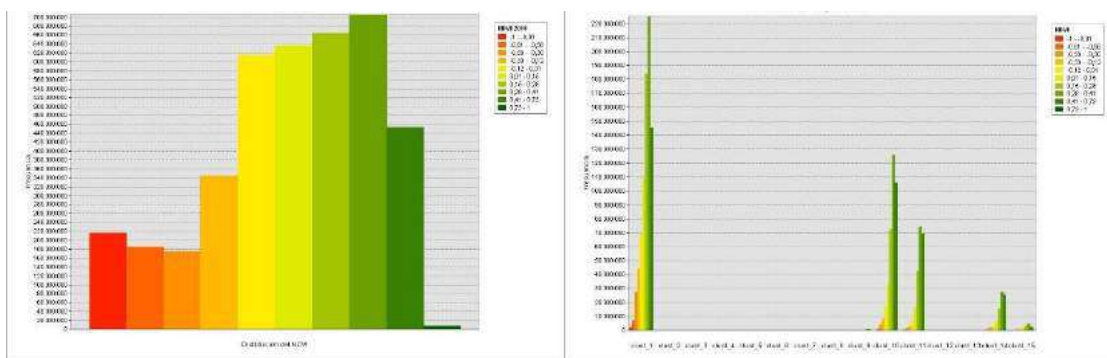
**Figura 113. Comportamiento del NDVI para el área total y para el área priorizada al interior de los clusters**



A) NDVI 2012

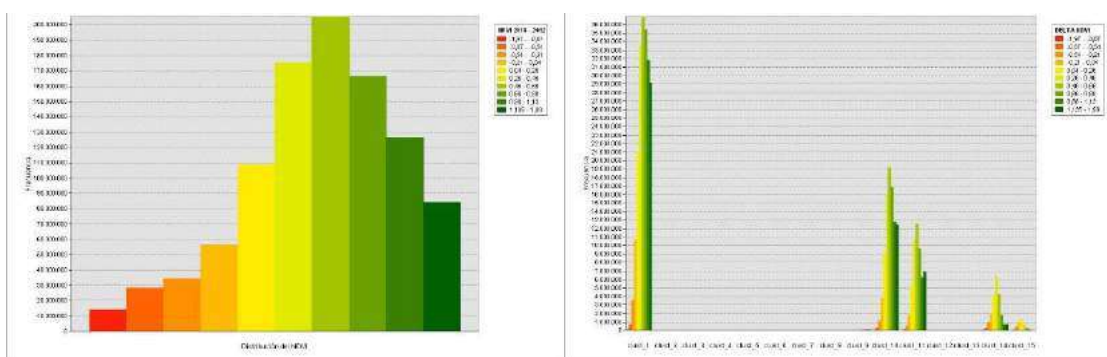
NDVI 2012 Clusters





B) NDVI 2018

NDVI 2018 Clusters



C) DELTA NDVI 2012 - 2018

DELTA NDVI 2012 - 2018 Clusters

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Concentrando el análisis a través de la interpretación del comportamiento del NDVI podemos reafirmar lo expuesto en términos espaciales en la Figura 111. El histograma de frecuencia del NDVI para el año 2012 muestra que el territorio estaba dominado por coberturas menos densas y de menor calidad estructural, este comportamiento se evidencia tanto para la totalidad del área de influencia del POE, como para los clusters priorizados por su importancia en la conectividad ecológica del territorio (Figura 112, parte A).

Por su parte el histograma de frecuencias del NDVI asociado al año 2018, muestra una disminución en la frecuencia de áreas con valores bajos de NDVI y un incremento en las áreas con valores altos de reflectancia al interior de la totalidad del área de influencia del POE, y precisamente al interior de los clusters priorizados. Estos cambios se asocian principalmente al desarrollo natural de procesos de regeneración que favorecen la recuperación del ecosistema y que pueden estar asociados con la adquisición de los predios por parte de EPM como medida de compensación (Figura 112, parte B).

Comparando estos resultados entres sí, es posible validar las afirmaciones expuestas, en tanto que se evidencia una dominancia en los valores de frecuencia alta de NDVI con mayor



intensidad al interior de las áreas núcleo priorizadas y hacia el norte del área de influencia del POE. Este proceso de recuperación puede estar dado a mayores tasas en esta zona del área de estudio producto de un incremento en el régimen de precipitación que favorece el crecimiento de la vegetación, contrario ocurre y puede evidenciarse al interior de la zona de vida bs-T (Figura 112, parte C).

La Tabla 89 y la Figura 113 expresan los procesos de cambio tanto positivos como negativos en términos de coberturas de la tierra, se encontró que existen lugares que para el año 2012 presentaban valores de NDVI cercanos a 0 y que para el año 2018 los valores de NDVI fueron cercanos a 2 para el mismo sitio, lo cual está relacionado con un proceso de sucesión asociado a la recuperación de estos ambientes con coberturas densas y un aumento de la vigorosidad de la vegetación ya establecida desde el 2012. Estos resultados son importantes para evidenciar el avance de la regeneración natural que favorece la restauración espontánea en el territorio, pero también son sumamente relevantes para priorizar aquellas zonas que se encuentran estancadas en el tiempo y por tanto, requieren acciones adicionales urgentes con estrategias de restauración asistida que inicien o aceleren la restitución de las coberturas vegetales originales, las cuales se concentran principalmente en valores cercanos al cero y hacia la parte del bs-T.

**Tabla 89. Matriz de cambios del NDVI entre los años 2012 y 2018 asociados a las coberturas de la tierra en el área de influencia del POE**

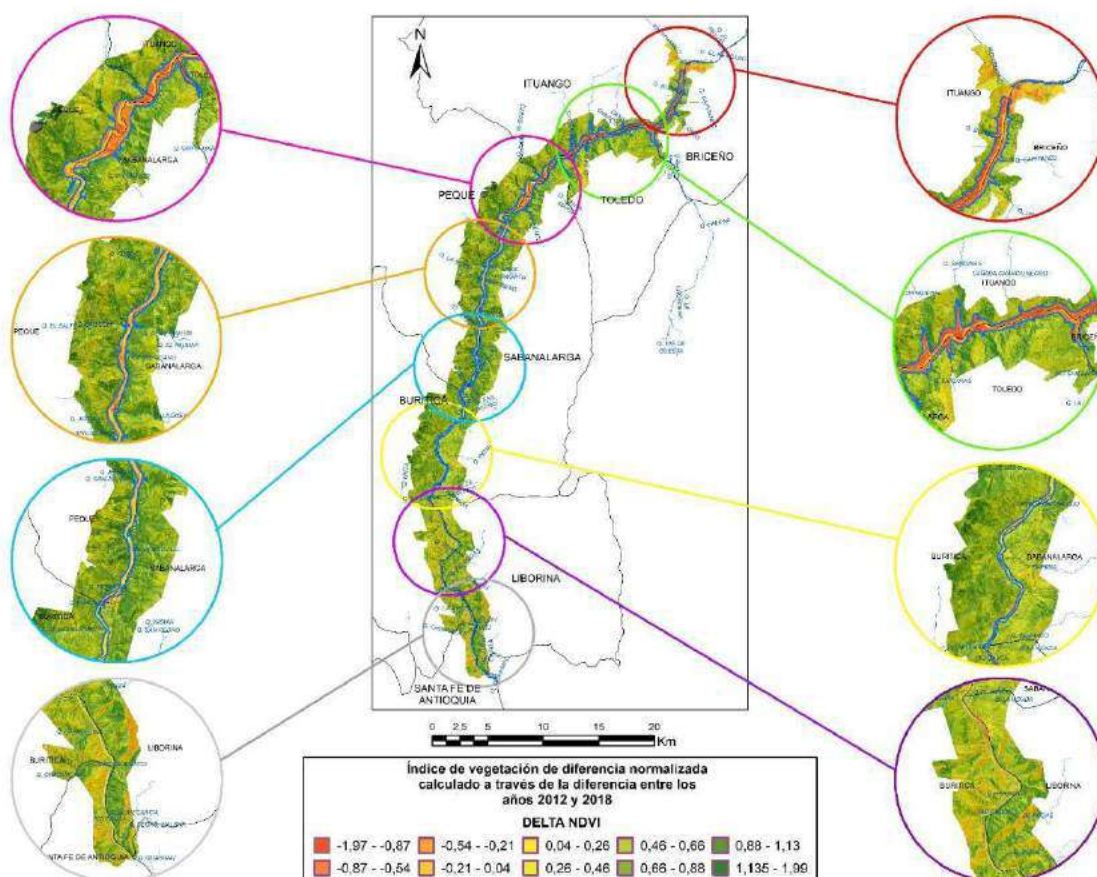
		NDVI 2012 (NDVI+1)											Cambios negativos en la cobertura
		0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	
NDVI 2018 (NDVI+1)	0	0	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8	-1	-1,2	-1,4	-1,6	-1,8	-2	
	0,2	0,2	0	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8	-1	-1,2	-1,4	-1,6	-1,8	
	0,4	0,4	0,2	0	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8	-1	-1,2	-1,4	-1,6	
	0,6	0,6	0,4	0,2	0	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8	-1	-1,2	-1,4	
	0,8	0,8	0,6	0,4	0,2	0	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8	-1	-1,2	
	1	1	0,8	0,6	0,4	0,2	0	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8	-1	
	1,2	1,2	1	0,8	0,6	0,4	0,2	0	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8	
	1,4	1,4	1,2	1	0,8	0,6	0,4	0,2	0	-0,2	-0,4	-0,6	
	1,6	1,6	1,4	1,2	1	0,8	0,6	0,4	0,2	0	-0,2	-0,4	
	1,8	1,8	1,6	1,4	1,2	1	0,8	0,6	0,4	0,2	0	-0,2	
2	2	1,8	1,6	1,4	1,2	1	0,8	0,6	0,4	0,2	0		
<b>Cambios positivos en la cobertura</b>													

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Por otra parte, los valores negativos resultantes de la diferencia entre los valores de NDVI de los años 2012 y 2018, representan una pérdida de área ocupada por coberturas

vegetales densas, las cuales están asociadas principalmente al aprovechamiento forestal del área de inundación del embalse y a el establecimiento de obras de infraestructura alrededor del muro de presa. Finalmente, se puede concluir que el territorio en general se ha favorecido a través de la recuperación de las coberturas a una mayor tasa para el bh-T y en menor medida para el bs-T, hacia el sur del área de influencia del POE (Figura 114).

**Figura 114. Resultado de la diferencia entre los NDVI calculados para el área de influencia del POE entre los años 2012 y 2018**



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

#### 6.4. ZONIFICACIÓN DE ÁREAS PRIORITARIAS PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

En este punto se identifican las áreas priorizadas a partir de un análisis de múltiples variables, basado en la interacción entre los factores biofísicos caracterizados y el análisis

del paisaje efectuado. El ejercicio de zonificación debe definir áreas claramente delimitadas sujetas a la implementación de las actividades de restauración, en donde, dadas sus cualidades ambientales presentan un tratamiento de restauración ecológica diferenciado de las demás categorías de zonificación.

#### 6.4.1. Metodología

La elaboración de la zonificación de la restauración ecológica en el área de influencia del POE se basa en la superposición cartográfica a través de un *software* de procesamiento de información geográfica (*ArcGis®*), que permita superponer las variables decisivas para la priorización de las áreas a restaurar. Dentro de estas variables es importante destacar la influencia de la caracterización de las pendientes del terreno, pues con base en esta información se identificarán las áreas potenciales para restauración asistida (pendiente  $\leq 35^\circ$ ), y restauración espontánea (pendiente  $> 35^\circ$ ). Los sitios con coberturas caracterizadas por el avanzado estado de desarrollo de la vegetación (Vegetación secundaria alta, Bosque de galería y ripario, Bosque denso), serán áreas prioritarias para la conservación y se zonificarán como tal.

##### 6.4.1.1. Áreas de compensación y protección

Con base en información secundaria suministrada por EPM, se realizó la cartografía de las áreas de conservación declaradas en el área de estudio bajo distintas figuras de protección; también se representaron gráficamente las áreas de compensación producto del otorgamiento de la licencia ambiental al PHI.

##### 6.4.1.2. Zonificación de áreas para la conservación, restauración y uso sostenible

Tomando como base el mapa de coberturas actualizado, se realizó una categorización de las coberturas en términos de la restauración ecológica; se definieron cinco categorías: Áreas de protección y conservación, No aplica para restauración, Prioritario para restauración, Sitios futuros para restauración y uso sostenible. En Tabla 90, se muestran las coberturas terrestres que se incluyen en cada una de las categorías definidas.

**Tabla 90. Distribución de coberturas terrestres en categorías de restauración**

Categorías de restauración	Coberturas terrestres asociadas
Áreas de protección y conservación	3.1.1. Bosque denso - 3.1.2. Bosque abierto- 3.1.4. Bosque de galería y ripario - 3.2.3.1. Vegetación secundaria alta
No aplica para restauración	1.1.2. Tejido urbano discontinuo -1.2.1. Zonas industriales o comerciales - 1.2.2.1. Red vial y territorios asociados - 1.2.5. Obras hidráulicas - 3.3.1.

	Zonas arenosas naturales - 3.3.2. Afloramientos rocosos - 5.1.1. Ríos - 5.1.4.1. Embalses
<b>Prioritario para restauración</b>	2.3.1. Pastos limpios - 2.3.2. Pastos arbolados - 2.3.3. Pastos enmalezados - 3.2.1.1. Herbazal denso - 3.2.2.1. Arbustal denso - 3.2.2.2. Arbustal abierto - 3.2.3.2. Vegetación secundaria baja -
Sitios futuros para restauración	1.3.2.1. Otros sitios de disposición de residuos a cielo abierto - 3.3.3. Tierras desnudas y degradadas
Uso sostenible	2.1.1. Otros cultivos transitorios - 2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos - 2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos - 2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

#### **6.4.1.3. Zonificación por pendiente**

Con el objetivo de categorizar las pendientes en términos de implementación de acciones de restauración ecológica, se reclasificó el mapa de pendientes a partir del *raster*, en cinco (5) categorías de pendientes en unidades de grados: 0 - 20°, 20 – 25°, 25 - 30°, 30 – 35° y 35 – 90°. Partiendo de esta separación de las pendientes se proponen de manera sintetizada estrategias de restauración teniendo en cuenta la restricción por pendiente. El *raster* de pendientes recategorizadas se limitó a la extensión de las áreas prioritarias para la restauración definidas en el ítem *Categorías de restauración* (Tabla 91).

#### **6.4.1.4. Modelo para la zonificación de la calidad de sitio basado en supervivencia de especies plantadas**

Con base en datos de los monitoreos realizados de las áreas plantadas en el marco del proyecto piloto de restauración ecológica adelantado entre la UNAL y EPM (2018-2019), en el área de estudio del PHI, se evaluaron las relaciones entre la supervivencia de las especies y las variables climáticas, topográficas y de coberturas detalladas anteriormente en el Diagnóstico del estado actual del ecosistema, en total se consideró un set de 18 variables distintas.

Se elaboraron histogramas de frecuencia para cada una de las variables con el fin de categorizar los valores propios de distribución, luego se determinó bajo qué rangos de las variables existía una mayor supervivencia o mortalidad para las especies plantadas; en la Figura 114 se muestra de una manera sintetizada la distribución de los individuos vivos y muertos a través de cada una de las variables.

Con el objetivo de reducir el número de variables que intervienen en el modelo, se elaboró un análisis de componentes principales (PCA) (Figura 115), el cual se permite inferir que variables son más importantes para explicar la varianza asociada y en qué grado están

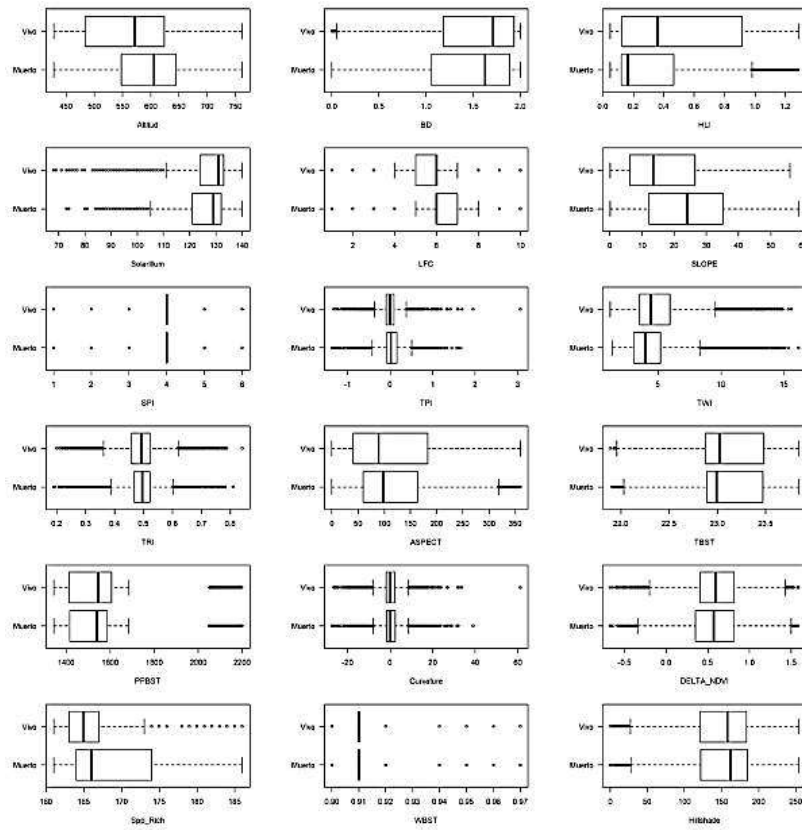
correlacionadas entre sí, en este sentido se seleccionaron las variables que influyen mayormente en la supervivencia de las especies y se descartaron aquellas que presentaron una alta correlación con las variables seleccionadas. Finalmente, se eligieron las 7 variables que se presentan en la Figura 10524, este conjunto de variables incorpora una combinación de aspectos climáticos (precipitación, exposición – Hillshade), carga de calor en la superficie - HLI), hidrológicos (acumulación de humedad topográfica-TWI) y de relieve (pendiente, orientación de la pendiente-Aspect, ambientes topográficos-SPI). Este arreglo de variables explicó aproximadamente el 50 % de la varianza total del modelo.

Para ponderar y jerarquizar las variables en términos de la mayor incidencia en la supervivencia de las especies, se corrió un modelo lineal generalizado (GLM) tipo binomial en el *software Rproject*®, de allí se dedujo el grado de influencia de cada una de las variables en la supervivencia, y se jerarquizaron las variables de mayor a menor dependiendo del valor del coeficiente obtenido en el modelo (Tabla 91).

Luego, por medio de herramientas de álgebra de mapas en el *software* especializado *ArcGis*®; se construyó un *raster* de condición de sitio basado en la probabilidad de la supervivencia de las especies, a partir de la estimación del modelo lineal generalizado ajustado con las siete variables jerarquizadas. Este *raster* se clasificó en cinco categorías: Muy baja, Baja, Media, Alta y Muy alta, haciendo referencia a la condición del sitio para la restauración ecológica basado en la supervivencia de las especies; además se restringió su extensión específicamente a las áreas prioritarias para la restauración definidas en la Tabla 90.

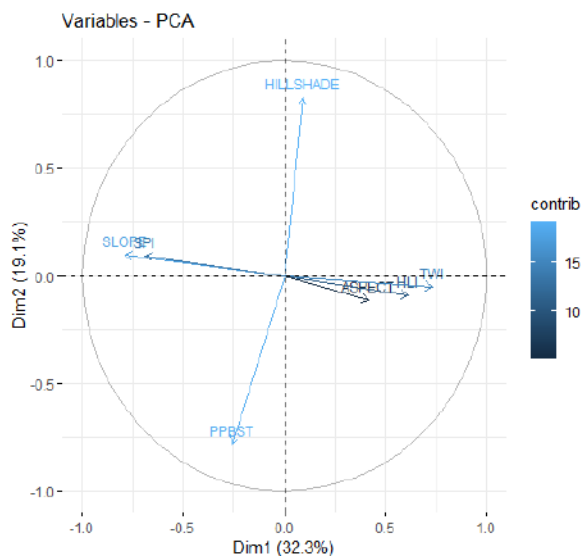


Figura 115. Diagramas de caja que muestran el comportamiento de la supervivencia en las variables analizadas



Fuente: UNAL y EPM, 2018. Proyecto piloto de restauración ecológica para el PHI.

**Figura 116. Resultado del Análisis de Componentes Principales (PCA) para las variables priorizadas**



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).  
elaborado a partir de los datos UNAL y EPM, 2018.

**Tabla 91. Coeficientes obtenidos en el modelo lineal generalizado para cada una de las variables involucradas**

Variable	Coefficiente
HLI	7,95,E-01
SPI	2,06,E-01
TWI	2,53,E-02
PPbs-T	1,36,E-02
HILLSHADE	1,75,E-03
ASPECT	-5,05,E-04
SLOPE	-3,40,E-02

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

#### **6.4.1.5. Modelo de distribución de especies potenciales para la restauración**

Se desarrolló un modelo de distribución de especies con el fin de determinar las áreas potenciales para el establecimiento de núcleos con especies nativas registradas en el inventario de flora (EPM, 2019), para ello se relacionaron los datos de presencia de cada una de las especies con los valores de las variables topográficas y climáticas que rigen el territorio, el resultado se espacializó para el área de influencia del POE. Estas variables fueron separadas en tres grupos: clima, topografía y vegetación. Para cada grupo de variable se realizó un análisis de componentes principales para reducir el número de variables. Los ejes de cada componente principal que explican el 80% de cada grupo de variables fueron seleccionados para los modelos posteriores.

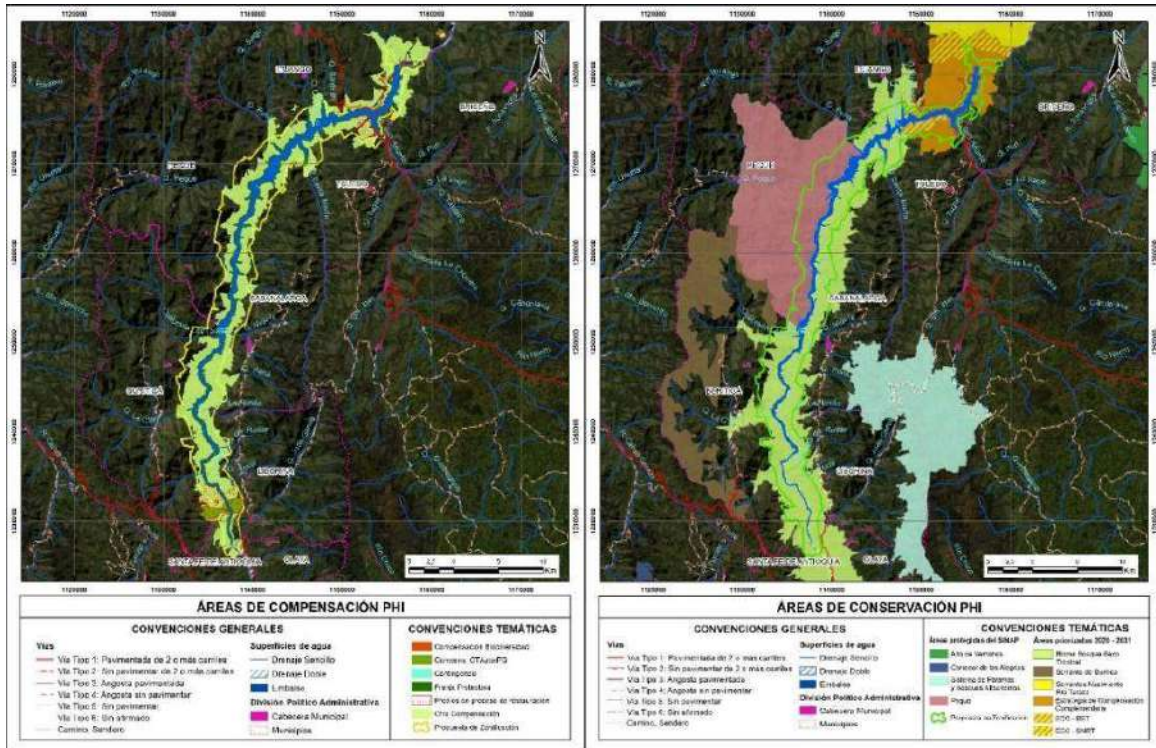
Se realizaron modelos para predecir la probabilidad de presencia dependiendo de las variables ambientales. El primer modelo, fue un modelo lineal generalizado donde la variable de respuesta fue la presencia (1) o ausencia (0) de las especies en las parcelas, por lo tanto, se transformó usando la distribución binomial. En el modelo se incluyeron todos componentes principales de cada tipo de variables (clima, topografía y vegetación). Luego se utilizó un algoritmo de selección de modelos basados en el criterio de Akaike (AIC), el cual minimiza el número de variables dejando solo aquellas que aportan a la explicación de la variable respuesta. El modelo resultante o final se utilizó para generar predicciones sobre las variables espacializadas y generar mapas de distribución de las especies en núcleos de 2.500 m<sup>2</sup>. Se utilizaron 47 especies, las cuales presentaron más de 30 registros de presencia al interior de las parcelas de monitoreo para cada tipo de modelo: 30 individuos vivos al interior de las áreas piloto de restauración y 30 presencias en las parcelas. El raster resultante de este modelo se restringió a la extensión de las áreas prioritarias para la restauración definidas la Tabla 90.

### **6.4.2. Resultados**

#### **6.4.2.1. Áreas de compensación y conservación**

El área de influencia del POE cuenta con una delimitación de áreas de compensación de carácter ineludible, distribuidas en diversas categorías (Biodiversidad, Contingencia y Otra compensación), además de la franja protectora, estas áreas enmarcan las estrategias de restauración que se deben llevar a cabo en la zona de influencia del PHI, bien sean actividades de conservación, restauración asistida o restauración espontánea (Figura 117).

Figura 117. Áreas de compensación definidas para el PHI (Izq.). Figuras de protección y/o conservaciones declaradas en el área de influencia del PHI (Der.)



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).  
y programa de compensación del PHI.

Por otro lado, en la Figura 116 derecha, se detalla el contexto regional en lo concerniente a las figuras de protección y conservación ambiental declaradas dentro del área del PHI y en zonas contiguas, en términos generales, el área priorizada de Bioma bosque seco tropical, ocupa cerca del 80% de la superficie del POE, el área definida como Peque declarada bajo el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), ocupa buena parte de la vertiente occidental del embalse, hacia la parte norte del polígono, se encuentra la Estrategia de Conservación Complementaria (ECC) definida como corredor estratégico entre el bosque seco y la Serranía de nacimiento del río Tarazá.

#### 6.4.2.2. Zonificación de áreas para la conservación, restauración y uso sostenible

Las áreas de protección y conservación se definieron como las zonas que se encuentran bajo coberturas con un avanzado estado de desarrollo vegetal; las áreas que por su uso actual no aplican para el desarrollo de actividades de restauración tienen relación con

infraestructura asociada al embalse, vías, etc. Por su parte las áreas prioritarias para restauración (12.335 ha) son aquellas que están ocupadas por una cobertura vegetal incipiente o en proceso de desarrollo, los sitios futuros para restauración son aquellas áreas con suelos desnudos con alto grado de deterioro (Fotografía 62), y, por último, el uso sostenible está asociado a zonas en donde aún persisten cultivos transitorios o permanentes.

**Tabla 92. Categorías de restauración definidas a partir del mapa de coberturas**

<b>Categoría de restauración</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Áreas de protección y conservación	9.343	37,5
No aplica para restauración	2.659	10,6
<b>Prioritario para restauración</b>	<b>12.335</b>	<b>49,5</b>
Sitios futuros para restauración	601	2,4
Uso sostenible	7	0,03
<b>Total</b>	<b>24.940</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Según los resultados de la categorización de las coberturas terrestres en términos de la restauración ecológica, las áreas prioritarias para la restauración presentan el mayor porcentaje de ocupación (49,5%), seguidas de las áreas para la protección y conservación con el 37,5% de la superficie total del POE; por su parte, las categorías de sitios futuros para restauración y uso sostenible obtuvieron la menor proporción de ocupación del área con 0,03% y 2,4%, respectivamente (Figura 117).

**Fotografía 62. Coberturas con vegetación en estado de desarrollo avanzado asociada a la categoría Áreas de protección y conservación (Izq.). Cobertura dominante de herbazales en laderas pronunciadas asociada a la categoría Prioritario para restauración (Der.)**



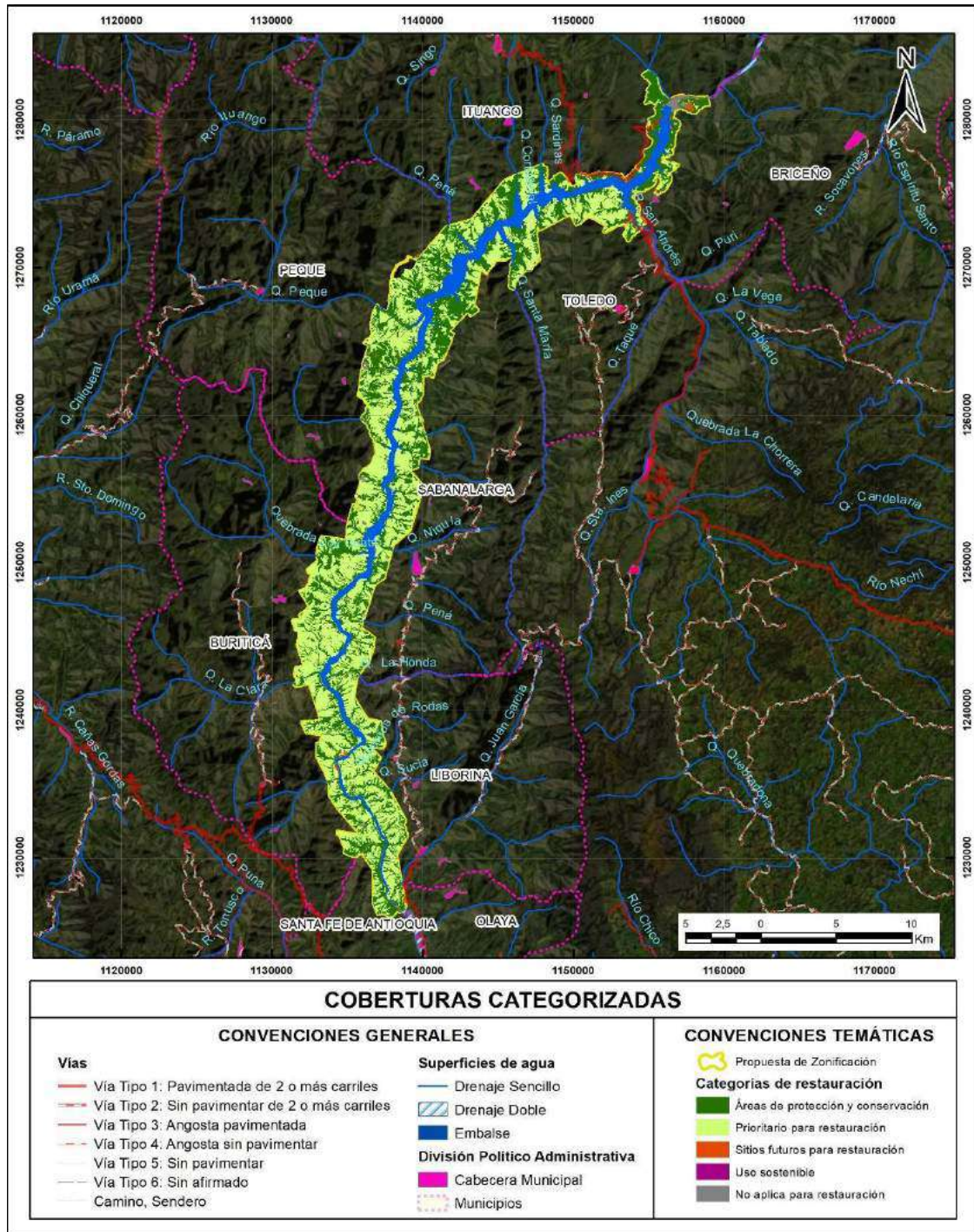




Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).



Figura 118. Representación gráfica de las categorías de restauración definidas a partir del análisis de las coberturas terrestres



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

### 6.4.2.3. Zonificación por pendientes

La pendiente es uno de los factores que más condiciona la implementación de las estrategias de restauración en una determinada zona, para el caso concreto del área del POE, se categorizó la pendiente de la superficie ocupada por las áreas prioritarias para restauración como se muestra en la Tabla 93; para cada uno de los rangos de pendiente establecidos se propusieron a grandes rasgos actividades de restauración ecológica. Estas actividades se definen básicamente como la estrategia más costo-efectiva según las posibilidades de acceso y trabajabilidad permisibles en cada una de las categorías de pendiente.

**Tabla 93. Distribución de pendientes en el área de influencia del POE**

Pendiente (°)	Actividades de restauración propuestas	Área (ha)	Área (%)
0 - 20	Siembra masiva de árboles de diferente porte (densidades entre 1.000 y 2000 árboles/ha), liberación y mantenimiento de la regeneración natural, enriquecimiento de coberturas. Sistema de riego.	1.351	10,9
20 - 25	Establecimiento de núcleos asociados a árboles nodriza y corredores de conectividad con árboles y estacas, establecimiento de núcleos de estacas, liberación y mantenimiento de la regeneración natural. Sistema de riego.	663	5,4
25 - 30	Establecimiento de núcleos con estacas, liberación y mantenimiento de la regeneración natural, establecimiento perchas o estructuras con polisombra que ayuden a mejorar el microclima del sitio. Sistema de riego o fuente de aprovisionamiento hídrico portátil.	955	7,7
30 - 35	Dispersión de semillas, establecimiento de núcleos con estacas, establecimiento de perchas, liberación y mantenimiento de la regeneración natural. Sistema de riego o fuente de aprovisionamiento hídrico portátil.	1.503	12,2
35 - 90	Restauración espontánea, dispersión de semillas establecimiento de perchas, núcleos de estacas. Sistema de riego o fuente de aprovisionamiento hídrico portátil.	7.864	63,8
<b>Total</b>		<b>12.336</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Para el caso concreto del área de interés, la categoría de pendiente que implica una mayor restricción en las actividades de restauración ecológica (35 – 90°), ocupa cerca del 64% del área para la restauración (7.864 ha) (Figura 119), es decir, la mayoría del área prioritaria se encuentra en la categoría de pendiente con mayor dificultad para el acceso y la ejecución de labores en campo; dada esta condición, para estas áreas se propone como primera medida la restauración espontánea, que consiste en el control e interrupción de los agentes que causan la degradación, para así permitir que el ecosistema siga su trayectoria sucesional de manera natural; sin embargo, el éxito de este método de restauración

depende enormemente del potencial de la regeneración natural en el área, es decir, de la existencia de fuentes de propágulos cercanas al área degradada, así como del estado de las condiciones edáficas, topográficas, hidrológicas y geológicas, además de la posible aparición y establecimiento de especies con comportamiento invasor (Aguilar & Ramírez, 2016). Al interior de este rango de pendiente, este estudio puede concluir que se encuentra el gran cuello de botella para encontrar una estabilidad ecosistémica al interior del área de estudio y por tanto el mayor reto de restauración al interior del área del POE. Por tanto, no solo debe restringirse cualquier uso productivo al interior de estas zonas, sino que deben implementarse estrategias innovadoras que faciliten la recuperación de la vegetación. Cualquier acción adicional que se proponga para estos sitios deberá acompañarse de actividades de riego que garanticen la oferta hídrica durante los períodos prolongados de sequía, ya sea de forma permanente o a través de un sistema portátil (Fotografía 63).

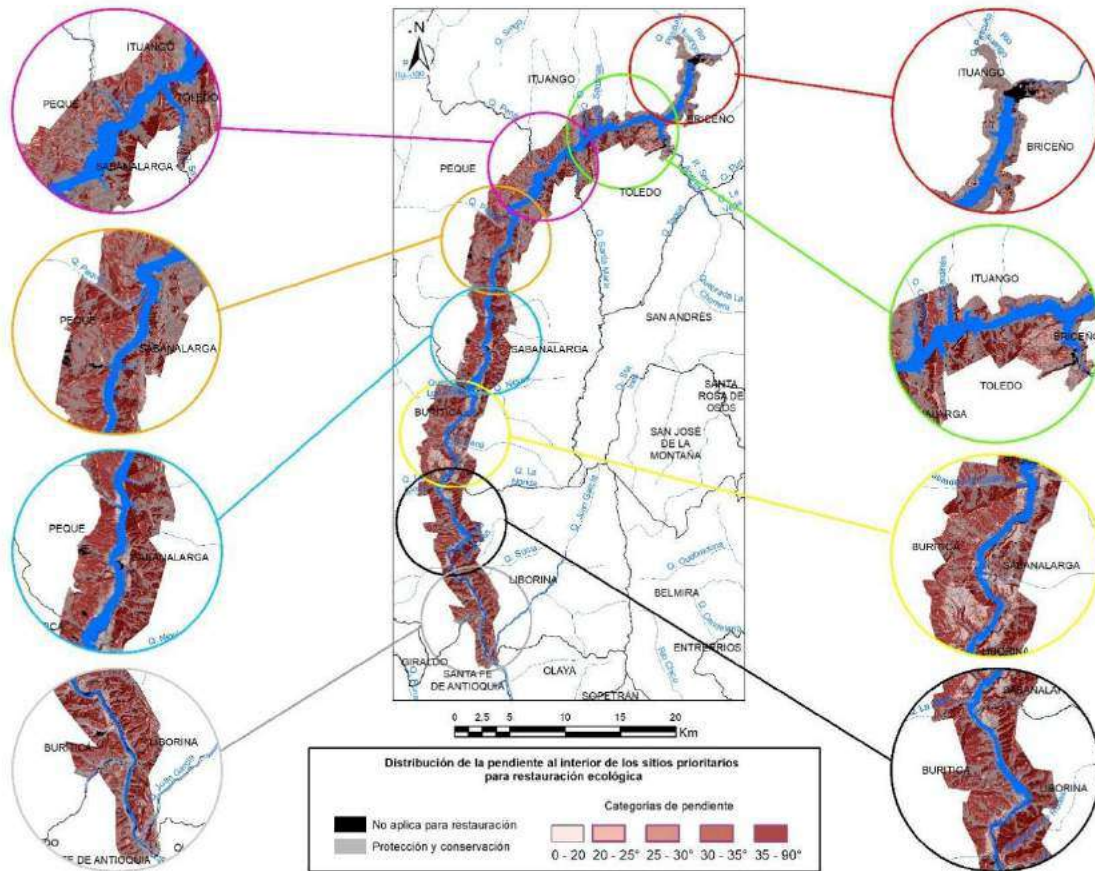
La categoría de pendiente de 30 a 35° obtuvo el 12% de representatividad en el área priorizada, allí se proponen actividades que no requieran de mucha maniobrabilidad en campo como dispersión de bolas de sustrato con semillas de especies nativas, o siembra de núcleos con estacas de especies resistentes y con capacidad adaptativa, que, por experiencia previa se haya comprobado la efectividad de su propagación mediante este método.

El 13 % del área comprende pendientes entre 20 y 30° de inclinación, sobre estas áreas se propone el establecimiento de núcleos asociados a árboles nodriza y al interior de corredores de conectividad con árboles y estacas, establecimiento de estacas y la liberación y mantenimiento de la regeneración natural. Para estas acciones y en garantía de su éxito se recomienda establecer un sistema de riego.

El 11% del área se encuentra bajo un régimen de categoría de pendiente que permite implementar un amplio rango de acciones de restauración, y en este sentido se propone la siembra masiva de especies arbóreas nativas de diferente porte, pues este tipo de topografía facilita las actividades de transporte tanto de árboles como insumos, así como el hoyado, fertilización y siembra de las plántulas. Se recomienda para garantizar niveles altos de supervivencia de las estrategias a implementar establecer sistemas de riego (Fotografía 63).



**Figura 119. Distribución de pendientes en términos de la restauración ecológica**



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

**Fotografía 63. Pendientes moderadas (0-20°) a la altura de la quebrada Las Cuatro (Izq.). Altas pendientes (35 – 90°) en la zona sur del área del POE, municipio de Peque (Der.)**



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).



#### 6.4.2.4. Zonificación por condición de sitio

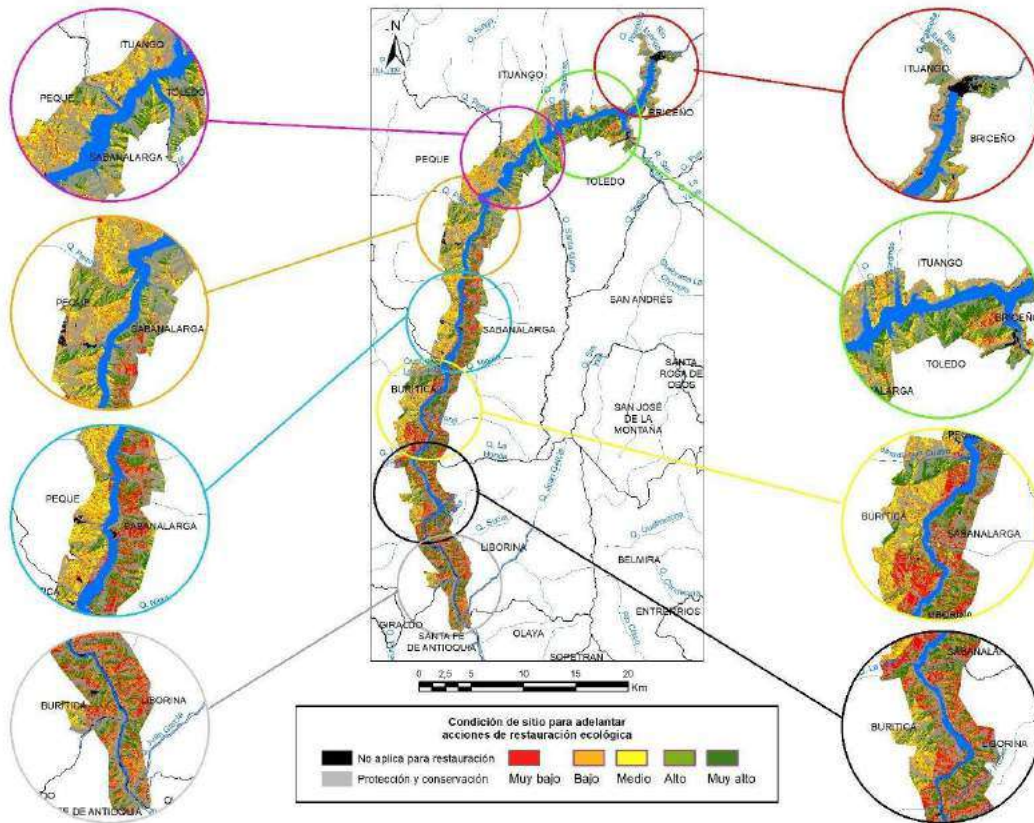
El resultado espacializado del modelo para la zonificación de la calidad de sitio basado en supervivencia de especies establecidas a través del proyecto piloto de restauración se muestra en la Figura 28. Allí se representa la distribución de las 5 categorías de condición de sitio (muy bajo a muy alto) en el área del POE. Las variables priorizadas para realizar la zonificación de la condición de sitio representan una combinación de aspectos ambientales (clima, hidrología, relieve) que condicionan el establecimiento y supervivencia de las especies arbóreas plantadas. En este sentido, las categorías de la zonificación indican bajo que combinación de los diferentes valores de las variables, existe una menor o mayor probabilidad de supervivencia de las especies.

En términos generales las áreas con baja condición de sitio para la supervivencia de especies se concentran especialmente en la zona sur y en un tramo del margen oriental del embalse; esto coincide con las áreas con menor precipitación promedio multianual (véase Figura 120), y con las vertientes orientadas hacia el sur-occidente, sur-oriente y especialmente hacia el occidente, cuya exposición a la radiación solar ocurre esencialmente las horas de la tarde (poniente) y suele ser más intensa para la vegetación establecida. Estos valores de clima y aspecto de las pendientes, combinados, se traducen en una menor supervivencia de las especies con potencial para su plantación al interior de las áreas bajo las condiciones mencionadas.

Otras variables del relieve como la pendiente y los ambientes topográficos (SPI), también presentan cierta influencia en los resultados de la condición de sitio, toda vez que las altas pendientes desmejoran la calidad del sitio en términos de la supervivencia de las especies, caso contrario ocurre con los ambientes topográficos planos, pues en algunas zonas suponen una mayor probabilidad de supervivencia para las especies. Por otro lado, los ambientes topográficos de crestas de colinas o montañas están asociados al más bajo nivel de concentración de flujo hídrico (TWI), esta particularidad hace que estas áreas presenten una baja valoración en la condición de sitio. Para estos ambientes es necesario establecer sistemas de riego que garanticen el éxito de las estrategias a establecer como medida de restauración.

Si bien, la zonificación por condición de sitio indica en que áreas la probabilidad de supervivencia de las especies puede ser mayor o menor; este análisis no supone que en las zonas categorizadas con condición de sitio muy baja o baja, se deban descartar acciones de restauración de forma definitiva; por el contrario esta zonificación permite diversificar las estrategias de restauración a implementar, con el fin de que se ajusten a las particularidades medioambientales de los sitios propuestos (Fotografía 64).

Figura 120. Condición de sitio para implementar acciones de restauración ecológica en términos de probabilidad de supervivencia de las especies



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

### Fotografía 64. Condición de sitio contrastante para el establecer acciones de restauración



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

#### **6.4.2.5. Capacidad de sitio para establecer especies nativas**

La Figura 121 muestra la distribución espacial de la capacidad de sitio para establecer especies nativas en el área de estudio a través de la implementación de núcleos de 2.500 m<sup>2</sup>; el valor para cada celda en el ráster indica el número de especies que, con base en las características ambientales evaluadas de cada sitio presentan una alta probabilidad de supervivencia. En este sentido, de las 47 especies arbóreas seleccionadas, el número máximo de especies potenciales para combinar durante el establecimiento de un núcleo es 18 y el valor mínimo es de 1.

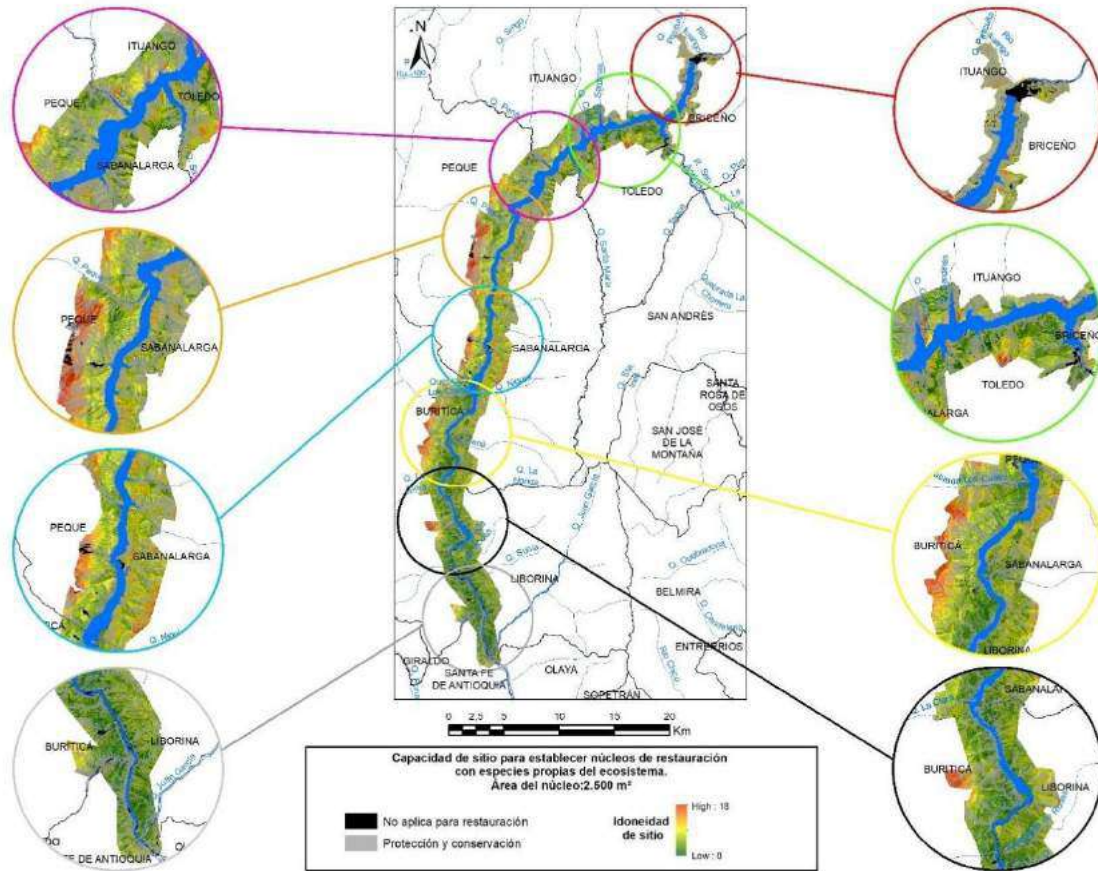
Las zonas que presentan mejor condición de sitio para el establecimiento de las especies nativas incluidas en el modelo (Tabla 94), ocurren en las partes con mayor altitud del área de interés, dichos sitios se encuentran en la zona de vida Bosque húmedo premontano y se localizan en el costado occidental de la propuesta de zonificación. Es muy probable que el régimen de humedad en las zonas altas del POE favorezca esta condición en términos de supervivencia de las especies vegetales.

Por el contrario, la alta tasa de evapotranspiración y el déficit hídrico característico del bosque seco tropical, puede involucrar una mayor tasa de mortalidad de las especies vegetales que logren establecerse en estas zonas; esto podría explicar que los núcleos con menores valores de condición de sitio ocurran para esta zona de vida. Sin embargo, hay regiones dentro del área ocupada por el bs-T en donde se concentra un mayor número de núcleos con baja calidad de sitio para el establecimiento de especies nativas, esto sucede especialmente al sur del área de influencia, en la cola del embalse, en este territorio las condiciones de sequía suelen ser más severas y el carácter del relieve más agreste, estos rasgos pueden afectar significativamente la supervivencia de las especies que logran establecerse bajo dichas condiciones. Para lo cual es estrictamente necesario la



implementación de estrategias adicionales relacionadas con la disponibilidad hídrica que rompan los regímenes de sequía extrema, tales como adición de hidrorretenedor, riego manual, sistemas de riego autónomos o adecuación de microambientes de manera artificial (instalación de polisombra, techos naturales con material vegetal, entre otros).

**Figura 121. Calidad de sitio para establecer núcleos de restauración con especies nativas**



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

A continuación, en la Tabla 94 se presenta el listado de especies nativas extraídas del inventario de flora (EPM, 2019), en total se seleccionaron 47 especies distribuidas en 45 géneros y 27 familias; según el análisis del índice de valor de importancia (IVI) realizado en el acápite Diagnóstico del estado actual del ecosistema, la gran mayoría de estas especies presentan valores altos de importancia para las coberturas estudiadas. En consecuencia, estas especies tienen un valioso potencial para la rehabilitación y restauración ecológica en el área del POE.

De este listado se pueden identificar especies que sobresalen por su capacidad adaptativa a ambientes hostiles como los que se pueden encontrar al interior del bosque seco tropical y su zona de transición hacia el bosque húmedo, tales como: *Astronium graveolens*, *Aralia excelsa*, *Aspidosperma cuspa*, *Cochlospermum vitifolium*, *Bursera simaruba*, *Bursera tomentosa*, *Hura crepitans*, *Platymiscium pinnatum*, *Gyrocarpus americanus*, *Guazuma ulmifolia*, *Pseudobombax septenatum* y *Casearia praecox*. Las cuales pueden establecerse a manera de núcleos siguiendo la zonificación propuesta en la Figura 120.

Otros grupos de especies de interés requieren de una zonificación adicional al interior de cada núcleo priorizado, de tal forma que se favorezcan ambientes adecuados para establecimiento de cada una de ellas, por ejemplo: *Cedrela odorata*, *Spondias mombin*, *Hymenaea courbaril*, *Trichilia martiana*, entre otras, prefieren ambientes dominados por relieves planos a ondulados y cercanos a corrientes de quebradas y ríos, y generalmente asociados a coberturas en estado sucesional de desarrollo o bien establecidas, como lo son vegetación secundaria y bosques, por lo tanto, estas especies pueden considerarse estratégicas para adelantar acciones de enriquecimiento en dichas coberturas.



**Tabla 94. Listado de especies nativas potenciales para su establecimiento en el área de interés**

Familia	Especie	Familia	Especie
ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i>	HERNANDIACEAE	<i>Gyrocarpus americanus</i>
	<i>Spondias mombin</i>	LAURACEAE	<i>Persea caerulea</i>
ANONACEAE	<i>Rollinia mucosa</i>	MALVACEAE	<i>Guazuma ulmifolia</i>
APOCYNACEAE	<i>Aspidosperma cuspa</i>		<i>Pseudobombax septenatum</i>
ARALIACEAE	<i>Aralia excelsa</i>	MELIACEAE	<i>Cedrela odorata</i>
ARECACEAE	<i>Acrocomia aculeata</i>		<i>Trichilia martiana</i>
BIGNONIACEAE	<i>Handroanthus ochraceus</i>	MORACEAE	<i>Brosimum alicastrum</i>
	<i>Jacaranda hesperia</i>		<i>Ficus insipida</i>
BIXACEAE	<i>Cochlospermum vitifolium</i>		<i>Maclura tinctoria</i>
BORAGINACEAE	<i>Cordia alliodora</i>	MYRTACEAE	<i>Calycolpus moritzianus</i>
BURSERACEAE	<i>Bursera simaruba</i>		<i>Eugenia acapulcensis</i>
	<i>Bursera tomentosa</i>		<i>Myrcia fallax</i>
CAPPARACEAE	<i>Quadrella indica</i>		<i>Psidium guajava</i>
CLUSIACEAE	<i>Clusia minor</i>	PHYLLANTHACEAE	<i>Phyllanthus botryanthus</i>
COMBRETACEAE	<i>Combretum fruticosum</i>	POLYGINACEAE	<i>Triplaris vestita</i>
	<i>Terminalia amazonia</i>	PRIMULACEAE	<i>Myrsine latifolia</i>
EUPHORBIACEAE	<i>Cnidioscolus tubulosus</i>	RUBIACEAE	<i>Guettarda malacophylla</i>
	<i>Hura crepitans</i>		<i>Simira cordifolia</i>
FABACEAE	<i>Coursetia ferruginea</i>	SALICACEAE	<i>Casearia praecox</i>
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>		<i>Zuelania guidonia</i>
	<i>Hymenaea courbaril</i>	SAPINDACEAE	<i>Cupania latifolia</i>
	<i>Machaerium hirtum</i>	URTICACEAE	<i>Cecropia peltata</i>
	<i>Platymiscium pinnatum</i>		<i>Cecropia obtusifolia</i>
	<i>Senna spectabilis</i>		

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Otras especies consideradas como insignias o estratégicas por su condición de novedosas para la ciencia o de estado crítico de conservación son fundamentales para la reconstrucción e incremento de la diversidad de los ecosistemas del área de influencia entre las cuales están: *Schmardaea microphylla*, *Styphnolobium sporadicum*, *Lagaceae espinalii* sp nov., *Luetzelburgia jacana* sp. nov., *Zanthoxylum magnifrutum* sp nov., *Priogymnanthus colombianus* sp nov., *Capparidastrum dugandii* sp nov., y *Eriotheca roseorum*.

## 6.5. IDENTIFICACIÓN DE TENSIONANTES

Los tensionantes se definen como un conjunto de barreras o factores ajenos a los ritmos fenológicos o ciclos biológicos de las poblaciones nativas, que determina una pérdida

destruccion de elementos y organizacion del ecosistema (Rivera, 2017). Dado esto, un tensionante se entiende como un obstaculo o disturbio que impide la restauracion o regeneracion de un ecosistema por si solo, es posible categorizarlos entre dos tipos: tensionantes ecologicos y socioeconomicos.

Los tensionantes ecologicos se refieren a los factores bioticos y abioticos generados por perturbaciones naturales o antropicas que interfieren en los procesos de dispersion, establecimiento y persistencia en el tiempo de los individuos de una poblacion; es decir, en los mecanismos de regeneracion y colonizacion de las especies. Por su parte los tensionantes socioeconomicos son los fenomenos politicos, economicos, sociales y culturales que intervienen negativamente en los procesos de restauracion o recuperacion de los ecosistemas.

En este sentido, se deben identificar y espacializar los tensionantes o barreras de restauracion que intervengan negativamente en la dispersion, establecimiento y persistencia de la vegetacion emergente o plantada, ya sean factores ecologicos o socioeconomicos (, etc.). La identificacion de los factores tensionantes es indispensable para la elaboracion de la propuesta de las estrategias de restauracion, pues estas deben estar disenadas con el objetivo de contrarrestar y superar las barreras que las condiciones propias del area de estudio establezcan.

Todos los ejercicios resultantes para implementar las estrategias de restauracion deberan evaluar de manera detallada al interior de cada predio priorizado la presencia y tipo de tensores que puedan dificultar el desarrollo exitoso de las acciones de restauracion que se pretendan establecer. Estos tensionantes pueden estar relacionados con: sequia extrema, ausencia de dispersores, suelo compactado, especies invasoras, matriz extensa de pastos, fuertes pendientes, ausencia de suelo, baja fertilidad y pobre presencia de grupos funcionales de microbiota en el suelo. Tambien deberan eliminarse o controlarse al maximo los tensionantes provenientes de actividades antropicas como: ganaderia extensiva, incendios forestales, raleo derivado por el pastoreo o pisoteo y el aprovechamiento forestal selectivo o a tala rasa. Para estos detalles se propone como primera medida el programa que plantea la elaboracion del plan de restauracion ecologica para el PHI que contemple los detalles precisos y la caracterizacion de estos tensionantes al interior de cada predio priorizado para restauracion.

## **6.6. PROGRAMAS PROPUESTOS PARA ORIENTAN LA RESTAURACION ECOLOGICA**

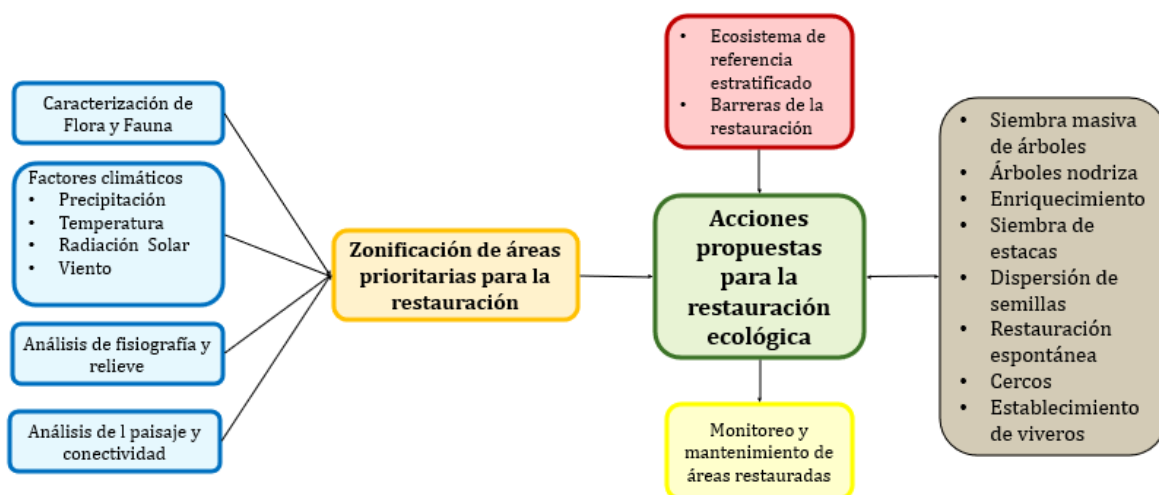
El disenio de las estrategias de restauracion a implementar tiene como objeto la aproximacion a los atributos ecologicos identificados anteriormente en el ecosistema de referencia estratificado; por tanto, la propuesta de restauracion sera consecuente con la zonificacion de las areas prioritarias para la restauracion ecologica, y adoptara medidas de rehabilitacion diferenciadas segun las condiciones biofisicas base de las diferentes coberturas a restaurar.

El éxito de las estrategias de restauración depende considerablemente de la correcta selección de las especies a sembrar, los atributos de la especie como su trayectoria sucesional, resistencia y resiliencia frente a factores ambientales y biológicos adversos, su tasa de crecimiento y aporte de materia orgánica, producción de alimento y semillas dispersables, entre otros rasgos funcionales; además deberán ser coherentes con la oferta ambiental de las coberturas o estratos priorizados para la implementación de las acciones de restauración.

En este sentido, a partir de la definición por estratos del ecosistema de referencia es posible extrapolar un arreglo con especies establecidas en un estrato o cobertura particular, hacia áreas específicas objeto de restauración que presenten condiciones medio ambientales similares a las del estrato determinado.

Dependiendo de las limitaciones que tenga un determinado sitio en términos de accesibilidad y logística para adelantar las acciones de restauración, se propondrán estrategias de restauración asistida (Plantación directa, enriquecimiento de coberturas vegetales desarrolladas, siembra de estacas, limpieza, liberación y mantenimiento de la regeneración natural, dispersión de semillas, establecimiento de núcleos asociados a árboles nodriza, cercos vivos, adición de enmiendas para la recuperación de las propiedades del suelo) y espontáneas (Perchas para descanso de avifauna, establecimiento de cercos y regeneración natural). En la Figura 122 se presenta el esquema general del plan de restauración ecológica en donde se resumen los principales elementos detallados en la metodología propuesta.

**Figura 122. Esquema general de la línea estratégica de restauración ecológica**



Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

La restauración ecológica comprende entonces diferentes escalas espaciales y temporales en las cuales los disturbios antrópicos son transversales en cualquier escala que se elija.

La pérdida de servicios ecosistémicos es también una preocupación relevante de las poblaciones que habitan estos ecosistemas en cualquier región y, por consiguiente, se debe tener en cuenta tanto el manejo regional como las necesidades de las comunidades locales (Vargas et al, 2012). Para ello, es de vital importancia que la gente que habita en los territorios aledaños al área de influencia del POE, participe activamente en la proyección y ejecución de los proyectos de restauración ecológica que aquí se plantean y que surgirán con más detalle de la elaboración del Plan de restauración propuesto como programa fundamental y prioritario por este estudio.

En este sentido es necesario diseñar y proponer lineamientos estratégicos que además de estar encaminados hacia los objetivos de la restauración, estén en función del entorno socioeconómico y cultural de las comunidades locales. Por otro lado, el entendimiento que tienen las poblaciones humanas locales sobre su región, su historia de uso, la composición de especies de los bosques, su ubicación y en algunos casos su propagación son conocimientos etnobotánicos de gran importancia para la implementación y desarrollo exitoso de este tipo de proyectos. A continuación, se proponen programas de acción para convocar la integración y participación de las comunidades locales a través de la ejecución del Plan general de restauración ecológica.

**Tabla 95. Perfil de proyecto recolección de semillas de especies nativas**

<b>FICHA DE PROYECTOS</b>		
PROGRAMA	Identificación de fuentes semilleras y recolección de semillas de especies nativas del bs-T y bh-T.	
NOMBRE DE PROYECTO	Recolección de semillas de especies nativas	
OBJETIVO	Garantizar la disponibilidad de semillas para la producción de plántulas en los viveros del PHI.	
DE SC RI PC IÓ N	ANTECEDENTES	La Licencia Ambiental otorgada por el Ministerio de Ambiente para la construcción y operación del PHI, estableció que EPM, por afectación de la cobertura vegetal en 5.391 ha, debe realizar actividades para la compensación en 16.910,75 ha, de las que 3.966,12 ha están en la formación bosque húmedo tropical; 3,5 ha en robleal y 12.941,70 ha en bosque seco tropical. Como una medida de compensación, EPM adoptó la restauración ecológica, estrategia de carácter interdisciplinario, en la que se articula el conocimiento científico y local para dar respuestas a procesos de gestión y manejo de los ecosistemas, ante las necesidades de restablecer los ecosistemas degradados y prevenir daños en los ecosistemas conservados.
	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	El PHI tiene el compromiso descrito en su PMA de realizar actividades de compensación por afectaciones ambientales derivadas de la implementación del

		<p>proyecto. Una de estas obligaciones es la restauración asistida al interior de los predios de compensación para lo cual se necesita la producción de cientos de miles de plantas en los viveros del proyecto. Para el cumplimiento de estas actividades se hace necesario activar brigadas comunitarias recolectoras de semillas que garanticen tanto la variabilidad genética del ecosistema como el inventario de los kilogramos de semillas que necesita el vivero.</p>
	JUSTIFICACIÓN	<p>El horizonte propuesto para atender las actividades de compensación ambiental a través de la restauración ecológica se plantea a 20 años, este contempla la producción permanente de plántulas para lo cual la materia prima son las semillas. Por tanto, este programa vincula las comunidades anexas al proyecto y se considera como una posible fuente de ingresos importante para las comunidades.</p>
	ACTIVIDADES POR REALIZAR	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Identificar fuentes semilleras.</li> <li>-Marcar, medir y monitorear los árboles semilleros.</li> <li>-Estudiar los ciclos fenológicos de las especies.</li> <li>-Recolectar, procesar, empacar y entregar las semillas a los viveros del proyecto.</li> </ul>
DATOS DEL PROYECTO	UBICACIÓN	Área de influencia del PHI.
	COSTO APROX.	<p>Semillas con tamaño <math>\leq 5\text{mm}</math> = \$550.000 kg.                  Semillas con tamaño entre 5-10 mm = \$350.000 kg.                  Semillas con tamaño <math>\geq 10\text{ mm}</math> = \$200.000 kg.                  Semillas                  El costo total anual aproximado del programa es de 100.000.000 millones de pesos.</p>
	DURACIÓN APROX.	12 años asociados al POE y 20 años asociados al Plan estratégico de restauración ecológica que se ejecutará para el PHI.
	BENEFICIARIOS	Comunidades locales, los ecosistemas y la sociedad en general.

ENTIDADES RESPONSABLES	EPM – PHI.
APORTES DE LA COMUNIDAD	Conocimientos etnobotánicos e ingresos económicos.
METAS FÍSICAS (VERIFICABLES)	50 kg/año de semillas menores a 5mm, 100 kg/año de semillas entre 5-10 mm y 150 kg/año de semillas mayores a 10 mm.

OBSERVACIONES	
<p>Este programa puede implementarse a través de las juntas de acción comunal asociadas al PHI. EPM también deberá vincular entidades externas y relacionadas con el tema para garantizar la correcta capacitación y el acompañamiento de las comunidades en la implementación del programa.</p>	

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).



**Tabla 96. Perfil de proyecto establecimiento de viveros**

FICHA DE PROYECTOS		
PROGRAMA	Producción del material vegetal en viveros	
NOMBRE DE PROYECTO	Establecimiento de viveros permanentes y temporales al interior del PHI.	
OBJETIVO	Garantizar la producción del material vegetal necesaria para la restauración en el PHI	
DESCRIPCIÓN	ANTECEDENTES	La Licencia Ambiental otorgada por el Ministerio de Ambiente para la construcción y operación del PHI, estableció que EPM, por afectación de la cobertura vegetal en 5.391 ha, debe realizar actividades para la compensación en 16.910,75 ha, de las que 3.966,12 ha están en la formación bosque húmedo tropical; 3,5 ha en robleal y 12.941,70 ha en bosque seco tropical. Como una medida de compensación, EPM adoptó la restauración ecológica, estrategia de carácter interdisciplinario, en la que se articula el conocimiento científico y local para dar respuestas a procesos de gestión y manejo de los ecosistemas, ante las necesidades de restablecer los ecosistemas degradados y prevenir daños en los ecosistemas conservados.
	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	El PHI tiene el compromiso descrito en su PMA de realizar actividades de compensación por afectaciones ambientales derivadas de la implementación del proyecto. Una de estas obligaciones es la restauración asistida implementando distintas acciones al interior de los predios de compensación para lo cual se necesita la producción de cientos de miles de plantas en los viveros del proyecto. Para la restauración, la producción del material vegetal representa hasta el 50% del éxito de la restauración. Por tanto, establecer estratégicamente viveros tanto permanentes como temporales o satélites es indispensable para el cumplimiento de la estrategia.
	JUSTIFICACIÓN	El horizonte propuesto para atender las actividades de compensación ambiental a través de la restauración ecológica se plantea a 20 años, este contempla la producción permanente de plántulas para lo cual la materia prima son las semillas. Por tanto, este programa vincula las comunidades anexas al proyecto y se considera como una posible fuente de ingresos importante para las comunidades.
	ACTIVIDADES POR REALIZAR	Instalación de viveros permanentes en el norte y sur del del área de influencia del PHI de tal forma que se surtan desde los extremos del embalse las demandas de

		<p>material vegetal que surjan para la implementación de las acciones de restauración ecológica. Estos viveros responderán de manera estratégica las necesidades para cada zona de vida del PHI. Por tanto, se deberán establecer un vivero a la altura de la presa del proyecto y otro a la altura de la cola del embalse entre Liborina y Buriticá. Los viveros temporales podrán ubicarse uno sobre la terraza sobre al río Cauca a la altura del corregimiento Mogotes y otros a la altura de la desembocadura de la Qda. Bocas de Niquia. En estos viveros se recibirá principalmente material vegetal germinado (plántulas), se garantizará su crecimiento y rustificación previo a su plantación al interior de los predios de compensación.</p> <p>Los viveros temporales o permanentes también podrán ser los motores para vincular a las comunidades que vivan o visiten el proyecto con el ánimo de socializar las actividades que el PHI adelanta y a su vez, para establecer programas participativos para que las personas participen de la plantación simbólica de árboles al interior de los predios de compensación, de tal forma que comprendan los retos que trae consigo al restauración ecológica, desde la plantación de un árbol con todo el esfuerzo y recursos que demanda, hasta su mantenimiento y cuidado para que sobreviva y se convierta en un árbol que ayude a la recuperación de los ecosistemas.</p>
DATOS DEL PROYECTO	UBICACIÓN	<p>Viveros permanentes: predios cercanos a la Qda. Juan García y el puente de La Angelina para el vivero de Bosque Seco Tropical y predios cercanos a La Cascarela - Toledo o finca La Rodas en el municipio de Ituango para el vivero en Bosque Húmedo Tropical.</p> <p>Viveros temporales o satélite: predios ubicados hacia las partes medias del embalse y que eviten totalmente el taponamiento por el buchón sobre el embalse. Pueden ubicarse cercanos a zonas turísticas propuestas para el corregimiento de Mogotes y para la zona de desembocadura de la Qda. Bocas de Niquia. Con esto se busca que estos viveros incluyan a turistas o visitantes que quieran hacerse partícipes de los procesos de restauración que se adelanten en las zonas.</p>
	COSTO APROX.	<p>Instalación y puesta en marcha de los dos viveros temporales o satélites propuestos: 120.000.000 millones de pesos.</p> <p>Instalación y puesta en marcha de los dos viveros permanentes propuestos: 700.000.000 millones de pesos.</p>

	DURACIÓN APROX.	12 años asociados al POE y 20 años asociados al Plan estratégico de restauración ecológica que se ejecutará para el PHI.
	BENEFICIARIOS	Comunidades locales, los ecosistemas y la sociedad en general.

ENTIDADES RESPONSABLES	EPM - PHI
APORTES DE LA COMUNIDAD	Conocimientos locales, mano de obra, administración de dichos viveros y garantía de la producción del material vegetal.
METAS FÍSICAS (VERIFICABLES)	<p>Construcción y puesta en funcionamiento de dos viveros permanentes y mínimo dos viveros satélites o temporales.</p> <p>Producción de al menos 200.000 mil plántulas por año para suplir la demanda de material vegetal para las acciones de restauración ecológica.</p>

<b>OBSERVACIONES</b>
<p>En general, las metas anuales una vez se intensifiquen las acciones de restauración ecológica serán de 200.000 plántulas o un poco más. Esto implica que se deberán garantizar tanto la recolección de semillas como la producción en vivero sincrónicamente con el objetivo de garantizar la ejecución de las acciones de restauración en campo.</p> <p>Las comunidades locales podrán ser quienes administren estos viveros y se recomienda para este propósito incluir programas de capacitación y acompañamiento técnico a las comunidades por parte de entidades con conocimientos validados.</p>

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

**Tabla 97. Perfil de proyecto plan de restauración**

<b>FICHA DE PROYECTOS</b>	
PROGRAMA	Compensación ecológica a través de la restauración
NOMBRE DE PROYECTO	Elaboración del Plan Restauración ecológica para el área de influencia del PHI.
OBJETIVO	Restaurar en el largo plazo las coberturas vegetales transformadas por el uso intensivo de la tierra o por el aprovechamiento de sus bosques. Para este propósito se seguirán las directrices y resultados encontrados en el documento de actualización del POE, precisamente lo expuesto en el componente de restauración ecológica.

DESCRIPCIÓN	ANTECEDENTES	<p>La Licencia Ambiental otorgada por el Ministerio de Ambiente para la construcción y operación del PHI, estableció que EPM, por afectación de la cobertura vegetal en 5.391 ha, debe realizar actividades para la compensación en 16.910,75 ha, de las que 3.966,12 ha están en la formación bosque húmedo tropical; 3,5 ha en robleal y 12.941,70 ha en bosque seco tropical.</p> <p>No solo en Colombia, también a nivel mundial, el Bosque Seco Tropical es el ecosistema más amenazado y con mayor urgencia para establecer programas y direccionar recursos que garanticen su reconstrucción, recuperación y conservación. El PHI se considera una oportunidad inmensamente valiosa para aportar a este gran propósito ya que esta obligación de cumplimiento permitirá no solo conocer con más detalle el ecosistema sino, aprender al máximo sobre su resiliencia y respuesta a las perturbaciones, información fundamental para establecer lineamientos, objetivos, estrategias y programas de restauración exitosos.</p>
	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	<p>Derivado del análisis de las coberturas de la tierra para el año 2019, elaboradas a partir de la interpretación de ortofotografías detalladas, se puede indicar que existen aproximadamente al interior del área de influencia del POE cerca de 12.335 hectáreas bajo coberturas de pastos y herbazales. Este hallazgo determina el escenario y la magnitud de las necesidades potenciales en términos de restauración ecológica presentes en el territorio. Para lo cual, se deberán ejecutar las estrategias de restauración ecológica.</p>
	JUSTIFICACIÓN	<p>Todas las actividades de restauración ecológica que se puedan adelantar para la recuperación del ecosistema están establecidas como una estrategia propuesta por el PMA asociado a la Licencia Ambiental otorgada por el Ministerio de Ambiente para la construcción y operación del PHI, en la cual se establece que EPM, por afectación de la cobertura vegetal en 5.391 ha, debe realizar actividades para la compensación en 16.910,75 ha, de las que 3.966,12 ha están en la formación bosque húmedo tropical; 3,5 ha en robleal y 12.941,70 ha en bosque seco tropical. Diseñar un plan de restauración que determine la hoja de ruta de las acciones necesarias para la recuperación y restablecimiento de las coberturas de los ecosistemas es una medida prioritaria para adelantar cualquier acción de restauración.</p>
	ACTIVIDADES POR REALIZAR	<p>-Elaborar un plan de restauración ecológica que plantee a escala detallada las acciones de restauración más efectivas, los objetivos de corto, mediano y largo</p>

		plazo, los presupuestos y costos asociados a la implementación de las estrategias y la hoja de ruta de cómo, cuándo y dónde específicamente hacerlo.
DATOS DEL PROYECTO	UBICACIÓN	Área de influencia del PHI, áreas de compensación previamente definidas por el PMA.
	COSTO APROX.	-Plan de restauración ecológica: 1.000.000 millones de pesos, con un escenario de ejecución mínimo a 20 años.
	DURACIÓN APROX.	12 años asociados al POE y 20 años asociados al Plan estratégico de restauración ecológica que se ejecutará para el PHI.
	BENEFICIARIOS	Comunidades locales

ENTIDADES RESPONSABLES	EPM – PHI
APORTES DE LA COMUNIDAD	Mano de obra, conocimientos etnobotánicos e históricos de la dinámica del territorio.
METAS FÍSICAS (VERIFICABLES)	Documento de ruta: Plan de restauración ecológica para el área de influencia del PHI.

<b>OBSERVACIONES</b>
<p>En primera medida, los insumos propuestos sobre restauración ecológica en el documento de actualización del POE reflejan las condiciones relevantes prioritarias que deberán considerarse inicialmente para la construcción del Plan de Restauración que se desee abordar para el área de influencia del PHI.</p> <p>Este ejercicio expone argumentos espaciales que interpretan ampliamente el relieve y las implicaciones que este representa para la supervivencia de las estrategias que se pretendan establecer. También analiza el comportamiento natural de las especies y determina las condiciones idóneas para su crecimiento en términos climáticos, de relieve y edáficos, al interior de zonas consideradas como prioritarias para el establecimiento núcleos de restauración.</p> <p>Por lo tanto, el insumo presentado se considera como la línea base que deberá utilizarse para la construcción del Plan de Restauración. El cual considerará que, de acuerdo con los resultados encontrados en este estudio “durante el tiempo de análisis de cambios de las coberturas (2012-2018)”, estas han presentado cambios positivos en gran parte del territorio que demuestran que para ciertas zonas el proceso de sucesión está avanzando y por el contrario expone que la zona crítica para atender en términos de restauración ecológica se concentra al interior de los predios de compensación del bosque seco tropical.</p>

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

**Tabla 98. Perfil de proyecto brigadas de vigilancia, prevención y control de incendios**

<b>FICHA DE PROYECTOS</b>
---------------------------



PROGRAMA		Control y vigilancia	
NOMBRE DE PROYECTO		Implementación de brigadas de vigilancia, prevención y control de incendios.	
OBJETIVO		Garantizar la estabilidad del territorio y atender las emergencias que puedan presentarse en el área de influencia relacionadas con tránsito de ganado, caballos, etc., ocurrencia de quemas, debilitamiento de cercos, entre otros.	
DESCRIPCIÓN	ANTECEDENTES	La Licencia Ambiental otorgada por el Ministerio de Ambiente para la construcción y operación del PHI, estableció que EPM, por afectación de la cobertura vegetal en 5.391 ha, debe realizar actividades para la compensación en 16.910,75 ha, de las que 3.966,12 ha están en la formación bosque húmedo tropical; 3,5 ha en robleal y 12.941,70 ha en bosque seco tropical.	
	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	Las acciones de restauración que se adelanten en el territorio requieren de una estabilidad constante en el mismo y a su vez, de un cambio drástico en el uso de la tierra. Aunque estos son los escenarios deseados derivados de la compra de predios por parte de EPM, es evidente que estos no sucederán de manera estricta en el corto plazo. Por tanto, es necesaria la presencia de grupos de guardabosques en el territorio que velen por la estabilidad y a su vez por la atención de los agentes perturbadores que puedan presentarse.	
	JUSTIFICACIÓN	Históricamente sobre el área de influencia la frecuencia en la ocurrencia de incendios ha sido alta, el uso de la tierra ha estado destinado a las actividades de ganadería extensiva, agricultura y minería. Usos que han modificado el paisaje y que, a pesar del abandono de estos por la compra de predios por parte de EPM, este proceso no sucederá de manera fulminante, por el contrario, sucederá de manera paulatina y por tanto se requieren brigadas permanentes que vigilen y atiendan las necesidades que se presenten en el territorio.	
	ACTIVIDADES POR REALIZAR	-Conformación a través de la JAC de las brigadas de guardabosques. -Atender las necesidades que se presenten en el territorio. -Vigilar permanente el territorio en pro de la conservación del territorio. -Capacitar permanentemente el personal vinculado.	
	DATOS DEL PROYECTO	UBICACIÓN	Área de influencia del PHI.
		COSTO APROX.	\$500.000.000 para mantener una brigada 30 guardabosques activa durante el año en el PHI.
DURACIÓN APROX.		12 años asociados al POE y 20 años asociados al Plan estratégico de restauración ecológica que se ejecutará para el PHI.	
BENEFICIARIOS		Comunidades locales.	

ENTIDADES RESPONSABLES	EPM – PHI.
APORTES DE LA COMUNIDAD	Conocimientos del territorio.
METAS FÍSICAS (VERIFICABLES)	30 guardabosques activos durante el año para atender la vigilancia del territorio.

OBSERVACIONES
El programa de guardabosques deberá mantenerse permanentemente durante el horizonte en tiempo en el cual se ejecuten actividades en el territorio y no se hayan estabilizado las dinámicas sociales y territoriales en el área de influencia del PHI.

Fuente: Elaboración propia Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

## 6.7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El resultado principal de este estudio se enfoca en la zonificación del territorio en el área definida para el POE con el fin de planear las estrategias de restauración ecológica más idóneas según las características de cada entorno priorizado. Como se planteó en el desarrollo del documento, la zonificación para la restauración ecológica se basó, en primer lugar, en un diagnóstico de las cualidades medio ambientales del área de interés, haciendo una aproximación a las características biológicas, climáticas, edafológicas y de relieve; que definirán y condicionarán las acciones puntuales para implementar al interior de las áreas prioritarias para restauración ecológica. De los resultados obtenidos en referencia al diagnóstico, se resalta la baja calidad ecológica y funcional encontrada al interior de las coberturas de pastos, herbazales y arbustales, en efecto, estas coberturas son prioritarias para la implementación de acciones significativas restauración conservando los parámetros para su implementación derivados del análisis de la pendiente.

En segunda medida el análisis del paisaje aporta un importante enfoque para el desarrollo de la zonificación de las actividades de restauración, pues incluye una aproximación a la categorización de las coberturas terrestres presentes en el área del POE, un análisis de la conectividad de los hábitats o parches de vegetación desarrollada y un análisis multitemporal basado en el cálculo del NDVI; según los resultados en cada uno de estos componentes se concluye a grandes rasgos que: por lo menos un 50% del área delimitada por el POE se encuentra ocupada por coberturas terrestres prioritarias para la implementación de acciones de restauración y el 37% lo ocupan coberturas en un avanzado estado de desarrollo vegetal; en términos de conectividad ecológica, existe en general una profunda desconexión entre los fragmentos de bosque presentes en el área de estudio, esta condición es más visible en la zona sur de área del POE y mejora conforme se avanza hacia la zona norte. Por último, el análisis multitemporal evidenció una mejora en términos de densidad y vigorosidad de la vegetación entre los años 2012 y 2018, lo que se interpreta como un resultado positivo producto de la regeneración natural de los ecosistemas en el área de interés, mayores tasas de recuperación al interior de las coberturas ubicadas en el

extremo norte. Estas acciones pueden darse en ciertos sitios siempre y cuando se controlen e interrumpan los agentes de degradación de la vegetación.

Finalmente, la zonificación por condición y calidad de sitios para la implementación de las actividades y estrategias de restauración se plantean en términos de la categorización de las pendientes, la supervivencia de las especies plantadas y la capacidad para establecer núcleos con especies nativas. A partir de allí se concluye que por lo menos el 64% de las áreas prioritarias para la restauración se encuentran bajo ambientes dominados por fuertes pendientes, esta condición supone un reto para el diseño de las acciones de restauración y su implementación en el territorio.

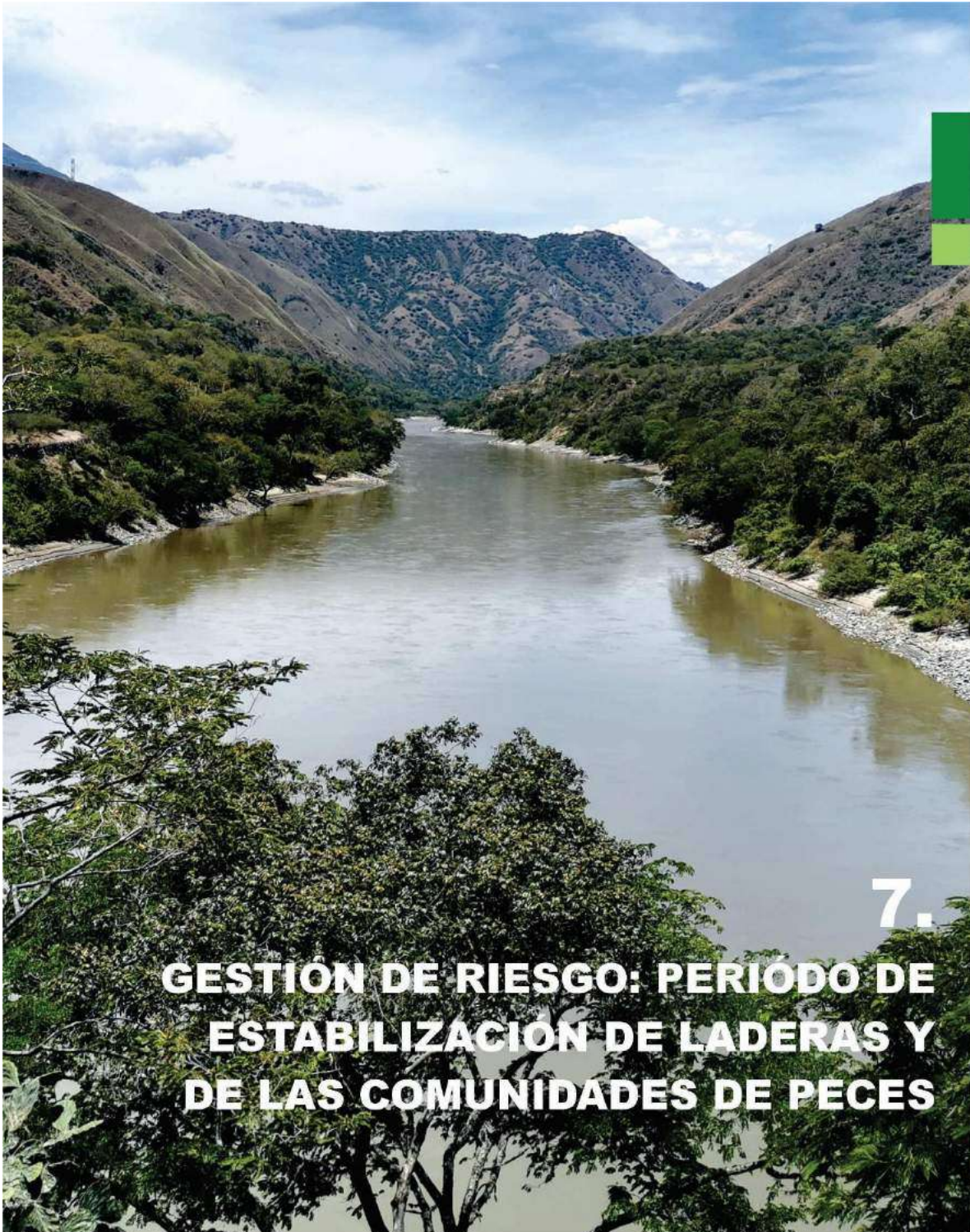
Por otro lado, a partir de la zonificación de la condición de sitio asociada a la supervivencia y establecimiento de especies se deducen las áreas que bajo una combinación de las condiciones medioambientales se pueden categorizar como favorables o desfavorables para la supervivencia, crecimiento y el establecimiento de especies. Además, la combinación de los modelos propuestos determina tanto la condición del sitio para implementar acciones de restauración, como la capacidad de acogida para la plantación de núcleos con especies propias de los ecosistemas, evidenciando la hoja de ruta para definir la estructura, la planificación y posterior ejecución de acciones detalladas de restauración al interior de los distintos ambientes y relieves presentes en el área del POE.

Este estudio demuestra que es posible emplear distintas herramientas y fuentes de información como unidad para la estructuración de un plan acciones de restauración detallado, por ende, se considera un insumo prioritario para la planeación, ejecución y puesta en marcha de los lineamientos y proyectos que puedan derivarse de la elaboración del Plan de Restauración Ecológica definido como programa indispensable para el Plan de Ordenación del Embalse - POE.

Un aspecto fundamental de la ejecución y puesta en marcha de las acciones de restauración que se puedan detallar en el Plan de Restauración y que en este estudio se exponen como programas de trabajo, es el establecimiento de un modelo riguroso para la producción del material vegetal en vivero, desde la consecución del material vegetal (semillas, plántulas, estacas, etc.), hasta la rustificación y entrega previa a la plantación; el desarrollo adecuado de este componente puede representar un éxito de hasta el 50 % en términos de supervivencia de las especies que se pretendan implementar al interior de las áreas priorizadas.

La participación de las comunidades es transversal a todos los programas planteados por este estudio. Conocimientos clave que van desde la identificación de las fuentes de material vegetal, la consecución de las semillas, procesamiento y entrega correcta al vivero, la producción de plántulas hasta la capacidad física de adaptación para trabajar bajo las condiciones imperantes de la zona, son fundamentales para alcanzar los objetivos que se plantee el PHI frente a la restauración ecológica del ecosistema más degradado del país, el Bosque Seco Tropical.





**7.**  
**GESTIÓN DE RIESGO: PERIODO DE  
ESTABILIZACIÓN DE LADERAS Y  
DE LAS COMUNIDADES DE PECES**

## 7. GESTIÓN DEL RIESGO: PERÍODO DE ESTABILIZACIÓN DE LADERAS Y DE LAS COMUNIDADES DE PECES

La construcción de un embalse trae consigo notables transformaciones ambientales en el territorio donde se instaura, que van desde la propia inundación de espacios antes emergidos y habitados por flora, fauna y comunidades humanas, hasta cambios menos evidentes al ojo común, que no por ello carecen de impactos sobre las dinámicas naturales. Distintas experiencias de embalses a nivel global han mostrado que aspectos como el paso de un sistema lótico a un sistema léntico, el incremento del nivel freático en los suelos de las laderas circundantes, la interrupción de la conexión fluvial generada con la construcción de la presa, entre otros, propician impactos sobre las condiciones biológicas y físicas tanto en el cuerpo de agua como en su entorno.

Este informe se realiza en el marco de la actualización del Plan de Ordenamiento del Embalse POE, en cuya formulación inicial se había asumido que concretamente para el PHI impactos como los mencionados en el anterior párrafo podían tener repercusiones directas o indirectas sobre el desarrollo de los usos compatibles o complementarios que resultaron al correr el modelo de capacidad de acogida, por lo que se hizo necesario establecer períodos de tiempo posteriores al llenado del embalse, en los que se esperaba que el espacio impactado adquiriera cierta estabilidad frente a las nuevas condiciones.

Esta temporalidad fue denominada período de estabilización, siendo entendida como el período de tiempo mínimo posterior al llenado del embalse, durante el que se espera que las poblaciones ícticas y las laderas aledañas puedan estabilizarse frente a las nuevas condiciones del cuerpo de agua (calidad del agua, sistema léntico) y del terreno (incremento del nivel freático, oscilaciones del nivel de agua, oleaje, posibilidad de ocurrencia de sismicidad inducida), y en el transcurso del cual no podrán desarrollarse usos diferentes a la generación de energía, actividades para la compensación ambiental, pesca artesanal de subsistencia y navegación orientada a la restitución de la conectividad local.

Considerando la importancia de estos períodos de estabilización tanto para garantizar la estabilidad de la población íctica y con ello la continuidad en el tiempo de la pesca artesanal de subsistencia, como para realizar una efectiva gestión del riesgo en términos de la posible generación de movimientos en masa que pudiesen poner en riesgo vidas, bienes, etc., de las poblaciones locales y en general de quienes realicen los usos en cuestión<sup>16</sup>, es fundamental realizar una revisión de los mismos y de ser necesario ajustarlos y actualizarlos de acuerdo a las nuevas condiciones que se han venido presentando en el área de estudio tras la contingencia del año 2018, que entre otros implicó un llenado no programado del embalse. Para ello se recurre a la revisión de información secundaria pertinente producida entre la formulación inicial del POE y la actualidad, además de observaciones directas del

---

<sup>16</sup> Incluso estos movimientos en masa pueden aportar volúmenes de material considerable al mismo embalse, disminuyendo su vida útil.



territorio realizadas en recorridos de campo, determinando la continuidad de un período de estabilización de cuatro años que inicia con la entrada en operación del embalse del PHI.

Durante estos períodos de estabilización, se limita por completo o parcialmente el desarrollo de usos diferentes a la generación de energía y las actividades para la compensación ambiental –a excepción de la pesca artesanal de subsistencia y la navegación local y regional que permite la conectividad de la población local-, a la vez que se recomienda la realización de monitoreos que permitan hacer un seguimiento al comportamiento de la fauna íctica y de las laderas que bordean el embalse. Así, este documento está conformado por dos capítulos, el primero se refiere al período de estabilización de las laderas y el segundo aborda el período de estabilización íctica del embalse, finalizando con una serie de conclusiones y recomendaciones.

### **7.1. EL PERÍODO DE ESTABILIZACIÓN DE LADERAS EN LA ZONA DEL EMBALSE DEL PHI**

El PHI tendrá un embalse alargado y estrecho en donde el cuerpo de agua quedará encerrado entre extensas laderas en las que predominan pendientes altas a escarpadas, las cuales están afectadas por la confluencia de una gran cantidad de fallas geológicas que generan fracturamiento de los cuerpos rocosos; a esto se suma la existencia de diversos depósitos de vertiente, que son evidencia de la ocurrencia de movimientos en masa en el pasado y que muestran una dinámica importante de procesos gravitacionales en el área.

La zonificación de amenazas por movimiento en masa adoptada en el presente estudio considera las zonificaciones de este fenómeno amenazante realizadas por Integral (2018) para los factores detonantes lluvia y sismo y delimitaciones realizadas mediante el software ArcGis y el ortofotomosaico de 2018, a partir de la localización de sitios inestables que en alguna de las cinco campañas batimétricas realizadas por HMV INGENIEROS (2018, 2019 a) b) c) d)) fueron identificados con amenaza alta por movimientos en masa tipo subacuáticos (el análisis de las amenazas por movimiento en masa y avenida torrencial en la zona de estudio se profundiza en el anexo de amenazas naturales).

Sin embargo, considerando que con el inicio del llenado y la futura entrada en operación del embalse algunas condiciones naturales han venido cambiando (aumento del nivel freático, fluctuaciones de agua por embalse/desembalse, oleaje producido por la navegación y posibles eventos de sismicidad inducida), hecho que se ha evidenciado en la ocurrencia de al menos 65 sitios inestables que se detonaron tras la contingencia vivida por el PHI en el año 2018; se hace necesario actualizar el análisis del posible comportamiento de la estabilidad del terreno bajo las futuras condiciones, orientado a la mitigación de posibles riesgos sobre diferentes usos (turismo, pesca y navegación) que se planeen desarrollar al interior del embalse y en su entorno inmediato. Dicha actualización se ve reflejada espacio-temporalmente, desde lo espacial mediante la actualización de zonas o tramos críticos por inestabilidad de laderas; y desde lo temporal a través del ajuste de un período de tiempo mínimo en el que se espera que las laderas puedan estabilizarse bajo las nuevas condiciones, que se denomina “Período de Estabilización de Laderas” y durante

el cual deberán realizarse monitoreos permanentes en los tramos críticos previamente identificados, que den cuenta de la evolución de las laderas frente al proceso de llenado y puesta en operación.

Para acercarnos a una comprensión general de la estabilidad de las laderas que bordean el embalse, es necesario analizar condiciones geológicas y geomorfológicas de los alrededores del espejo de agua en relación a las transformaciones inherentes al proceso de llenado y puesta en operación del embalse, pues aspectos tales como la distribución espacial de la composición litológica y la disposición estructural, son claves respecto a la potencial ocurrencia de fenómenos de remoción en masa; así mismo, la distribución de las áreas con amenaza alta por movimiento en masa y la localización de sitios inestables (monitoreados desde 2018 e identificados mediante análisis espacial del ortofotomosaico de 2018). Adicionalmente, la propuesta del período de estabilización de laderas, requiere al menos de la revisión de experiencias y estudios existentes sobre la detonación de movimientos en masa como producto del llenado y puesta en operación de embalses.

Es importante aclarar que los análisis que a continuación se presentan son de carácter general, están basados en el principio de precaución y establecen un panorama restrictivo, todo en función de incorporar la gestión del riesgo en el análisis del posible desarrollo de usos y actividades diferentes a la generación de energía eléctrica.

A continuación se abordan inicialmente algunas experiencias de inestabilidad de laderas en distintos embalses a nivel mundial, a las que se suman los análisis y conclusiones surgidos de estudios e investigaciones académicas enfocadas en esta temática. Seguidamente se presenta un análisis de la susceptibilidad de las unidades litológicas a la potencial ocurrencia de fenómenos de remoción en masa, respecto a las transformaciones hídricas asociadas al llenado y puesta en operación del embalse, considerando la localización de los sitios inestables que han sido identificados en las laderas del embalse (tema profundizado en el Anexo de amenazas naturales). Posteriormente se plantea un análisis general de la inestabilidad de las laderas en la zona de estudio, que incluye la identificación de tramos críticos por inestabilidad y la propuesta de un período de estabilización de las laderas del embalse, a partir del cual se restringe el inicio de los usos y actividades. Luego se presenta una propuesta de señalización de zonas de inestabilidad en las laderas del embalse y al final de este capítulo se presentan algunas conclusiones y recomendaciones.

## **7.2. ESTABILIZACIÓN DE LADERAS EN LOS EMBALSES: DISCUSIONES Y EXPERIENCIAS**

La estabilización de las laderas que rodean los embalses es un asunto de gran relevancia, pues su inestabilidad además de tener implicaciones en el efectivo desarrollo del uso principal al que están destinados (por ejemplo la posible generación de sedimentos que disminuyen la vida útil del embalse), puede acarrear riesgos significativos para: poblaciones que habitan en los alrededores del espejo de agua incluyendo los asentamientos ubicados aguas abajo, y grupos de personas que usan el embalse en actividades como turismo, navegación, pesca y recreación.

A nivel mundial la construcción de embalses tuvo un apogeo importante en la segunda mitad del siglo XX, represándose ríos en diferentes continentes con destinaciones que van desde la generación de energía eléctrica hasta el abastecimiento de agua para consumo humano o para riegos agrícolas; varias de estas experiencias demostraron que durante el proceso de llenado e incluso pocos años después de la puesta en operación, se presenta desestabilización en determinados tramos de las laderas adyacentes al cuerpo de agua, ocasionándose en algunos casos eventos catastróficos que terminaron con muchas vidas humanas, y que se constituyen en un precedente que conduce a la necesidad de considerar este asunto, como parte de la responsabilidad social de los proyectos que implican represamientos de agua. Algunos de los movimientos en masa ocurridos en laderas adyacentes a embalses han sido recopilados por Suarez (s.f.), y permiten visibilizar riesgos asociados al llenado y primeros años de operación, que se hace necesario mitigar para intentar al máximo evitar tragedias o afectaciones a los usos del suelo que allí se despliegan.

El caso más significativo se localiza en Italia, en el embalse de Vajont ubicado al sureste de los Alpes italianos (100 km al norte de Venecia), en donde se hizo una excavación para la adecuación de una presa con una altura de 265.5 metros y un ancho de 160 metros para almacenar un volumen de 115 millones de m<sup>3</sup>; desde 1960, año en que se inició el llenado del embalse, comenzaron a presentarse agrietamientos y movimientos del terreno que fueron monitoreados y mitigados mediante descensos del nivel del embalse y construcción de galerías de drenaje en la masa del movimiento<sup>17</sup>, no obstante, posteriores procesos de llenado del embalse en 1961, 1962 y 1963 desestabilizaron completamente la ladera, generando un movimiento en masa catastrófico en la ladera izquierda durante octubre de este último año, y ocasionando una ola de gran magnitud que destruyó un poblado ubicado en la ladera derecha y generó un fenómeno de “overtopping”<sup>18</sup> que destruyó cinco poblados localizados aguas abajo de la presa, con un saldo de 2500 personas fallecidas.

---

<sup>17</sup> En octubre de 1960 el llenado alcanzó 170 m, presentándose una grieta de 2 km de longitud y movimientos del talud de 3.5 cm en un día y en noviembre del mismo año con 180 m de profundidad se desencadenó un deslizamiento de 700.000 m<sup>3</sup>, frente a lo cual se decidió descender el nivel del embalse a 135 m, disminuyendo las velocidades de los movimientos de la gran masa desde 8 cm hasta 3 mm por día y luego hasta 1 mm por día; además se construyeron galerías de drenaje en la masa en movimiento. Entre octubre de 1961 y febrero de 1962 se reinicia el llenado del embalse y en noviembre de 1962 el nivel de agua alcanza 235 m, aumentando la velocidad del movimiento de la gran masa a 1.2 cm por día, lo que lleva a bajar el nivel a 185 m, disminuyendo las velocidades del movimiento en diciembre del mismo año y deteniéndose en abril de 1963. Entre abril y mayo de 1963 se reinicia llenado y se sube el nivel a 231 m ocasionándose movimientos de la masa a 0.3 cm por día; en septiembre el nivel de agua llegó a 245 m y la velocidad de los movimientos aumentó a 3.5 cm por día, llevando a que se realizara un nuevo descenso del nivel hasta 235 m, no obstante las velocidades de los movimientos de la gran masa siguieron incrementándose y en octubre del mismo año alcanzaban 20 cm por día, desencadenándose el movimiento en masa catastrófico en el siguiente mes (Suarez, s.f.).

<sup>18</sup> Los “overtopping” son un fenómeno que se presenta cuando el nivel de agua del embalse supera el muro de presa (USBR, 2012); puede presentarse como producto de una ola u olas generadas por corrientes de viento o por movimientos en masa súbitos que afecten el embalse. Como se plantea en páginas posteriores, Integral (2007) evaluó la posibilidad de ocurrencia de un “overtopping” en el embalse del PHI, como producto de una ola ocasionada con la reactivación del deslizamiento del

Las causas del movimiento en masa fueron atribuidas a la combinación de ciertas condiciones geológicas (calizas buzando hacia el embalse, con presencia interna de una capa de arcilla que se constituyó en superficie de falla) con el aumento del nivel freático generado por el embalse, que generó mayores presiones de poro en algunos suelos, actuando como detonante en la desestabilización del talud.

#### Fotografía 65. Movimiento en masa ocurrido en el embalse Tres Gargantas, China



Fuente: Suarez, s.f., p. 35.

Otras experiencias de movimientos en masa se han presentado en el embalse de las Tres Gargantas ubicado en China, que sufrió varios eventos durante su llenado; un movimiento en masa de gran magnitud ocurrió un mes después de que el embalse alcanzara un nivel de agua de 135 metros, generando una ola de 30 metros de altura y ocasionando la muerte de 24 personas (ver Fotografía 65); al igual que en Italia, la ocurrencia de este movimiento está asociada a la combinación de condiciones geológicas (areniscas, limolitas y arcillolitas buzando hacia el embalse, con presencia de “*slickensides*”<sup>19</sup> que se constituyeron en superficie de falla) e incremento del nivel freático, el cual se ha considerado como el factor detonante del evento; otro movimiento en masa corresponde a un antiguo deslizamiento reactivado con el llenado del embalse, en respuesta a la saturación de agua de su “pata” o parte baja. Wang (citado por Suarez, s.f.) estudió la estabilidad de laderas en el embalse de las Tres Gargantas, encontrando que la mayoría de depósitos de vertiente se reactivaron

---

Guásimo, encontrando que la ola que se generaría con el movimiento en masa no superaría el muro de presa.

<sup>19</sup> De acuerdo al Servicio Geológico de los Estados Unidos o USGS por sus siglas en inglés (United States Geological Survey), los slickensides corresponden a “superficies de roca estriadas y pulidas causadas por el movimiento de una masa de roca sobre otra a través de una falla” (traducción propia) Consultado en: <http://earthquake.usgs.gov/learn/glossary/?term=slickensides> el 13 de junio de 2016.

y deslizaron como producto de la saturación de sus “patas”, ocasionada con el aumento del nivel de agua que se dio con el llenado del embalse.

Por otra parte, otro de los movimientos en masa ocurridos en Tres Gargantas fue originado por la combinación de dos factores: el ascenso del nivel de agua asociado al embalse y la ocurrencia de un sismo, constituyéndose este último en el factor detonante (Suarez, s.f., p. 58-59).

Otros movimientos en masa asociados al llenado y puesta en operación de embalses reportados por Suarez (s.f., p. 60-62) se han presentado en: Pontesei (Italia), Grand Coulee Dam (Columbia river, EEUU), Downie Slide (Columbia River, Vancouver, Canadá), San Luis Dam (Monterrey County, California, EEUU) y el Embalse de Pirris (Costa Rica).

En este último país periódicos locales reportaron durante 2016 y 2017, procesos de inestabilidad de laderas asociados al proceso de construcción de un embalse en el río Reventazón, concretamente por extracción de material de las laderas adyacentes al cuerpo de agua; según afirmaba Ronny Monge (2016) -diputado nacional de Costa Rica- en su columna semanal en el diario digital El Mundo CR (también reportado por Morris, 2016; Chacon, 2016), y de acuerdo a las conclusiones de un Dictamen técnico de peritaje sobre el riesgo de deslizamiento del Humedal Láncaster como producto de la construcción del PH Reventazón (Astorga y Mende, 2016), extracciones mineras realizadas por el Instituto Costarricense de Energía ICE sin el debido permiso desestabilizaron laderas del río, las cuales según la Universidad de Costa Rica y evaluaciones técnicas publicadas en la Revista Letras Verdes (Peraldo y otros, 2012) corresponden a zonas con alta amenaza por movimientos en masa, poniendo en riesgo de derrumbe al humedal Laguna Lancaster, área de gran importancia ambiental. Actualmente bancos prestamistas del proyecto hidroeléctrico tales como el Banco Interamericano de Desarrollo –BID-, Banco Europeo de Inversiones –BEI- y el Banco Mundial –BM-, investigan bajo los principios del Ecuador “...posibles omisiones en sus controles internos que habrían llevado a un daño ambiental.” (Lara, 2016, 2017).

Adicional a los movimientos en masa mencionados anteriormente, existen otras experiencias como la del embalse de Yesa en España, donde se produjeron varios movimientos de ladera durante el llenado en 1960, como consecuencia de un descenso del nivel de aguas que alcanzó 30 metros; estudios adicionales se realizaron en una fase de recrecimiento del embalse en la década del 2000, concluyéndose que los procesos de desestabilización de laderas en general se asocian a desembalses rápidos (Lafuente, R. y otros, 2008), aunque para un antiguo deslizamiento en particular otros autores concluyen que “...ante condiciones de saturación de agua (llenado del embalse en el caso de recrecimiento del mismo, o por sucesivos llenados y vaciados durante su explotación), y/o movimientos sísmicos...la estabilidad de la ladera puede verse fuertemente afectada...” (Casas, A. y Rico, M., 2008, p.2).



Así mismo, Pyniol y otros (2013) analizaron a partir de un caso real la influencia del desembalse en la estabilidad de una ladera<sup>20</sup>, análisis que presentaron en el marco del VIII Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables realizado en Palma de Mallorca en junio de 2013. El caso de análisis consiste en un movimiento en masa que se evidenció mediante una grieta continua con una apertura de 0.1 a 0.3 metros, una longitud de 1,2 km y un volumen estimado de  $40 \times 10^6 \text{ m}^3$ ; se estudiaron las causas del movimiento incipiente identificado y el efecto del embalse y sus variaciones de nivel sobre la estabilidad de la ladera, a partir de un reconocimiento geológico y geotécnico, que incluyó realización de sondeos profundos e instalación de inclinómetros y piezómetros cuyas muestras y resultados se analizaron mediante un programa de elementos finitos, modelando la variación del nivel del embalse durante los cuatro años anteriores a la rotura, obteniendo información sobre la respuesta mecánica e hidráulica de los materiales. Los resultados obtenidos a partir del análisis permitieron concluir se presentó una reactivación de un antiguo movimiento en masa, cuya que la causa más probable correspondió al descenso rápido del nivel del embalse, que se presentó desde aproximadamente mediados de 2003 hasta finales de 2005 (pasó de la cota 500 a la 430 aprox.) -después de un periodo largo en que el embalse tuvo un nivel superior a la cota 480-, y que llegó a tener velocidades de 1.2 m/s.

Además de las experiencias de movimientos en masa hasta acá mencionadas, existen estudios técnicos e investigaciones que han abordado las causas por las que se producen o reactivan movimientos en masa al llenarse un embalse. Distintos autores hacen referencia a dos efectos generados con el llenado y la puesta en operación de los embalses, que favorecen la inestabilidad de las laderas adyacentes al cuerpo de agua y por tanto la generación de movimientos en masa: 1) La inmersión de la parte baja de las laderas y 2) La condición de desembalse rápido (Pinyol, 2010; Schuster, 1979 citado por Suarez, s.f.; Fujita, 1977 citado por Suarez, s.f.; Shaojun, Ll. y otros, 2009; Jianui, D. y otros, 2005; Conversatorio informal Geólogo Norberto Parra, marzo de 2016). Concretamente Pinyol (2010) plantea que la inundación de las patas de las laderas y el desembalse rápido, pueden inducir primeras roturas o reactivar movimientos en masa antiguos, que frecuentemente existen en el entorno de los embalses.

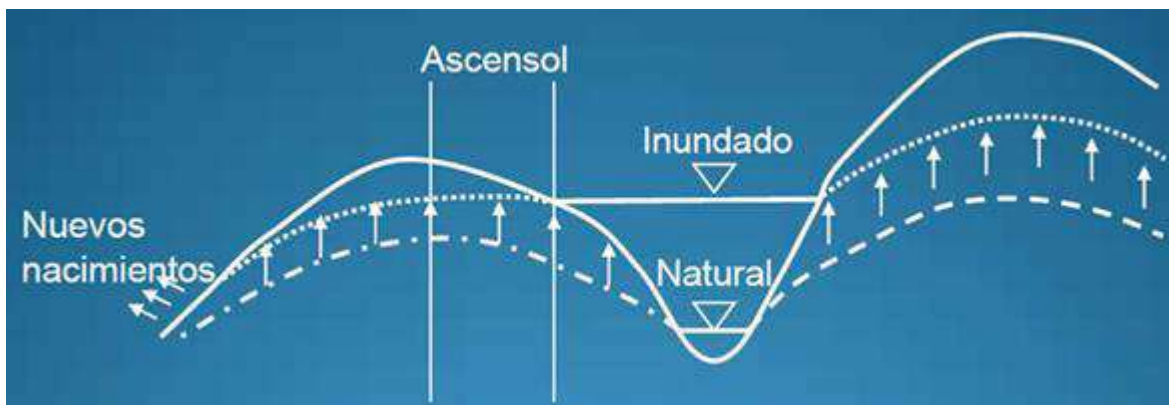
La inmersión de la parte baja de las laderas se presenta por el aumento del nivel de agua que genera el embalse, el cual afecta el perfil de aguas subterráneas incrementando el nivel freático (ver Figura 123); este estado estacionario del agua en los depósitos de vertiente y/o en los cuerpos rocosos genera perfiles hidrostáticos de presión de agua. La inundación progresiva de la pata de la ladera implica un incremento de la presión de poros actuando a lo largo de la superficie de deslizamiento de antiguos movimientos en masa, llevando a una reducción de la presión efectiva y por tanto, disminuyendo la fuerza de fricción. La reducción de la presión efectiva es parcialmente compensada por el aumento total de la presión debido a la carga del peso del agua contra la superficie de la ladera, aunque se estima que el incremento de agua en los poros podría no ser compensado completamente por el aumento de la presión total inducida por la carga de agua en la superficie expuesta, dándose por tanto una reducción de la presión efectiva. Bajo estas condiciones las fuerzas

---

<sup>20</sup> En el artículo revisado no se otorga información sobre la localización geográfica del sitio estudiado.

de resistencia disminuyen (Pinyol, 2010, p. 1-2) y hacen a la ladera más propensa a la ocurrencia de movimientos en masa.

**Figura 123. Incremento del nivel freático que se genera con el llenado de embalses**



Fuente: Suarez (s.f., p. 83).

Así mismo, Schuster (1979 citado por Suarez, s.f.) y Fujita (1977, citado por Suarez, s.f.) exponen que el aumento del nivel de agua por el llenado del embalse genera: ablandamiento del suelo arcilloso debido a la saturación; incremento de la presión de los poros y reducción del esfuerzo cortante que conlleva a una pérdida de la estabilidad de los suelos; sismicidad inducida en las fallas localizadas en proximidades del embalse.

En cuanto a la situación de desembalse rápido, este se presenta cuando las laderas total o parcialmente sumergidas experimentan una reducción del nivel de agua exterior. El desembalse hace que se pierda rápidamente el confinamiento producido por la columna de agua del embalse, mientras el suelo continúa estando saturado y con presiones altas de poros (Schuster, 1979 citado por Suarez, s.f.); esto genera desestabilización de los suelos pudiendo desencadenar movimientos en masa.

Por otra parte, algunos estudios reportan que la mayoría de los movimientos en masa ocurridos en laderas adyacentes a embalses se presentan durante el llenado o en los primeros años de operación. Jianhui, D. y otros (2005) mencionan que de 60 casos recopilados por Riemer, el 85% de los eventos se presentaron durante la construcción y el llenado o en los dos primeros años de operación. Así mismo, Schuster (1979 citado por Suarez, s.f.) expone que la mayoría de los movimientos en masa que analiza (50%) se han activado durante el llenado y algunos (30%) con el desembalse, destacando que la mayoría ocurre durante los primeros tres años después del llenado del embalse.

Un aspecto adicional que se hace importante considerar corresponde a la tendencia que presentan los depósitos de vertiente (antiguos deslizamientos), a reactivarse con el incremento del nivel freático asociado al llenado del embalse y con las fluctuaciones de agua generadas con procesos de embalse/desembalse. De acuerdo con Pinyol (2010, p. 5), "...en deslizamientos antiguos, la superficie de falla pre-existente ha sido sujeta a

desplazamientos relativos acumulados. Por tanto, se espera que la cohesión en la superficie de deslizamiento será insignificante y el ángulo de fricción estará cerca o igual a los valores residuales.”. De igual forma, ICOLD<sup>21</sup> (2002, citado por Suarez, s.f.) afirma que alrededor del 75% de los casos en los que los movimientos en masa son inundados en sus patas, se genera reactivación o aumento de la velocidad del movimiento. Cabe destacar que los depósitos coluviales que presentan materiales gruesos se consideran más críticos en términos de la susceptibilidad a los movimientos en masa (Fujita, 1977 citado por Suarez, s.f.; Conversatorio informal Geólogo Norberto Parra, marzo de 2016).

Suarez (s.f.) también presenta un análisis general de las amenazas por movimiento en masa que preveía se activarían con el llenado y puesta en operación del proyecto Hidrosogamoso, destacando la inestabilidad geotectónica de las laderas que bordearían el cuerpo de agua y la presencia de una serie de depósitos coluviales que podrían desestabilizarse con el incremento del nivel freático, las fluctuaciones del nivel de agua (embalse/desembalse) y fenómenos de sismicidad inducida. Durante recorridos de campo realizados en junio de 2016 y febrero de 2017 al proyecto Hidrosogamoso, se observó que las condiciones de estabilidad geológica asociadas a las laderas del embalse parecen estar relacionadas con la diferenciación de relieve allí existente, así, en la zona en la que el embalse es amplio y con laderas cortas es poco común observar movimientos en masa significativos, presentándose ocasionalmente desgarres de baja magnitud y muy pocos procesos de erosión de orillas.

Por otra parte, en la zona donde el embalse es estrecho y discurre por el valle encañonado del río Sogamoso, la ocurrencia de diferentes tipos de movimientos en masa –en general de baja magnitud- y procesos erosivos es más común, mostrando una frecuencia media a alta; se observan flujos de lodos y/o escombros, desprendimientos, desgarres y algunos aparentes deslizamientos evidenciados básicamente por presencia de escarpes que dan cuenta de movimientos en el talud (ver Fotografía 66 y Fotografía 67). Adicionalmente se observa con frecuencia considerable procesos de erosión laminar y concentrada (surcos y en menor proporción cárcavas) (ver Fotografía 68). De acuerdo con las observaciones de campo estos movimientos en masa son recientes, probablemente asociados al llenado o durante estos primeros años de operación del proyecto hidroeléctrico.

---

<sup>21</sup> Comisión Internacional de Grandes Presas, ICOLD por sus siglas en inglés (*International Commission on Large Dams*); es una ONG Internacional que provee el foro de intercambio de conocimientos sobre Presas.

**Fotografía 66. Desprendimiento en la orilla del embalse Topocoró, en zona de valle encañonado del río Sogamoso. Proyecto Hidrosogamoso.**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2017).

**Fotografía 67. Escarpes en movimiento en masa ubicado en margen derecha del embalse Topocoró. Valle encañonado del río Sogamoso en el embalse Topocoró, Proyecto Hidrosogamoso**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2017).



**Fotografía 68. Erosión concentrada en talud desprovisto de vegetación, embalse Topocoró. Valle encañonado del río Sogamoso en el embalse Topocoró, Proyecto Hidrosogamoso**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2017).

Lo planteado en los anteriores párrafos respecto a la frecuente ocurrencia de fenómenos de remoción en masa durante el llenado y los primeros años de operación, conllevan a la necesidad de analizar de manera general las condiciones geológicas del PHI en relación a las transformaciones generadas con el embalse -máxime si se tiene en cuenta la inestabilidad general que caracteriza la zona por la confluencia de diversas fallas geológicas que se mencionan más adelante-, identificando grosso modo la localización de sitios o tramos con mayor criticidad en términos de inestabilidad, que deberán analizarse con mayor profundidad mediante la realización de monitoreos y en lo posible, estudios de detalle que precisen las condiciones de estabilidad de las laderas que bordean el espejo de agua.

En el siguiente apartado se presenta una descripción general de las unidades litológicas presentes en el PHI, analizando su susceptibilidad a los movimientos en masa bajo las nuevas condiciones hídricas que trae consigo el embalse.

#### 7.1.2 Susceptibilidad a los movimientos en masa tras el llenado y puesta en operación del embalse en el PHI

En torno al futuro embalse afloran principalmente rocas metamórficas -cuyas texturas varían entre néisicas y esquistas-, que están en contacto con cuerpos ígneos de origen volcánico e intrusiones de cuerpos plutónicos, presentándose en menor medida afloramientos de rocas sedimentarias; todos estos cuerpos rocosos están afectados en mayor o menor medida por una gran cantidad de fallas geológicas que los han fracturado y facilitado su meteorización. A su vez, la erosión de todas estas unidades ha originado



depósitos aluviales y una gran cantidad de depósitos de vertiente, que dan cuenta de la importancia de los procesos gravitacionales en el valle encañonado del río Cauca. Teniendo en cuenta que tras la contingencia que se presentó en el proyecto en abril de 2018 se activaron o reactivaron movimientos en masa en tramos de las laderas del embalse, los cuales han estado en permanente monitoreo, y teniendo en cuenta la identificación de otros sitios inestables mediante análisis espacial de un ortofotomosaico de 2018, a continuación se expone un análisis general de su localización respecto a las distintas unidades litológicas existentes en la zona de estudio –considerando su estabilidad general (a excepción de los depósitos de origen aluvial por sus condiciones generales de estabilidad)-, presentándose seguidamente un análisis de posible comportamiento con el proceso de llenado y tras la futura puesta en operación del embalse.

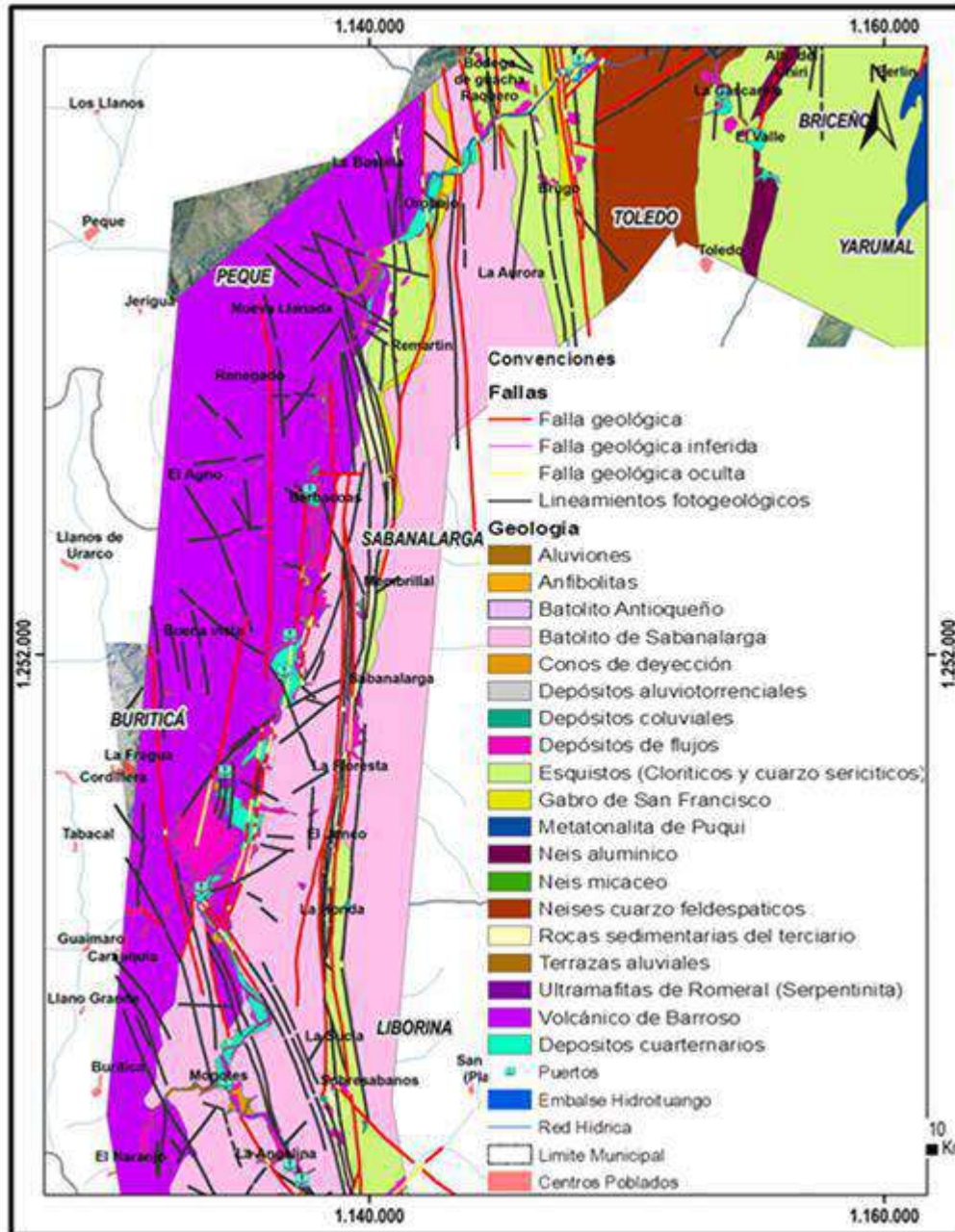
#### 7.1.2.1 Características geológicas vs. Sitios de inestabilidad y erosión tras contingencia de 2018

Para el análisis general que se efectúa en este numeral, las características geológicas presentes en el área de estudio implican tanto los rasgos litológicos como las condiciones estructurales y tectónicas propias de las unidades geológicas, constituyéndose ambas – junto con la geomorfología abrupta predominante- en factores condicionantes de gran importancia en la potencial ocurrencia de movimientos en masa.

Las rocas más antiguas que afloran en torno al embalse corresponden a distintos cuerpos metamórficos de edad Paleozoica que fueron agrupados en el denominado Grupo Valdivia por Restrepo (1986); concretamente las unidades litológicas corresponden a Esquistos (cloríticos y cuarzosericíticos) y Neises cuarzofeldespáticos que afloran en el extremo norte del área de estudio, estando adyacentes al embalse los Esquistos en tramos de Sabanalarga, Ituango, Toledo y gran parte Briceño, y los Neises en extensos tramos de Toledo, Ituango y Briceño, de acuerdo al mapa geológico 1:25.000 que se presenta en el EIA (ver Figura 124).

Es de resaltar que los esquistos presentan menor calidad geotécnica que los neises y por tanto son más susceptibles frente a un posible movimiento en masa, diferenciándose de acuerdo a su composición así: los esquistos cuarzo sericíticos presentan mejores condiciones, seguidas por los cloríticos y en último lugar los grafitosos (Integral, 2007); además, la calidad geotécnica disminuye en algunos sitios como respuesta a la presencia de fallas geológicas. De acuerdo a la clasificación de mapa geológico del EIA, a lo largo del embalse hay esquistos cloríticos y cuarzo sericíticos y según el mapa geológico elaborado por Consultores Unidos (2013) predominan los cuarzo-sericíticos, de esto puede inferirse que en términos composicionales las rocas esquistosas que afloran en la zona de estudio presentan en general una calidad geotécnica intermedia a baja.

Figura 124. Superposición entre unidades litológicas y fallas en el área del futuro embalse del PHI



Fuente: Geodatabase EIA (2007).

La antigüedad de estos cuerpos implica una larga evolución geológica en la que las rocas han sufrido distintas deformaciones asociadas a grandes procesos tectónicos, generando la confluencia de una considerable cantidad de fallas de diversa magnitud; así, la zona de estudio está enmarcada en un área tectónicamente compleja caracterizada por la presencia

del sistema regional de fallas Cauca-Romeral, que la cruza con una dirección general Norte-Sur, presentándose además a nivel local diversas fallas que tienen menores recorridos. Las fallas de mayor importancia corresponden a: Cauca W, Sucre, Sabanalarga, Barbacoas, El Guásimo, Orobajo, Ituango, Santa Rita y Alineamiento Quebrada Juan García. En el mapa que se presenta en la Figura 123 es observable que las fallas se acumulan en ciertas zonas, presentándose densidades de fallamiento medias a altas en los tramos en los que afloran estas unidades litológicas. El fallamiento se traduce en un alto grado de fracturamiento de los cuerpos rocosos, que disminuye su competencia y facilita su meteorización, haciéndolos más susceptibles a la ocurrencia de procesos de remoción en masa.

La superposición entre los sitios inestables identificados en el área de estudio (abordados con mayor profundidad en el Anexo de Amenazas Naturales) y las unidades geológicas delimitadas en el EIA (2007), sumadas la descripción geológica de diferentes sitios inestables realizada por HVM (2019 d) e Integral (2020), muestra que al menos 32 de los 72 sitios inestables identificados están localizados sobre las rocas metamórficas descritas en los párrafos anteriores: 19 sitios sobre gneises (1 de ellos con un depósito coluvial en el nivel superior del afloramiento) y 13 sobre esquistos (1 de ellos con un depósito aluviotorrencial en el nivel superior del afloramiento); en estos estudios se encuentra que tanto los gneises como los esquistos muestran en general un fuerte diaclasamiento que significa alto grado de fracturamiento y que incide en la presencia de meteorizaciones ligeras a moderadas en relación al menor o mayor fracturamiento.

Este grado de fracturamiento está relacionado con la presencia de fallas geológicas por lo que también se consideró importante superponer los sitios críticos con el mapa de densidad de fallamiento (ver Figura 123), observándose que gran parte de estos sitios están localizados sobre densidades de fallamiento medias y altas; en la zona norte del área de estudio se observan dos núcleos con densidades altas a medias en los que se concentran alrededor de 18 sitios inestables de los cuales 12 corresponden a rocas metamórficas. Un núcleo se ubica cerca al muro de presa y allí se concentran 7 sitios cuya geología corresponde a rocas metamórficas; el otro núcleo se localiza aguas arriba de la desembocadura del río San Andrés en la zona donde se encuentran entre otras las desembocaduras de las quebradas Chepo en Toledo (margen derecha) y Sardinas en Ituango (margen izquierda) y en este se concentran 5 sitios sobre rocas metamórficas. Los 20 sitios restantes que presentan esta litología se ubican sobre zonas con densidades medias de fallamiento. Las afectaciones que las fallas tienen sobre estos cuerpos rocosos se evidencian en las descripciones y análisis de HVM (2019 d) e Integral (2020), en las que se plantean grados de meteorización y fracturamiento considerables que inciden como factores condicionantes de la inestabilidad.

En orden de edad continúan cuerpos ígneos tanto extrusivos como intrusivos que son del Cretáceo. Integral (2007) denomina las rocas extrusivas como “Volcánico de Barroso” mientras que Consultores Unidos S.A. adicional a esta unidad incluye las “Rocas verdes”; estos cuerpos rocosos se localizan principalmente en la vertiente izquierda del río Cauca (cordillera occidental), en aproximadamente la mitad norte de Buriticá, todo Peque y la zona sur de Ituango, presentándose además en un tramo considerable de la margen derecha del río Cauca (cordillera central), en jurisdicción de Sabanalarga. Tanto Integral como

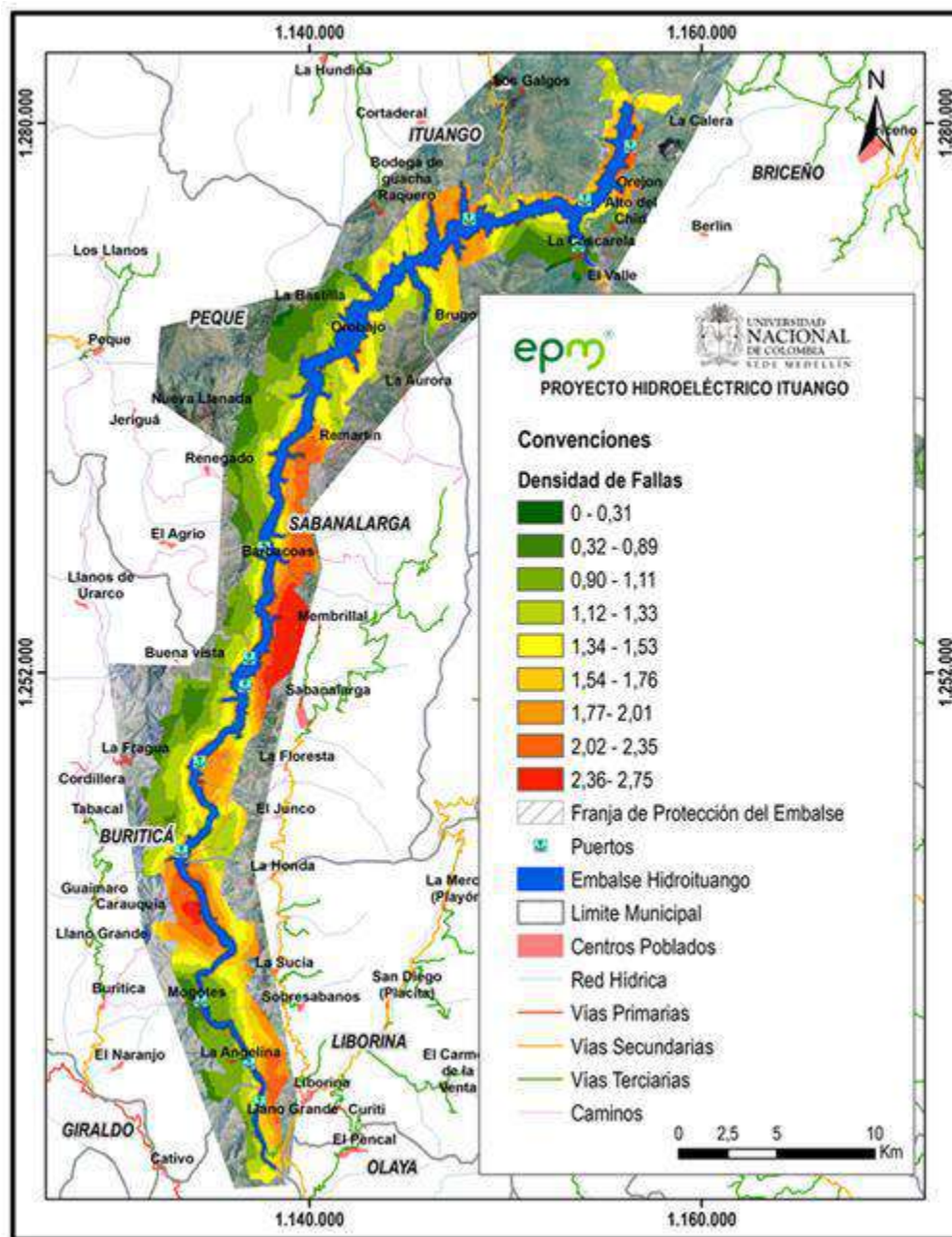
Consultores Unidos, plantean que este tipo de rocas exhibe propiedades geomecánicas variables, presentándose desde sitios con características de alta dureza y resistencia hasta sitios con características de alta fragilidad en zonas de falla, que se manifiestan en un fuerte fracturamiento, menor competencia y por tanto mayor susceptibilidad a la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa. La densidad de fallamiento en esta unidad es en general media a lo largo del área adyacente al río Cauca y al futuro embalse, presentándose altas densidades en algunos núcleos localizados principalmente en Sabanalarga (ver Figura 125).

Sobre este tipo de litología se presenta una considerable cantidad de sitios inestables que alcanzan un total de 31 (tres de estos intercalados con esquistos), los cuales en general presentan densidades de fallamiento medias y en menor medida densidades altas, lo cual se traduce en grados importantes de fracturamiento y meteorizaciones moderadas a fuertes que se evidencian en las descripciones de HMV (2019, d).

En cuanto a las rocas ígneas intrusivas, en el área de estudio afloran “Rocas Máficas Intrusivas” que corresponden a Metagabros (Integral, 2020) y “Batolito de Sabanalarga” que corresponde a dioritas de grano medio (Integral, 2007; Consultores Unidos, 2013). En cuanto a las características geotécnicas del “Batolito de Sabanalarga” Integral (2007) plantea que estas rocas en general exhiben una alta calidad a excepción de los lugares donde cruzan fallas, en los cuales se presenta un fuerte fracturamiento que disminuye la competencia de la roca e incrementa su susceptibilidad a deslizarse. La densidad de fallamiento en esta unidad presenta extensos segmentos calificados bajo categoría “alta”, presentando los restantes categoría “media”. No obstante, actualmente solo se presenta un sitio que presenta rocas del Batolito de Sabanalarga, el cual se localiza en jurisdicción de Buriticá (frente a la desembocadura de la quebrada Rodas en Liborina) y presenta densidades de fallamiento bajas; este sitio fue identificado mediante análisis espacial y recorrido de campo. Así mismo, un sitio inestable está ubicado sobre Metagabros que exhiben meteorización moderada y un grado de fracturamiento entre alto y moderado, con horizontes de saprolito y suelo residual en la zona superior del afloramiento, cuyo espesor es variable aparentemente sin sobrepasar los dos o tres metros.



Figura 125. Grado de fallamiento en el área del futuro embalse del PHI



Fuente: Elaborado a partir de información sobre fallas incluida en la Geodatabase del EIA (2007).



Un cuerpo más joven que los anteriores corresponde a las “Rocas sedimentarias del Terciario” que consiste en capas intercaladas de conglomerados, areniscas, lutitas y carbones; estas rocas presentan alta calidad geotécnica (Integral, 2007) reflejada en su estabilidad general frente a la potencial ocurrencia de movimientos en masa. Esto significa que los pequeños tramos en los que se presenta estas rocas son los menos susceptibles a este tipo de fenómeno natural, de manera que el análisis que se presenta en el siguiente apartado en torno a la inestabilidad generada con el llenado del embalse y su puesta en operación, se enfoca en los cuerpos ígneos y metamórficos y los depósitos de vertiente. Sobre este tipo de litología no se presentan sitios inestables identificados.

#### **Fotografía 69. Terraza aluvial margen izquierda embalse, municipio de Peque**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Finalmente, la litología más reciente corresponde a los depósitos no consolidados de edad Cuaternaria, los cuales incluyen depósitos de flujos, depósitos de coluvión, aluviones recientes, depósitos aluviotorrenciales y terrazas aluviales, tal como se evidencia en la Fotografía 69. La superposición con los sitios inestables considerados en este proyecto permite inferir que 4 sitios se localizan sobre depósitos coluviales (uno de éstos, acompañado de roca totalmente meteorizada sin identificar) y otros 4 sitios están sobre terrazas aluviales, presentándose la inestabilidad concretamente en el escarpe de las mismas.

De acuerdo con lo planteado hasta acá, puede afirmarse que la mayoría de los sitios inestables se presentan sobre rocas metamórficas (gneises y esquistos) e ígneas extrusivas (basaltos), sobre las que se infiere una influencia importante de las fallas regionales y locales que las cruzan, que se evidencian en densidades medias a altas de fallamiento y que se traducen en altos grados de fracturamiento. No obstante, es preciso considerar que

el área de estudio está en proceso de transformación de sus condiciones hídricas, de manera que el llenado completo del embalse (cota 420 m.s.n.m.), el oleaje y las fluctuaciones asociadas a la entrada en operación del PHI, pueden activar y reactivar sitios inestables en otras litologías, por ejemplo, el Batolito de Sabanalarga en tanto allí se presentan las mayores densidades de fallamiento observadas en la zona de estudio.

### **7.2.1. Análisis de la estabilidad de laderas con el proceso de llenado y tras la futura puesta en operación del embalse**

Las condiciones de inestabilidad en las unidades litológicas consolidadas, asociadas a la disposición estructural de las rocas por el alto grado de fracturamiento en las zonas de falla, las altas pendientes, la infiltración de aguas de escorrentía en temporadas de lluvia, entre otros, se han puesto de manifiesto con la considerable cantidad de depósitos de vertiente que distintos estudios han identificado en las laderas; estas condiciones de inestabilidad tienden a agudizarse con las transformaciones en las condiciones hídricas asociadas al proceso de llenado del embalse y su puesta en operación, las cuales pueden resumirse básicamente en incremento del nivel freático, fluctuaciones del nivel de agua por embalse/deseembalse, oleaje producido por condiciones climáticas (corrientes de aire) y por la navegación (que supere las velocidades propuestas en el Modelo de Capacidad de Acogida desarrollado por la Universidad Nacional de Colombia, 2016 ) y fenómenos de sismicidad inducida, los cuales se constituyen en nuevos factores que pueden detonar nuevos movimientos o reactivar otros ya existentes.

Esto ha quedado evidenciado en el lapso de tiempo transcurrido entre la contingencia del año 2018 y el presente, temporalidad en la que se han alcanzado a presentar al menos 65 movimientos en masa de distinta magnitud, que aunque hasta el momento no han ocasionado afectaciones importantes –a excepción de los sitios 1 y 2 que estuvieron asociados a la contingencia de 2018-, dan cuenta de la incidencia que puede tener el emplazamiento del embalse –sin contar aún con operación- en las condiciones de estabilidad de las laderas que lo circundan.

El incremento del nivel freático aumenta las condiciones de humedad de los suelos, que es una de las características más críticas en términos de estabilidad, que fue destacada por Consultores Unidos S.A. (2013) como uno de los factores detonantes más recurrentes en el análisis de los sitios inestables<sup>22</sup> y que también es mencionada recurrentemente por H MV (2019 d) como uno de los factores incidentes en la ocurrencia de los movimientos en masa asociados a los sitios críticos monitoreados por ellos. En el caso de las rocas metamórficas e ígneas, este cambio implica infiltración de agua por las superficies de debilidad o discontinuidades (foliación, fracturación, diaclasamiento), ocasionando lubricación de las

---

<sup>22</sup> Teniendo en cuenta que varios de los sitios inestables analizados se localizan bastantes metros por encima del nivel de agua del embalse, Consultores Unidos S.A. generalmente se refiere a un posible incremento de la humedad de los suelos generado con la infiltración de aguas lluvias, que podría esperarse en épocas con Fenómenos de La Niña.

superficies entre capas de roca y por tanto favoreciendo la ocurrencia de deslizamiento entre estas. Adicionalmente, tanto en las rocas ígneas y metamórficas como en los depósitos de vertiente, el aumento del nivel de agua genera un flujo subsuperficial hacia el interior de la ladera, lo que implica un aumento del peso de la masa de suelo y altera su estructura por aumento de la presión de poros y disminución de la presión efectiva, afectando la estabilidad del cuerpo en general.

**Fotografía 70. Flujo de derrubios en margen izquierda del embalse, en jurisdicción de Peque**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

En este sentido y considerando las condiciones geológicas expuestas en el anterior numeral, es evidente como varias zonas con cuñas de rocas metamórficas e ígneas (extrusivas) fracturadas y ligera a fuertemente meteorizadas, se han desestabilizado con el incremento del nivel freático generado con el llenado del embalse, sumado las altas pendientes y la infiltración de aguas de escorrentía en temporadas de lluvia; además, a medida que se continúe incrementando el nivel de agua hasta la cota 420 m.s.n.m., otras cuñas de rocas aún estables pueden tender a colapsar, generando sobre áreas adyacentes al embalse nuevos movimientos en masa de magnitud variable. Así mismo, el anterior numeral deja claro que al menos 4 sitios con depósitos coluviales han presentado inestabilidad, la cual ha estado asociada en mayor o menor medida al llenado del embalse y la consecuente saturación de agua, que genera presiones hidráulicas y disminuye la cohesión de los materiales. Al igual que en el caso de las cuñas de roca, otros depósitos de vertiente presentes en las laderas del embalse pueden desestabilizarse a medida que se aumente el nivel hasta la cota 420 m.s.n.m., con la consecuente inundación de sus patas y aumento del nivel freático.

Aunque de acuerdo con las condiciones de operación del proyecto, el embalse del PHI no estará sujeto a oscilaciones significativas en sus niveles de agua que propicien la desestabilización de las laderas, las fluctuaciones en el nivel del embalse entre las cotas 390 y 420 msnm y en particular, un desembalse rápido, podrían generar dos efectos. Por una parte, la entrada y salida de agua en los cuerpos rocosos fracturados por fallamiento y en los depósitos de vertiente, genera presiones que varían en relación con uno u otro estado de humedad, afectando su estructura y disminuyendo sus condiciones de estabilidad; con un desembalse, los materiales previamente inundados pierden el confinamiento asociado a la columna de agua, mientras el suelo continúa sufriendo altas presiones de poros y gran peso por la saturación del agua. Por otra parte, la fluctuación de agua al igual que el oleaje producido por corrientes de viento o por actividades como la navegación (con velocidades que superen los valores permitidos de acuerdo al Modelo de Capacidad de Acogida desarrollado por la Universidad Nacional de Colombia, 2016), pueden generar socavación de la parte baja de la ladera adyacente al espejo de agua, ocasionando pérdida de su soporte inferior y por tanto desestabilizando áreas previamente frágiles por efecto de las fracturas originadas con el fallamiento, pudiendo desencadenar movimientos en masa; este último efecto probablemente tiene mayor incidencia en depósitos no consolidados, en tanto estos presentan mayor susceptibilidad a la erosión y sufren mayor afectación por los procesos de infiltración de agua, agravándose en los depósitos que presenten materiales grueso granulares, dado que el peso de la masa es mayor y las fluctuaciones de nivel y/o el oleaje, pueden erosionar los materiales finos dejando sin soporte los bloques de roca.

En cuanto a la sismicidad, Integral (2007) encontró una amenaza sísmica alta que está asociada a una alta complejidad tectónica, evidenciada a través de la confluencia de diversos sistemas de fallas de importancia regional que controlan la actividad sísmica en la zona; la ocurrencia de un sismo puede ser un factor detonante de movimientos en masa en sitios rocosos con alto grado de fracturación, cuya magnitud dependerá de la profundidad e intensidad del sismo y de su cercanía a zonas de falla. Acá es preciso destacar que la zonificación de amenazas por movimiento en masa que se acoge en el presente informe, parte de la unificación de las zonificaciones de este fenómeno amenazante elaboradas por Integral (2018) para factores detonantes lluvia ( $T_r = 50$  años) y sismo ( $T_r = 1.000$  años) y se consolida con la unión de polígonos correspondientes a sitios críticos con amenaza alta y media por este fenómeno (para mayor profundidad revisar el Anexo de Amenazas Naturales); lo anterior significa que la zonificación de amenazas ya recoge la influencia de la actividad sísmica sobre la estabilidad de las laderas, para un período de retorno lo suficientemente amplio.

Pero más allá de la sismicidad general en la zona de estudio, es necesario considerar la potencial ocurrencia de fenómenos de sismicidad inducida, los cuales consisten en la ocurrencia de sismos de magnitudes medias a bajas, que se desarrollan durante el proceso de llenado del embalse y/o hasta algunos años después, en respuesta al incremento de la carga por el peso del agua, el aumento de la presión de poros en las fallas y la lubricación de las superficies de contacto. Simpson et al. (1988, citados por Herraiz, M. y Lindo, R., 1996) diferencian dos tipos de sismicidad inducida: de respuesta rápida en la cual la sismicidad comienza poco tiempo después del primer llenado del embalse, es de baja magnitud, se ubica cerca al embalse y es muy superficial (hasta 10 Km); y sismicidad de



respuesta demorada, en la cual la sismicidad ocurre tras varios ciclos de llenado, es de mayor magnitud, es más profunda (pudiendo alcanzar hasta 30 Km) y su epicentro no necesariamente se localiza en cercanías del embalse. Herraiz, M. y Lindo, R. (1996) mencionan algunos embalses donde se ha presentado sismicidad de repuesta rápida: Monticello (Carolina del Sur) y Kariba (Zambia) y embalses donde ha ocurrido sismicidad de respuesta demorada: presa de Koyna (India), Oroville (California) y Aswan (Egipto).

La sismicidad inducida tiene más posibilidades de ocurrir en áreas que presenten fallas activas, pues “Si una falla activa que se encuentra en el proceso de acumulación de energía es inundada, los cambios en las condiciones de esfuerzos por el llenado del embalse la pueden llevar a liberar la energía acumulada hasta el momento, generando un evento sísmico de magnitud menor o igual al que hubiera resultados más tarde en estado natural.” (Integral, 2007, p. 3.38)

En la zona de estudio existe una gran incertidumbre acerca del grado de actividad de las fallas allí identificadas, aunque Integral (2007) a partir de ejercicios de fotointerpretación detallada y al conocimiento de la zona adquirido durante distintos proyectos, concluye la existencia de áreas en las que probablemente pueda hallarse rasgos de actividad neotectónica, como lo son la falla de Sabanalarga y la falla que controla el cauce de la quebrada Sardinas. Además, teniendo en cuenta la profundidad del embalse del PHI, los volúmenes de agua implicados, los indicios de actividad de algunas fallas geológicas (algunas de las cuales quedarán cubiertas por agua), y la geología, el mismo autor considera que la probabilidad de ocurrencia de fenómenos de sismicidad inducida es media a alta.

Así, aunque se requiere estudios detallados sobre la actividad neotectónica en la zona, el EIA (2007) indica la posibilidad de ocurrencia de sismos durante el llenado del embalse – aunque hasta ahora no se han presentado- e incluso años después, los cuales pueden constituirse en factor detonante de movimientos en masa de magnitud variable, principalmente en sitios de las laderas previamente inestables en relación al afloramiento de cuerpos rocosos con baja calidad geotécnica (altamente fracturados) o presencia de depósitos coluviales, y simultánea o previamente afectados por el aumento del nivel freático, las fluctuaciones del nivel del embalse y el oleaje generado por corrientes de viento y/o actividades de navegación.

Los movimientos en masa que pudiesen desencadenarse con los cambios en las condiciones hídricas generados con el llenado y puesta en operación del embalse podrían generar olas –y concretamente overtopping- al introducirse la masa en el cuerpo de agua, lo cual está básicamente asociado con dos aspectos: magnitud y principalmente velocidad del movimiento (mayor velocidad implica mayor riesgo). Es importante mencionar que en los sitios inestables evaluados por Consultores Unidos S.A., se encontró que las velocidades de los movimientos en masa analizados son generalmente lentas o muy lentas, lo que disminuye la probabilidad de que se generen olas como consecuencia de una aceleración e invasión del embalse por parte de la masa de suelo y/o rocas provenientes de los sitios identificados; así mismo, los posteriores monitoreos realizados por HMV (2016-2017; HMV, 2019) no han identificado evidencias de inestabilidad significativa en estos



sitios, que por lo menos para las temporadas de análisis pudiesen representar amenazas y riesgos por generación de olas al interior del embalse.

Sin embargo, es preciso destacar que en las cinco campañas de monitoreo realizadas por HMV (2018; 2019 a) b) c) y d)) sobre los sitios inestables que se detonaron después de la contingencia de 2018, se identificaron diferentes sitios que en alguna(s) de las observaciones han mostrado cambios importantes en la morfología general de la ladera y que por tanto presentan amenaza alta en cuanto a la posible generación de movimientos en masa de tipo subacuático, los cuales causarían olas de diferentes alturas que podrían poner en riesgo los usos y actividades a desarrollar en el embalse (navegación, pesca, turismo). En este sentido es prudente continuar realizando monitoreos batimétricos en los sitios inestables y monitoreos generales en las zonas con depósitos de vertiente y cuerpos de roca fuertemente fracturados que bordean el embalse, principalmente de los tramos que en el siguiente apartado se caracterizan por su mayor criticidad; esto con el fin de predecir los posibles fenómenos de inestabilidad de laderas que podrían presentarse y frente a ello proponer medidas de mitigación técnicamente apropiadas.

Además, cabe destacar que Woodward-Clyde Consultants (citado por Integral en el EIA del PHI, 2007) plantea que en el antiguo deslizamiento del Guásimo es muy probable la ocurrencia de un gran deslizamiento (1.2 km<sup>3</sup>), que ocasionaría un taponamiento del río Cauca y de presentarse súbitamente (lo que implica alta velocidad), generaría una ola a lo largo del cauce del río Cauca hasta llegar al lugar donde se ubica la presa; frente a esta hipótesis, Integral (2007) en el EIA concluye que ante esta eventualidad, la ola tendría una altura 10 metros por debajo de la cresta de la presa, sin rebasarla, de manera que los daños provocados se localizarían a lo largo del cañón pero no sobre la estructura de la presa (Consultores Unidos S.A., 2013).

Así, aunque ni Consultores Unidos S.A. (2013) ni HMV (2016-2017; 2019) en sus monitoreos sobre este sitio inestable no encontraron indicios de actividad actual del movimiento, las anteriores hipótesis dejan mayor apertura a la posibilidad de reactivación del deslizamiento del Guásimo y la generación de una ola que afectaría los diferentes usos del suelo que se desarrollen sobre el embalse y las áreas de las laderas aledañas al mismo, máxime si se consideran las afectaciones sobre los suelos que generarán las transformaciones en las condiciones hídricas asociadas al PHI; esto demanda la realización de exploraciones geotécnicas detalladas de este sitio y la realización de monitoreos permanentes durante el llenado del embalse y a lo largo de su puesta en operación, tal y como propone Consultores Unidos (2013) y HMV (2019).

### **7.2.2. Inestabilidad en las laderas del embalse del PHI**

Tanto las experiencias y planteamientos de estudios inherentes a la estabilidad de laderas en los embalses que se presentan en el análisis general de las condiciones geológicas del PHI, incluyendo la localización de sitios de inestabilidad y erosión en las laderas del embalse, orientan la identificación general de tramos localizados a lo largo del futuro embalse que presentan condiciones de criticidad en términos de inestabilidad, a la vez que dan pautas para la definición de un período de tiempo en el que se espera que las laderas

se estabilicen, frente a las nuevas condiciones que trae consigo la continuidad del llenado y la entrada en operación del embalse.

En los siguientes numerales se exponen ambas temáticas, abordando en el numeral 2.2.1 un componente espacial con la definición de tramos críticos por inestabilidad de laderas y en el numeral 2.2.2 un componente temporal con el establecimiento de un período de estabilización, frente al cual se analizan los usos compatibles y complementarios con el uso principal de generación de energía.

#### ***7.1.1.1. Componente espacial: tramos críticos por inestabilidad de laderas***

Los tramos críticos son una aproximación a la localización de las zonas en las que podrían esperarse las condiciones más adversas en términos de inestabilidad con el llenado y puesta en operación del embalse, dada la presencia de concentraciones de fallas –que se traducen en altos grados de fracturamiento-, depósitos de vertiente y amenazas altas y muy altas por movimiento en masa, que en parte han quedado evidenciadas en la aparición -o reactivación- de sitios inestables tras la contingencia del PHI en el año 2018.

Teniendo en cuenta este último aspecto y además la producción de nueva información más precisa en cuanto a la zonificación de amenazas por movimiento en masa (descrita en el Anexo de Amenazas Naturales), se hizo necesario revisar y actualizar los tramos críticos propuestos en el marco de la formulación del POE en 2016 en aras de precisarlos.

Para la definición de tramos críticos por inestabilidad de laderas se tiene en cuenta la combinación de los siguientes factores:

1. La susceptibilidad a los movimientos en masa asociada a las distintas unidades litológicas.
2. El grado de fallamiento que se presenta a lo largo del área que bordea el futuro embalse.
3. La zonificación de amenazas por movimiento en masa (presencia de áreas con amenaza alta bordeando el embalse).
4. Los sitios de inestabilidad y erosión generados tras la contingencia del PHI en el año 2018 e identificados mediante análisis espacial.

A continuación, se abordan los factores considerados, finalizando con la identificación de los tramos críticos en cuanto a inestabilidad de laderas.

- Susceptibilidad de unidades litológicas a movimientos en masa y grado de fallamiento

Tal y como se evidenció en el capítulo anterior, existen ciertas unidades litológicas más propensas a la ocurrencia de movimientos en masa e inclusive al interior de una misma unidad, se presentan susceptibilidades distintas en relación a la presencia de una o más fallas en ciertos sitios o tramos. Con base en algunas de las experiencias e investigaciones sobre deslizamientos en embalses presentadas en el numeral 1 y considerando el análisis general de la estabilidad de las unidades litológicas presentado en el numeral 2, es evidente que los depósitos de flujos y depósitos de coluvión son las litologías más propensas a la ocurrencia de movimientos en masa tras el llenado del embalse; en orden descendente se presentan los cuerpos metamórficos (con condiciones más críticas en los de textura esquistosa) y los cuerpos ígneos extrusivos (basaltos), cuyas condiciones geotécnicas sometidas a la infiltración del agua con el llenado del embalse y a las fluctuaciones de su nivel, los hacen susceptibles a fenómenos de remoción en masa, principalmente en las zonas de falla. Seguidamente se presentan los tramos con afloramientos de rocas ígneas intrusivas, concretamente en los sitios donde existen fallas, dado que es allí donde puntualmente estos cuerpos presentan bajas condiciones geotécnicas.

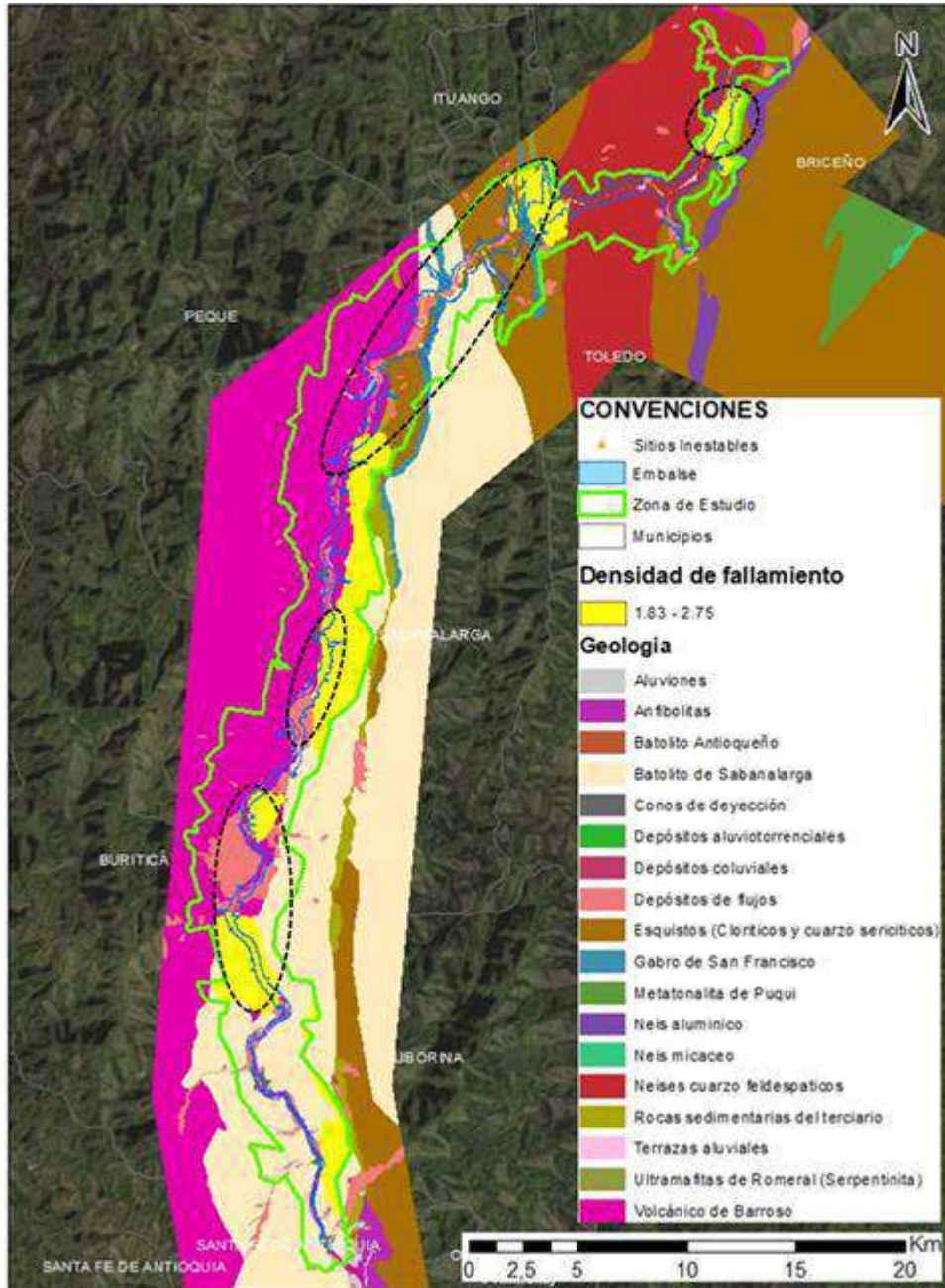
La superposición del mapa de unidades litológicas con las zonas que presentan la mayor densidad de fallamiento permite un primer acercamiento a los tramos más críticos en términos de inestabilidad, los cuales corresponden a las zonas adyacentes al embalse que tienen: presencia de depósitos de flujo y depósitos de coluvión, y presencia de cuerpos metamórficos e ígneos que coinciden con altas densidades de fallamiento.

En la Figura 125 se señalan zonas críticas que surgen de la combinación de litología y densidad de fallamiento, observándose que las zonas críticas señaladas se presentan en ambas vertientes del río Cauca, presentándose en áreas de Briceño, Ituango, Toledo, Peque, Sabanalarga y en menor medida Buriticá. En estas zonas afloran gneises, esquistos, rocas ígneas pertenecientes al Volcánico de Barroso (basaltos), al Batolito de Sabanalarga (Dioritas), Rocas Ígneas Máficas (Metagabro) y depósitos de flujo y de coluvión.

- Zonificación de amenazas por movimiento en masa

La clasificación de las amenazas por movimiento en masa que se considera en este estudio, tiene fundamentalmente dos insumos: el principal corresponde a las zonificaciones de este fenómeno amenazante que fueron realizadas por Integral (2018) en el marco del estudio denominado “Atención requerimiento Auto 2292 del 2018 de la ANLA, Artículo Segundo, numeral 2”, considerando los factores detonantes lluvia y sismo, las cuales en el presente estudio fueron unificadas en una sola zonificación considerando los períodos de retorno  $T_r = 50$  años (lluvia) y  $T_r = 1.000$  (sismo). Otro insumo adicional corresponde a la digitalización de los sitios con inestabilidad y erosión en los que se halló amenaza alta, de acuerdo las diferentes campañas de monitoreos batimétricos realizadas por HMV INGENIEROS en octubre de 2018 y marzo, mayo, septiembre y noviembre de 2019.

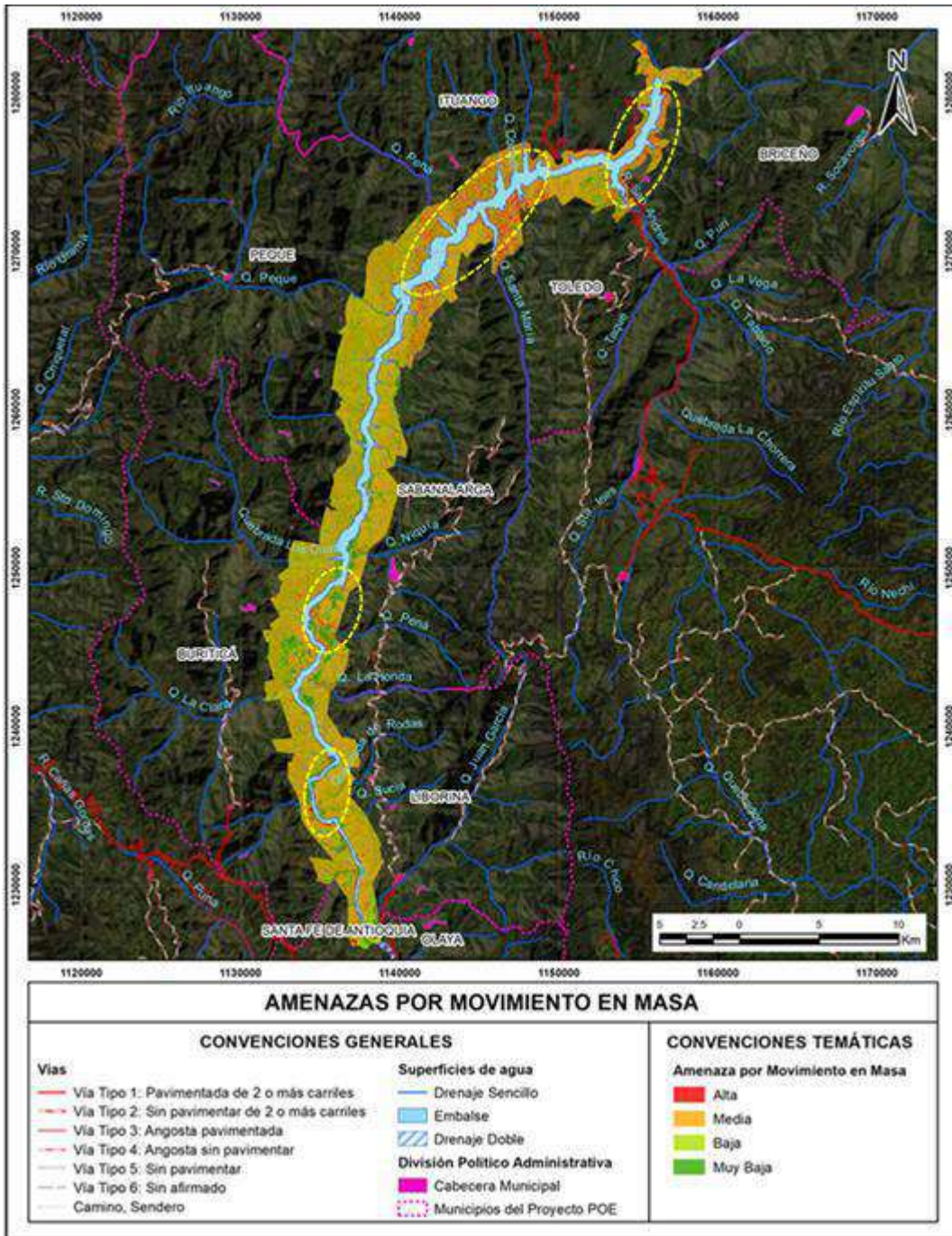
Figura 126. Zonas críticas por combinación de litología y grado de fallamiento (encerradas en líneas discontinuas de color negro)



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020) a partir de GDB de EIA (2007).



Figura 127. Mapa de amenazas por movimiento en masa (zonas más críticas encerradas en líneas discontinuas de color amarillo)



Fuente: Universidad Nacional de Colombia (2020) a partir de Integral (2018); HVM (2019) e Integral (2020).



En el “Anexo de Amenazas Naturales”, se profundiza en el análisis y delimitación de las áreas de amenaza por movimiento en masa, la cual puede observarse en el mapa que se presenta en la Figura 127.

Se concluye que las áreas con amenaza alta por movimiento en masa son las que menor extensión ocupan en la zona de estudio, presentándose principalmente en la zona norte del área de estudio, incluyendo extensiones importantes de los municipios de Ituango, Toledo, Briceño y el norte de Peque y Sabanalarga. En las áreas restantes de estos dos últimos municipios y en Liborina y Santa Fe de Antioquia, esta categoría de amenaza se localiza principalmente en la parte baja de las laderas, coincidiendo en algunos sitios con la unidad geomorfológica Escarpe del río Cauca o con las partes bajas de las unidades geomorfológicas de Vertiente; también en algunos sitios puntuales parecen coincidir con escarpes de terrazas aluviales. Las áreas con amenaza alta se localizan principalmente sobre rocas metamórficas (primordialmente sobre Esquistos cloríticos y cuarzo sericíticos y en menor proporción sobre Gneis cuarzo feldespático), exhibiéndose también de manera importante sobre rocas ígneas del Volcánico de Barroso (Basaltos) y del Batolito de Sabanalarga (Dioritas) y en menor medida sobre depósitos de vertiente clasificados por Integral (2007) como depósitos de flujo.

- Sitios con inestabilidad y erosión

El inicio no planeado del llenado del embalse que se dio a raíz de la contingencia ocurrida en el PHI en el año 2018, ha ocasionado modificaciones en las condiciones de los suelos por saturación hídrica y ocurrencia de algunas fluctuaciones -aún leves- del nivel del agua asociadas a las temporadas invernales o secas propias del régimen de precipitación del territorio, lo que a su vez ha venido generando procesos de desestabilización de las laderas que se han manifestado a través de diversos movimientos en masa superficiales en sitios adyacentes al cuerpo de agua. Estos sitios de inestabilidad y erosión han sido objeto de monitoreos permanentes desde el año 2018 hasta el presente, alcanzándose actualmente un total de 65 sitios.

Adicionalmente, considerando la importancia de identificar distintos sitios inestables que se presentan en las laderas adyacentes al embalse en aras de incorporarlos en la comprensión y zonificación de amenazas, además de los sitios inestables mencionados en el párrafo anterior, se tuvieron en cuenta algunos de los sitios que EPM ha venido monitoreando desde 2012 (HMV, 2019) (5 sitios) y se realizó una revisión del ortofotomosaico de la zona del PHI del año 2018, en aras de identificar la existencia de sitios adicionales en los que se evidenciaran procesos de inestabilidad y no hubieran sido señalados ni estudiados previamente, identificándose 6 sitios.

La descripción de todos estos sitios inestables se presenta en el Anexo de Amenazas Naturales elaborado en el marco del presente estudio de actualización del POE.

Los sitios inestables monitoreados por EPM tras la contingencia de 2018 se concentran en un tramo del embalse localizado entre la desembocadura de la quebrada La Sucia en el

municipio de Peque (margen izquierda del embalse) y el muro de presa, es decir, en la zona norte y centro-norte del embalse, siendo precisamente en estas zonas donde se presentan las mayores extensiones de áreas con amenaza alta por movimientos en masa de acuerdo a las zonificaciones elaboradas por Integral (2018) y teniendo en cuenta las observaciones realizadas durante trabajo de campo. Los 5 sitios considerados de los monitoreos realizados por EPM desde 2012 se ubican principalmente en la zona norte (jurisdicción de Toledo, Briceño e Ituango), con un solo sitio ubicado en la zona centro-sur del embalse (El Guásimo), en jurisdicción de Buriticá. Por otra parte, los sitios inestables identificados mediante análisis espacial se presentan en la zona centro y sur del embalse, en jurisdicción de Peque y Buriticá.

La localización de todos estos sitios inestables se considera un insumo fundamental para la delimitación de tramos críticos, en tanto indica los sitios que tras un llenado avanzado del embalse evidencian las mayores condiciones de inestabilidad y donde podrían continuar activándose o reactivándose movimientos en masa –para lo relativo a los sitios generados tras la contingencia-; además, porque muestra otros posibles sitios concretos que podrían desestabilizarse en el proceso de terminación del llenado y principalmente durante los primeros años de entrada en operación. En la Figura 6 se señala el tramo con mayor criticidad de acuerdo con la localización de los sitios inestables.

- Tramos críticos por inestabilidad de laderas

Para la identificación de los tramos por inestabilidad de laderas se conjugan los insumos mencionados en los tres anteriores apartados, es decir, unidades litológicas, densidad de fallamiento, amenazas altas por movimiento en masa. En este sentido, las zonas críticas por combinación de litología y densidad de fallamiento que se presentan en la Figura 125, se superponen con las zonas críticas por amenaza alta por movimiento en masa localizadas a lo largo del área adyacente al embalse (ver Figura 126) y con la zona crítica asociada a los sitios inestables (ver Figura 127), definiéndose a partir de su conjunción la ubicación de tramos o corredores críticos en términos de inestabilidad de laderas (ver Figura 128).

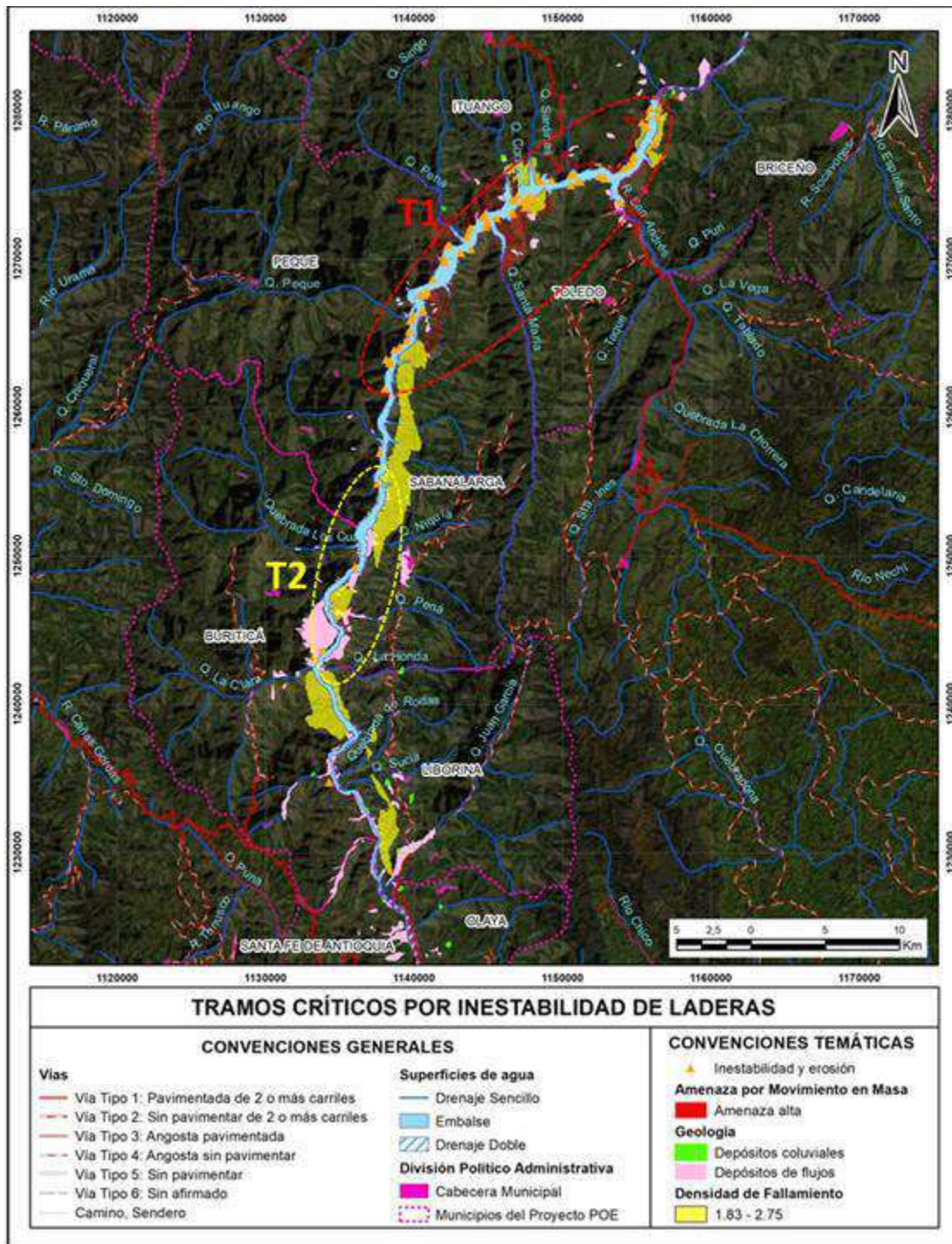
Figura 128. Sitios con inestabilidad y erosión en las laderas del embalse (zonas más críticas encerrada en líneas discontinuas de color amarillo)



Fuente: Universidad Nacional de Colombia (2020) a partir de HVM (2019 d) EPM (2020) e Integral (2020).



Figura 129. Localización general de tramos con condiciones más críticas de estabilidad de laderas, durante el llenado y operación del embalse. T1: Tramo 1; T2: Tramo 2



Fuente: Universidad Nacional de Colombia (2020) a partir de HVM (2019 d); EPM (2020) e Integral (2020).

Se priorizaron las zonas con confluencia de los insumos previamente mencionados, aunque evidentemente en algunos tramos o fracciones de estos no se presentan simultáneamente los tres factores, pero a pesar de ello se incorporaron teniendo en cuenta la importancia de los insumos implicados y observaciones de campo que evidenciaron mayores rasgos de inestabilidad en las zonas norte y centro del embalse. Es importante aclarar que la delimitación de estos tramos no implica que las zonas restantes del embalse no requieran monitoreo, sino que más bien busca señalar las áreas en las que podrían presentarse mayores condiciones de inestabilidad con el proceso de llenado y entrada en operación, proponiéndose una atención especial en estos sectores.

Considerando la confluencia espacial de diferentes insumos los dos tramos propuestos se priorizan de acuerdo a la criticidad de sus condiciones. Así, el Tramo 1 (T1) presenta las condiciones con mayor criticidad (ver Figura 128), ya que en este se coinciden ampliamente todos los insumos considerados, con la mayor concentración de amenazas, sitios inestables y condiciones litológicas y estructurales con susceptibilidad importante a los movimientos en masa; por este tramo es el que requerirá monitoreos más frecuentes y detallados. El Tramo 2 (T2) se localiza en la zona centro del embalse e incluye la zona con la más alta densidad de fallamiento de toda el área de estudio (Sabanalarga), zonas donde se concentran amenazas altas, zonas con depósitos de vertiente importantes y zonas en las que se presentan algunos pocos sitios inestables (ver Figura 128); en este sentido, aunque es un tramo menos prioritario que el Tramo 1, es importante realizar allí monitoreos de forma permanente, con el fin de identificar indicios de desestabilización de las laderas y de ser necesario, señalar sitios inestables a los que se deberá realizar un monitoreo detallado. Finalmente es importante destacar el sitio inestable identificado mediante análisis espacial y visita de campo y localizado en jurisdicción de Buriticá frente a la desembocadura de la quebrada Rodas en Liborina; si bien este sitio inestable existía desde antes de iniciarse el llenado del embalse tras la contingencia de 2018, teniendo en cuenta sus considerables dimensiones, la observación de procesos erosivos actuales y la existencia de un camino veredal que lo cruza (camino hacia el corregimiento de Mogotes), se considera fundamental incluirlo dentro de los monitoreos, con el fin de hacer seguimiento a su comportamiento durante el tiempo restante del llenado del embalse y los primeros años de su entrada en operación.

Se reitera en todo caso que, acudiendo al principio de precaución, se considera importante hacer monitoreos generales a lo largo de todo el embalse, principalmente en temporadas invernales, teniendo en cuenta que en términos de inestabilidad de laderas siempre existe un nivel importante de incertidumbre y por tanto podrían presentarse movimientos en masa en lugares no incluidos al interior de los tramos críticos anteriormente expuestos. Estos monitoreos apuntan a que se pueda prevenir y/o mitigar desde el inicio cualquier signo de inestabilidad en las laderas que bordean el embalse.

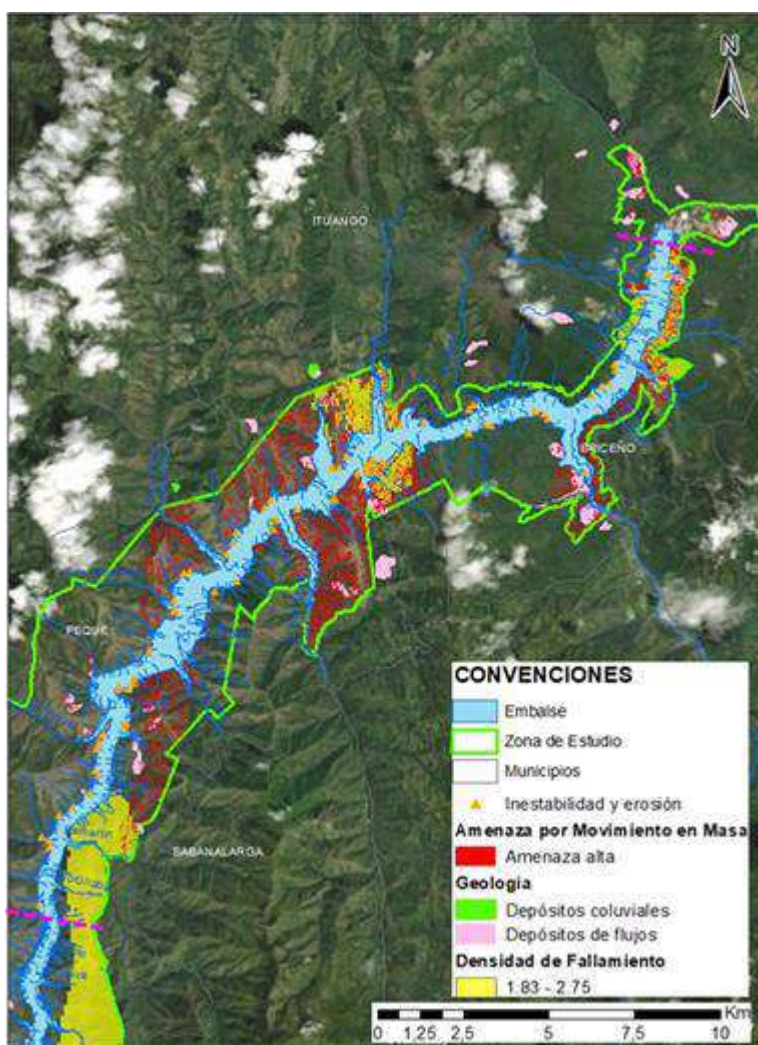
A continuación, se presenta una descripción de los dos tramos, iniciando con el de mayor criticidad y seguidamente abordando el de menor criticidad.

**Tramo 1:** este tramo se extiende desde aproximadamente 500 metros aguas arriba del muro de presa hasta aproximadamente 200 metros aguas arriba de la desembocadura de



la quebrada Chaparroso en la margen izquierda del embalse, incluyendo área de los municipios de Briceño, Toledo, Ituango, Peque y Sabanalarga. Como se mencionó previamente, se considera el tramo más crítico en tanto allí se concentran distintas manifestaciones de inestabilidad: 1) la mayoría de los sitios inestables que han aparecido tras el llenado del embalse; 2) la mayor cantidad de áreas con amenaza alta por movimiento en masa; 3) Litologías con altos grados de fracturamiento (densidades de fallamiento altas y medias) que en distintos estudios se han identificado como susceptibles a la ocurrencia de movimientos en masa (ver Figura 130).

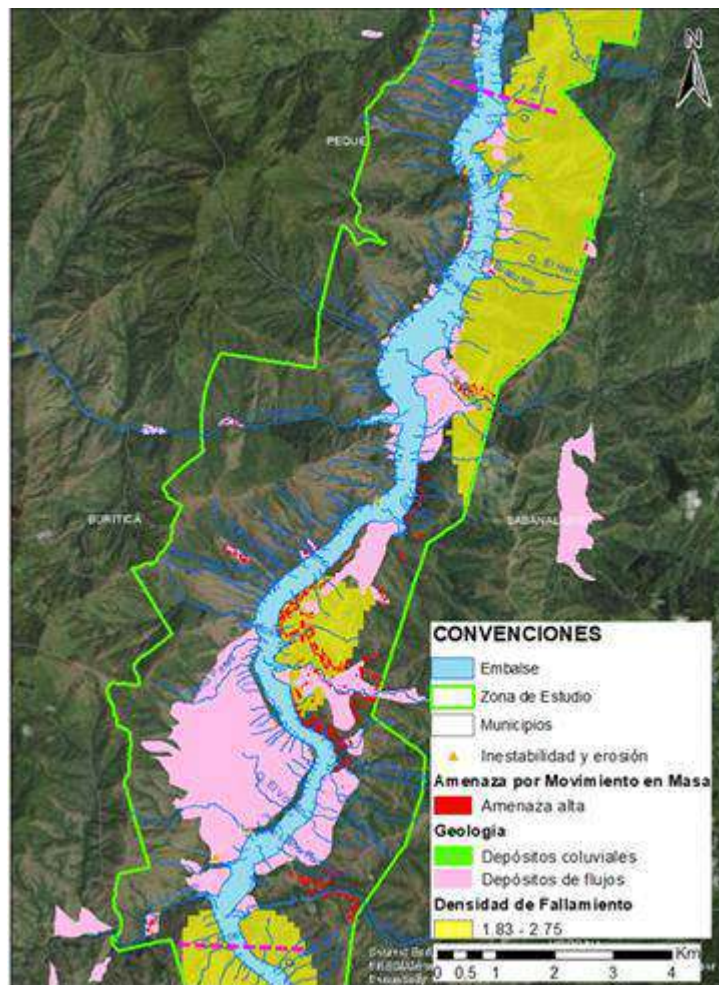
**Figura 130. Localización de Tramo 1, limitado entre líneas discontinuas de color fucsia**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia (2020) a partir de HVM (2019 d); EPM (2020) e Integral (2020).

**Tramo 2:** este tramo se extiende desde aproximadamente 1500 metros aguas arriba de la desembocadura de la quebrada Jerigua en Peque hasta aproximadamente 600 metros aguas arriba de la desembocadura de la quebrada Honda, en límites entre Liborina y Sabanalarga, incluyendo área de Peque, Sabanalarga, Buriticá y una mínima extensión de Liborina. Este tramo se considera crítico teniendo en cuenta la confluencia de extensas áreas con alta densidad de fallamiento, múltiples depósitos de flujo de magnitudes considerables (incluyendo “deslizamiento del Guásimo”, el cual fue señalado como un posible sitio inestable en el EIA y ha sido objeto de monitoreo por parte de EPM en los últimos años) y zonas puntuales con concentración de amenazas altas por movimiento en masa, además de la presencia de algunos pocos sitios inestables identificados mediante análisis espacial (ver Figura 131).

**Figura 131. Localización de Tramo 2, limitado entre líneas discontinuas de color fucsia**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia (2020) a partir de HMV (2019 d); EPM (2020) e Integral (2020).

### **7.1.1.2. Componente temporal: período de estabilización de las laderas del embalse del PHI**

En distintas experiencias de embalses como las expuestas en el numeral 1 de este informe, se ha evidenciado que la desestabilización de laderas -materializada en la ocurrencia de movimientos en masa-, se presenta durante la fase de llenado y en los primeros años de la entrada en operación del embalse, por lo que los usos del suelo a desarrollar tanto en el cuerpo de agua como en su entorno adyacente, presentan un mayor riesgo de afectación durante una temporalidad inmediata a la entrada en operación del embalse.

Por tanto, es necesario establecer un período de tiempo después del cual se espera que las laderas del embalse puedan estabilizarse frente a las nuevas condiciones hídricas y de humedad de suelos generadas con el embalse; este se denomina “período de estabilización de laderas”, tiene una duración mínima de cuatro (4) años y durante el mismo no deberá desarrollarse ningún uso diferente a la generación de energía, la protección ambiental (incluyendo actividades para la compensación ambiental tales como la restauración), la navegación para restitución de condiciones de conectividad local y la pesca artesanal de subsistencia. Dependiendo de la dinámica que muestren las laderas durante el período de estabilización puede ser necesario prolongarlo por algunos años más.

El estudio de revisión y actualización del Plan de Ordenamiento del Embalse POE en el marco del cual se elabora el presente informe reiteró la viabilidad para el desarrollo de algunas actividades asociadas a los usos de turismo, pesca y navegación, cuyo desarrollo en la zona de estudio estaría limitado temporalmente por el período de estabilización de laderas que más adelante se propone. Aunque se define un período de tiempo determinado en el que se estima que las laderas pueden estabilizarse, cada actividad tiene un nivel de impacto diferente sobre el embalse, lo que implica que las actividades de menor impacto podrían iniciar algunas intervenciones en cierto momento del período de estabilización, mientras que las intervenciones asociadas a las actividades de mayor impacto deberán respetar toda la temporalidad propuesta. Así mismo, cada uso y actividad tiene asociado un mayor o menor nivel de riesgo en relación con los sitios donde se desarrollan (al interior o exterior del cuerpo de agua y en determinados sectores del embalse). A continuación, se analiza brevemente el impacto asociado a las diferentes actividades y su riesgo inherente frente a las amenazas por movimientos en masa, para finalmente proponer el período de estabilización de laderas.

- Impactos sobre la estabilidad de laderas y riesgo a movimientos en masa de diferentes usos y actividades en el embalse de acuerdo con el POE

#### **Navegación deportiva y de transporte de pasajeros y carga liviana**

El paso de las embarcaciones por el cuerpo de agua implica un proceso de oleaje, que dependiendo de su magnitud genera erosión de orillas y por tanto, podría desestabilizar antiguos movimientos en masa (depósitos de flujo y de coluvión) o cuerpos rocosos con alto grado de fracturamiento, activar sitios inestables o acentuar las condiciones de inestabilidad en sitios ya existentes (ver Capítulos anteriores).



Es importante partir de la consideración de que el PHI presenta un embalse largo y estrecho (por el relieve de valle encañonado propio del río Cauca), condición geomorfológica que lo hace más vulnerable frente al fenómeno de erosión de orillas, dado que el espacio en el cual el oleaje se puede disipar es reducido –principalmente en la zona sur, en los primeros 10 kilómetros- y por tanto las olas pueden llegar con una considerable energía a las orillas, dependiendo en gran medida de la velocidad de las embarcaciones.

La aplicación del Modelo de Capacidad de Acogida<sup>23</sup> para las actividades de navegación se realizó considerando una serie de velocidades, en aras de garantizar nulas a mínimas afectaciones por erosión<sup>24</sup> (ver Informe de Navegabilidad y Conectividad elaborado en el marco del presente estudio); sin embargo, es necesario tener en cuenta que dadas las dificultades para ejercer un control efectivo, es probable que algunas embarcaciones superen dicha velocidad, generando un oleaje que erosione las patas de las laderas ubicadas en la interfase del embalse y que por tanto podría desestabilizarlas. Esta situación puede complejizarse en relación a la frecuencia que alcance a tener la navegación de pasajeros, pues esto incide en que el oleaje sea más o menos frecuente.

Por tanto, de todas las actividades evaluadas para su desarrollo en el PHI, se considera que tanto la navegación deportiva como la navegación recreativa y la navegación para transporte de pasajeros y carga liviana, son las actividades que mayor impacto tienen sobre el embalse en lo relativo a estabilidad de laderas.

En lo relativo al riesgo de las actividades de navegación frente a la ocurrencia de movimientos en masa en las laderas adyacentes al embalse, es preciso destacar que en general se considera alto dado que en caso de presentarse un movimiento superficial o subacuático con velocidades altas a medias, posiblemente se generarían olas que dependiendo de su altura podrían desestabilizar la embarcación y generar volcamiento; esto aplica principalmente para la navegación de transporte de pasajeros y carga liviana, teniendo en cuenta que se asume tendrá una mayor frecuencia y además implica recorridos por amplias extensiones del embalse, que incluyen tramos con condiciones críticas en términos de inestabilidad de laderas, lo que implica mayor exposición frente a los movimientos en masa. La navegación deportiva posiblemente tendrá menor frecuencia y los lugares donde se puede desarrollar son tramos mucho más reducidos y puntuales, lo que disminuye su exposición frente a movimientos en masa.

---

<sup>23</sup> El modelo de capacidad de acogida es una herramienta de planificación que permite definir el “grado de idoneidad” o aptitud de un territorio en relación a determinados usos del suelo, mediante la combinación y análisis de dos variables: capacidad (entendida como el grado de soporte del medio físico a cada uso del suelo evaluado) y vulnerabilidad (entendida como la susceptibilidad del medio físico al impacto de cada uso). Tanto la capacidad como la vulnerabilidad están a su vez conformadas por una serie de subvariables, las cuales tienen que ver con las distintas características del territorio que se hace necesario considerar para correr el modelo de capacidad de acogida, y definir de la manera más precisa posible, los usos del suelo que allí puedan establecerse (Ríos, 2014).

<sup>24</sup> De acuerdo a las recomendaciones otorgadas por el Laboratorio de Suelos de la Universidad Eafit de acuerdo a su experiencia.

## **Pesca deportiva, recreativa, artesanal y acuicultura**

El impacto asociado a las distintas actividades de pesca está relacionado principalmente con la necesidad de utilización de embarcaciones para su desarrollo, en tanto los motores de las mismas generan procesos de oleaje que dependiendo de la velocidad pueden provocar erosión de orillas y desestabilizar las laderas. El uso de pesca evaluado en este estudio incluye cuatro actividades asociadas: pesca deportiva, recreativa, artesanal y acuicultura, cada una de las cuales puede tener impactos diferentes sobre las laderas, lo que implica la necesidad de realizar un breve análisis para cada una de estas, comenzando por la de mayor impacto y siguiendo en orden hasta exponer la de menor impacto.

### **1. Acuicultura**

Teniendo en cuenta el alto impacto ambiental asociado a esta actividad y principalmente el conflicto de uso que presenta respecto a la navegación de transporte de pasajeros y carga liviana, la presente revisión y actualización del POE se reafirma en no recomendar el desarrollo de esta. Sin embargo, es pertinente considerarla para el análisis del período de estabilización de laderas, porque en caso de que llegara a realizarse tendría una restricción temporal para su inicio, que reforzaría la necesidad de respetar el período de estabilización íctica planteado en el Informe de Estabilidad Componente Íctico.

Para su efectivo desarrollo, la acuicultura requiere del uso de embarcaciones para el ingreso de semillas de peces, alimento concentrado, etc., de manera que, en caso de realizarse esta actividad en el PHI, las embarcaciones no deberían superar la velocidad máxima propuesta para navegación para transporte de pasajeros y carga liviana, de acuerdo al Modelo de Capacidad de Acogida (ver Informe de Navegabilidad y Conectividad; Universidad Nacional de Colombia, 2016). No obstante, contemplando la posibilidad de que se supere dicha velocidad, la acuicultura se posiciona como la forma de pesca que mayor impacto puede generar sobre la estabilidad de laderas, si se tiene en cuenta que:

- Las embarcaciones utilizadas son planchones de tamaño considerable en los que se dispone un camión que ingresa a los sitios de acuicultura el material requerido, lo que puede incidir en la generación de oleaje y como consecuencia erosión.
- Aunque la entrada de embarcaciones no es tan frecuente como en el caso de la navegación para transporte de pasajeros y carga liviana, entre las actividades de pesca es la que mayor frecuencia presenta, lo que implica mayores posibilidades de generación de oleaje y erosión.

En cuanto al riesgo de esta actividad frente a movimientos en masa que pudieran generarse en las laderas, es preciso señalar que, aunque sería alto se reduciría a sitios puntuales, dadas las altas restricciones espaciales que plantean los resultados del Modelo de



Capacidad de Acogida para esta actividad; esto significa que el riesgo es menor para esta actividad que para la navegación.

## **2. Pesca recreativa**

El desarrollo de esta actividad está directamente relacionado con las zonas de camping, sin requerimiento de recorridos en embarcaciones; en el estudio de usos compatibles y complementarios en el que se enmarca este informe, no se recomienda la realización de esta actividad en las orillas del embalse, por el riesgo de ahogamiento que implica una ocasional caída al agua. Respecto a lo anterior, el impacto que esta actividad puede tener sobre las laderas depende de su intensidad (número de personas que realicen la actividad en un sitio de camping), y está relacionado con la erosión que se generaría bajo la eventualidad de que sea realizada en las orillas (teniendo en cuenta las dificultades que puedan existir en términos de control). Bajo este supuesto esta actividad tendría un impacto menor que la navegación y la acuicultura, pero mayor que la pesca deportiva, pues como veremos a continuación, a esta última se asocian impactos mínimos por el uso de embarcaciones.

Respecto al riesgo de esta actividad frente a movimientos en masa, solo se presentarían en los sitios del embalse asociados a las zonas de camping en los que pueda activarse este fenómeno amenazante en las laderas (varias de estas zonas quedaron incluidas en tramos críticos por inestabilidad), de manera que al igual que la acuicultura presenta un riesgo menor que la navegación.

## **3. Pesca deportiva**

Aunque la pesca deportiva requiere el uso de embarcaciones, los recorridos se efectúan en tramos pequeños y generalmente se realizan a la deriva, con un uso mínimo de motores para no ahuyentar a los peces. Por tanto, los impactos que esta actividad podrían generar sobre las laderas son mínimos, y están asociados a erosión por oleaje en caso tal que se superen las velocidades máximas propuestas para cualquier embarcación.

En lo relativo a los riesgos de esta actividad frente a movimientos en masa que pudieran desencadenarse en las laderas, es claro que son menores que los asociados a la navegación, pero solo en términos de que los recorridos en las embarcaciones se realizan en tramos pequeños, de manera que, aunque el riesgo es alto es más localizado y por tanto, puede tener mayores facilidades de reducción

## **4. Pesca artesanal y de subsistencia**

La pesca artesanal de subsistencia es una actividad de pequeña escala realizada por una cantidad reducida de pescadores y cuyas embarcaciones generalmente carecen de motores, realizando su desplazamiento a través de remos. En este sentido, puede

esperarse que esta actividad no genere impactos sobre las laderas o estos sean tan mínimos que es innecesario considerarlos.

Sin embargo, en cuanto al riesgo de esta actividad frente a los movimientos en masa puede decirse que al igual que para la navegación de pasajeros y carga liviana es alto, en tanto la pesca de subsistencia generalmente se realiza cerca de las orillas y los tramos en que tiene viabilidad son relativamente extensos, además que con las dificultades de control sobre el embalse es posible que se desarrollen a lo largo del cuerpo de agua.

### **Turismo (camping, senderismo, cabalgata y ciclomontañismo)**

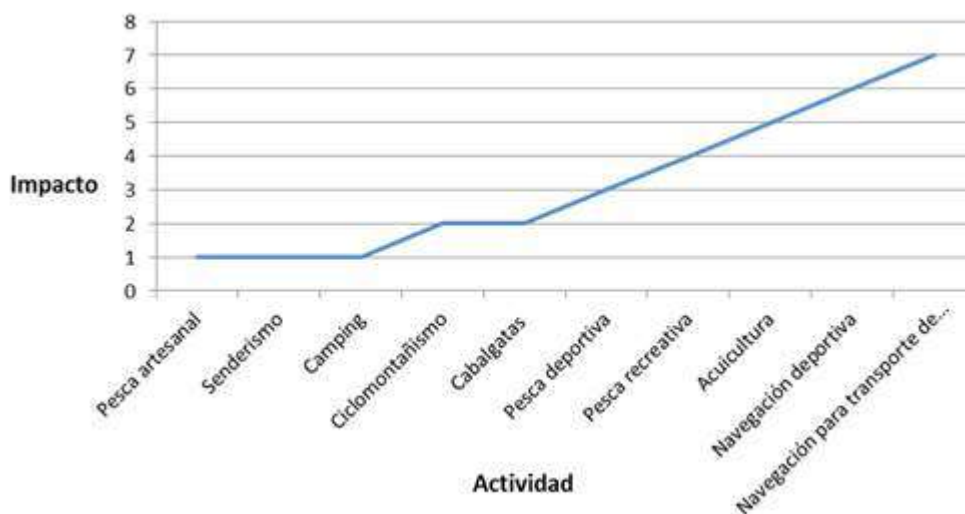
Las actividades turísticas de camping, senderismo, cabalgata y ciclomontañismo, se consideran compatibles con el uso principal de generación de energía del PHI, en tanto corresponden a un turismo ecológico y de bajo impacto, en el que no se espera la llegada masiva de visitantes. El impacto sobre la estabilidad de las laderas está principalmente relacionado con el desencadenamiento de procesos de erosión de suelos, por el uso de los sitios de camping y el paso recurrente de grupos de caballistas, ciclomontañistas y en menor medida senderistas.

En este sentido, se considera que las distintas actividades turísticas tienen mínimos impactos sobre la estabilidad de laderas, máxime si se tiene en cuenta que los lugares con amenazas altas por movimiento en masa y amenaza por avenida torrencial, tienen asignado un uso de protección ambiental, que implica la imposibilidad de desarrollar actividades de camping y el descarte de algunos tramos de senderismo, cabalgata o ciclomontañismo, o la necesidad de plantear nuevos trazados para los tramos que presenten estas características; a esto se suma la precaución que se tiene sobre las áreas o tramos con amenaza media por movimiento en masa, en los cuales se requiere la elaboración de estudios técnico-económicos previos al desarrollo de la actividad. Así, las actividades turísticas junto a algunas actividades de pesca son las que menor impacto presentan.

Respecto al riesgo del uso turístico en relación a la ocurrencia de movimientos en masa, se espera que sea mínimo en tanto la zonificación de este fenómeno amenazante se empleó para determinar la localización de las zonas de camping, que por tanto quedaron exentas de áreas con amenaza alta por este fenómeno y por avenida torrencial; sin embargo, en algunos sectores aledaños y principalmente en tramos de rutas de senderismo-cabalgata se presentan amenazas altas por movimiento en masa en las que se requerirá profundizar en su conocimiento (caracterización geotécnica) e intervenir para reducir el riesgo y dar viabilidad a estas actividades. Por otro lado, el riesgo de estas actividades aumenta para el caso concreto de recorridos turísticos sobre el embalse, en tanto las embarcaciones podrían verse afectadas (incluso volcarse) debido a la ocurrencia de movimientos en masa superficiales o subacuáticos.

De acuerdo con lo planteado hasta acá en términos de impactos, en la siguiente figura se esquematiza el nivel de impacto sobre las laderas asociado a cada actividad, lo que sirve de insumo para estimar los momentos en que podrían iniciarse algunas intervenciones asociadas a las diferentes actividades.

**Figura 132. Nivel de impacto asociado a cada actividad y uso del suelo**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

La Figura 132 muestra que el menor impacto corresponde a la pesca artesanal y a las actividades turísticas, pues se considera que la estabilidad de laderas se afecta poco con el desarrollo de estas. Aunque todas presentan muy bajos impactos, al ciclomontañismo y las cabalgatas se asocia un mayor grado, dada la posible erosión de caminos en tramos que presenten amenaza media por movimiento en masa.

En orden ascendente se presentan la pesca deportiva, que también podría considerarse que tiene bajo impacto, pero dado el uso de embarcaciones con motor, este es mayor al del turismo y la pesca artesanal. Le sigue la pesca recreativa, que tiene mayor impacto que la deportiva si se considera el peor escenario de desarrollo, es decir, que sea realizada en las orillas y con alta intensidad (gran cantidad de personas), a pesar de las recomendaciones que se dan en el informe de pesca.

La acuicultura se considera una actividad más impactante que las anteriores, en respuesta a un uso más frecuente de embarcaciones para el ingreso de diferentes materiales a los sitios de los jaulones. El mismo grado de impacto se asigna a la navegación deportiva, quedando la navegación para transporte de pasajeros y carga liviana como la más impactante, teniendo en cuenta que, aunque ambos tipos de navegación implican el uso de embarcaciones con motor, se estima que la frecuencia de la última será mucho mayor.

- Periodo de estabilización de laderas

En el marco de la formulación del POE en 2016, la definición de la temporalidad en la que se estimaba podría estabilizarse las laderas del embalse del PHI, consideró:

- Los resultados de las experiencias en otros embalses e investigaciones que sobre este tema se han publicado (ver numeral 7.1.1).

- El impacto que puede generar el desarrollo de algunas actividades sobre las laderas, principalmente durante el período en el que éstas se están estabilizando, en respuesta a las nuevas condiciones generadas con el llenado y puesta en operación del embalse.
- El riesgo al que se exponen las personas, animales y bienes implicados en las distintas actividades a desarrollar en el embalse.

En el marco de la revisión del POE y por tanto de la revisión y actualización del período de estabilización del embalse en su componente temporal, en el presente estudio se reiteran estas variables, pero además se tiene en cuenta la información secundaria revisada y analizada y las observaciones efectuadas durante recorridos de campo. En este orden de ideas, es evidente que con el inicio del llenado del embalse las laderas han sufrido procesos de inestabilidad manifestados en la ocurrencia de al menos 65 movimientos en masa superficiales, los cuales han sido constantemente monitoreados por EPM y la mayoría estudiados además mediante campañas batimétricas (HMV INGENIEROS, 2018, 2019 a) b) c) d)). Si bien los sitios inestables no han evidenciado permanentemente una fuerte actividad que genere modificaciones en la morfología general de la ladera pudiendo dar indicios de una alta probabilidad en la ocurrencia de movimientos en masa -con sus respectivas consecuencias en cuanto al riesgo de los usos y actividades-, las comparaciones entre las diferentes campañas batimétricas evidencian dinamismo en la actividad de todos los sitios inestables, de manera que aunque en una temporada de observación pueden mostrar condiciones de estabilidad, en la siguiente campaña pueden exhibir procesos de inestabilidad que ameriten un análisis del riesgo asociado (como se ha hecho en cada campaña con los sitios que se han considerado con amenaza alta).

A esto se suma el hecho de que el embalse aún no ha alcanzado su cota superior (420 m.s.n.m.) ni ha entrado en operación, por lo que es posible que con la continuidad en la saturación de los materiales en la medida en que asciende el nivel de agua, los procesos de embalse-desembalse asociados a las fluctuaciones del nivel de agua e incluso el oleaje generado por vientos y por la navegación de pasajeros y carga liviana, todo ello sumado a la infiltración de aguas lluvias en las temporadas invernales –agudizados durante el Fenómeno de La Niña-, puedan no solo agudizar la inestabilidad de muchos de estos sitios tanto en la zona superficial como subacuática (donde hay material depositado que se podría desestabilizar), sino también activar nuevos movimientos en masa y/o reactivar sitios inestables previamente identificados y monitoreados por EPM desde 2012 y sitios inestables identificados mediante análisis espacial del ortofotomosaico de 2018. Tal y como Integral (2020) plantea, “Con el inicio de la operación y teniendo como cota máxima normal la 420 m.s.n.m, es de esperar que ocurran nuevos deslizamientos y en algunos casos, remotes de los ya existentes” (Integral, 2010, p. 251).

Lo anterior significa que aunque durante los dos años de llenado del embalse las laderas ya comenzaron a expresar las consecuencias de las transformaciones en sus condiciones hídricas a través de la aparición de distintos sitios de inestabilidad y erosión, aún falta una temporada importante de cambios asociados tanto a la finalización del llenado del embalse (que alcance la cota 420 m.s.n.m.) como a la entrada en operación del PHI, que implicará



fluctuaciones del nivel del embalse entre las cotas 390 y 420 m.s.n.m., las cuales cuando se presenta disminución del nivel de agua generan pérdidas rápidas del confinamiento producido por la columna de agua del embalse, mientras el suelo continua estando saturado y con presiones altas de poros, desestabilizando los materiales y pudiendo generar movimientos en masa; esto se mostró en el numeral 1.1 como un factor detonante importante en la ocurrencia de movimientos en masa. En ese sentido, **es fundamental y necesario un período de estabilización de 4 años desde la entrada en operación completa del embalse**, que permita observar y monitorear el comportamiento de las laderas frente a las nuevas condiciones de variación del nivel freático, fluctuaciones y oleaje, sumadas a la infiltración de aguas de escorrentía durante temporadas invernales – más aún durante períodos del Fenómeno de La Niña-.

Se considera que un período de 4 años desde la entrada en operación es un tiempo prudente para que el terreno se adapte a las nuevas condiciones y por tanto se minimicen los riesgos por ocurrencia de movimientos en masa. Durante este período se restringe el desarrollo de todas las actividades a excepción de la pesca artesanal de subsistencia - teniendo en cuenta que al ser una actividad de subsistencia de los pobladores de la zona no puede limitarse, siempre y cuando cumpla con las recomendaciones expresadas en el informe del período de estabilidad íctica, de forma tal que no se afecte la sostenibilidad biológica de los peces del embalse- y la navegación local orientada a restituir las condiciones de conectividad de las poblaciones que habitan el área de influencia del proyecto; este tipo específico de navegación no podrá restringirse, aunque deberá garantizarse que no sobrepase las velocidades máximas propuestas en el informe de Navegabilidad y Conectividad (Universidad Nacional de Colombia, 2016).

Durante el período de estabilización se considera que podrían comenzar a realizarse determinados proyectos o intervenciones que incluyen:

- Caracterización geológica y geomorfológica de sitios con aptitud para camping (descripción de textura de depósitos, composición, grado de meteorización, madurez, delimitación de geoformas, morfogénesis, morfodinámica, rasgos de actividad neotectónica, entre otros), incluyendo un análisis geotécnico general.
- Adecuación de rutas de senderismo, cabalgata y ciclomontañismo, de manera que al finalizar período de estabilización tales actividades podrían comenzar a desarrollarse de inmediato, y se tendría un acceso terrestre a diversas zonas de camping.

Adicionalmente, este período de tiempo es el propicio para la ejecución de estudios y monitoreos que permitan precisar las condiciones de estabilidad de las laderas a lo largo del embalse; como se mencionó previamente, desde el 2012 se han venido monitoreando ciertos sitios inestables o con inestabilidad potencial y tras la contingencia de 2018 se han monitoreado una gran cantidad de sitios de inestabilidad y erosión detonados con el inicio del llenado no previsto del embalse. Sin embargo, se considera importante que los monitoreos se extiendan al tramo aguas arriba de la desembocadura de la quebrada La Sucia en el embalse (Peque), pues mediante análisis espacial se identificaron allí algunos sitios inestables y además, porque dadas las condiciones geológicas (alta densidad de

fallamiento, rocas fracturadas y desde ligera hasta fuertemente meteorizadas, y presencia de amplios depósitos de vertiente) y la presencia de algunas zonas con concentración de amenazas altas por movimiento en masa, podrían activarse nuevos sitios inestables o reactivarse otros ya existentes en la medida en que aumente el nivel del embalse a la cota 420 m.s.n.m. y principalmente en cuanto inicie la entrada en operación del PHI.

### **7.3. PROPUESTA DE SEÑALIZACIÓN DE ZONAS DE INESTABILIDAD EN LAS LADERAS DEL EMBALSE**

Las laderas del embalse muestran la confluencia de factores condicionantes (altas pendientes, geomorfologías abruptas asociadas al valle encañonado, cuerpos rocosos con competencia variable en relación a la presencia de fallas, predominio de densidades de fallamiento medias a altas, amplias zonas con coberturas de pasto afectadas por procesos erosivos, etc.) y factores detonantes (amenaza sísmica media a alta y precipitaciones considerables principalmente en la zona norte del embalse) que las hacen proclives a la ocurrencia de movimientos en masa, lo que queda expresado en la identificación de sitios inestables desde antes del EIA (2007) que EPM ha venido monitoreando desde el 2012 y en el predominio de amenaza media en el área de estudio y extensiones importantes bajo amenaza alta, de acuerdo a la zonificación de este fenómeno que se describió previamente en este informe.

Adicionalmente, tras la contingencia ocurrida en abril de 2018, que entre otros desencadenó un llenado no programado del embalse, se han venido evidenciando procesos de inestabilidad manifestados en la ocurrencia de movimientos en masa superficiales, algunos de los cuales han continuado remontándose con el paso del tiempo y mostrando actividad erosiva y procesos sobrepuestos como la presencia de flujos, socavación, etc. (ver Anexo de amenazas naturales). Con la continuidad del llenado del embalse hasta la cota 420 m.s.n.m. (cota de operación) y su entrada en operación, las condiciones hídricas de las laderas siguen sufriendo transformaciones importantes que afectan su estabilidad y por tanto, como bien lo plantea Integral (2020), es de esperarse que varios sitios inestables puedan reactivarse, incrementar su dimensión, o que puedan aparecer nuevos sitios inestables o presentarse reactivación de sitios preexistentes a la contingencia; en suma, es la tendencia de las laderas del embalse es a continuar desestabilizándose al menos durante los primeros años de operación del embalse, por lo cual se propone un período de estabilización de 4 años a partir de la entrada en operación del embalse.

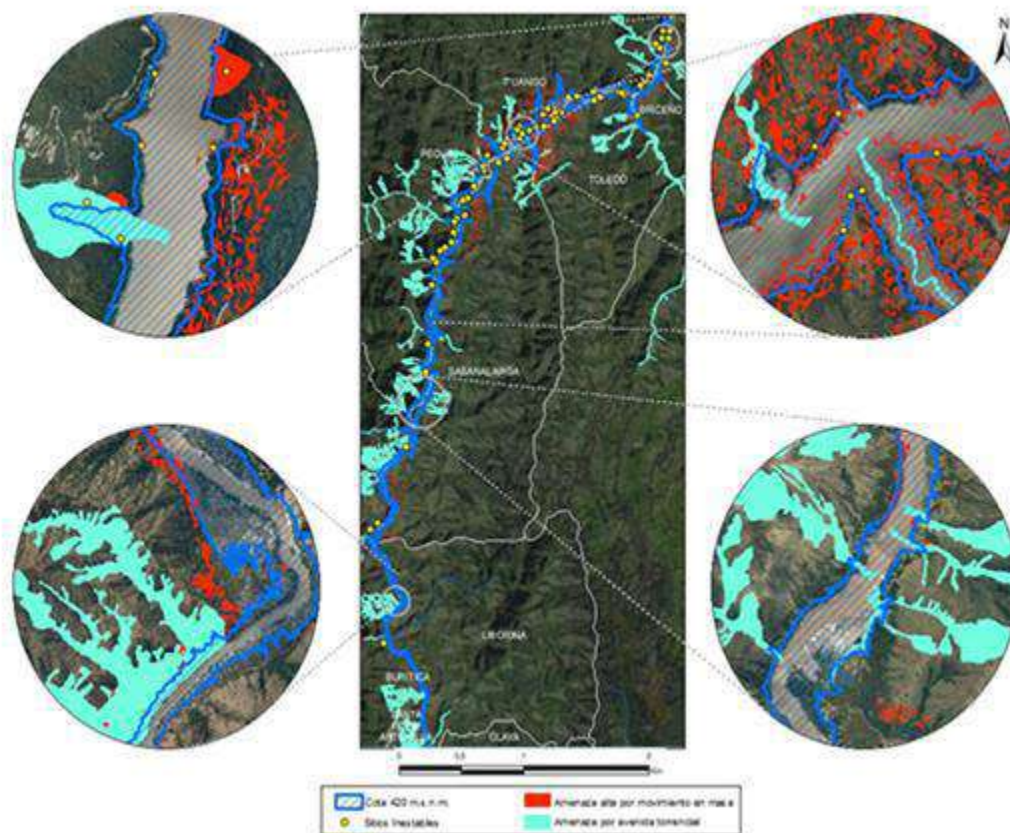
Por otra parte, dado que el área de estudio corresponde al valle encañonado del río Cauca, en general las fuentes hídricas que discurren al embalse hacen parte de cuencas de montaña muchas de estas con características que las hacen altamente susceptibles a las avenidas torrenciales; esto quedó evidenciado en el estudio de torrencialidad realizado entre 2015-2016 en el marco de la formulación inicial del POE.

En este orden de ideas y teniendo en cuenta que el período de estabilización no restringe el desarrollo de pesca artesanal de subsistencia y la navegación asociada a la conectividad local, las zonas con amenaza por avenida torrencial presentan relieves atractivos que

pueden llamar la atención de turistas o pobladores incautos para la realización de actividades como camping, y considerando además la gran complejidad relacionada con el control de usos y actividades en el cuerpo de agua, se advierte la necesidad de realizar una señalización de las zonas del embalse que actualmente presentan o a futuro podrían presentar inestabilidad (zonificaciones de amenaza) y/o amenaza por avenida torrencial, de manera que las personas que transiten o usen el embalse y las laderas aledañas tengan mayor claridad sobre el riesgo que pueden correr en ciertos sectores o sitios concretos del área de estudio.

En la Figura 133 se incluyen las amenazas altas por movimiento en masa, las amenazas por avenida torrencial y los sitios inestables determinados en este estudio, a partir de los cuales se establecen los sitios donde se propone establecer señalética que indique las amenazas presentes en distintos puntos y sectores.

**Figura 133. Sitios y sectores donde se debe disponer señalética para alertar sobre las amenazas**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

De acuerdo con la Figura en los diferentes sitios señalados como puntos amarillos deberá disponerse señalética que alerte sobre la existencia de amenaza por movimiento en masa

o inestabilidad de laderas; así mismo, en los sectores con amenaza alta por movimiento en masa deberá ponerse este mismo tipo de señalización con una frecuencia tal que abarque toda el área afectada. Finalmente, en los sectores con amenaza por avenida torrencial deberá disponerse señalización que aclare la existencia de amenaza por este fenómeno. Para mayor comprensión por parte de los pobladores, podría emplearse alternativamente terminología local para la denominación de los fenómenos (por ejemplo, derrumbes, borrascas, etc.).

#### 7.4. PERIODO DE ESTABILIZACIÓN COMPONENTE ÍCTICO

Cuando se produce el embalsamiento de un río se generan cambios drásticos en el continuo de éste y en especial en las poblaciones ícticas, lo anterior debido principalmente los embalses se comportan muy diferente a los lagos, ya que no poseen una comunidad de peces resultante de la co-evolución con su medio ambiente (Welcomme, 2001). Los ensambles de peces resultantes del embalsamiento de los ríos están generalmente formados a partir de la ictiofauna del río original. Sin embargo, muchas de esas especies son incapaces de adaptarse al nuevo régimen y rápidamente desaparecen del cuerpo de agua principal del embalse (Welcomme, 2001). Esto se ve reflejado en una disminución de capturas de las especies reófilas y de gran porte y una dominancia por especies residentes y de menor porte (Petrere 1996). Y si, a esto le sumamos que el bajo tiempo de permanencia del agua de los grandes embalses, hace que estos se parezcan más a ríos lentificados sin llanura de inundación, este tipo de embalses comúnmente tiene una producción primaria severamente limitada por la luz (Quirós, 2003). Esta característica, junto con la falta de especies de peces adecuadas a ese tipo de ambiente, puede contribuir a un rendimiento pesquero relativamente bajo.

En consecuencia el comportamiento de los nuevos ensambles de peces en los embalses está dado en gran medida por condiciones propias del terreno embalsado, de esta manera se dispone de diferentes hábitats los cuales están supeditados a la estabilidad del medio acuático, estabilidad de las laderas, productividad primaria, tamaño del embalse, interacción de las redes tróficas, (competencia, depredación, colonización adicional), profundidad, superficie y litoral, siendo estos algunos de los factores que regulan la diversidad íctica en los ambientes lénticos. También es importante resaltar que la diversidad íctica depende del período de colonización, durante el cual el embalse está conectado con otras fuentes acuáticas y con otros recursos ícticos además de los posteriores eventos de intervención humana que pueden o no establecer conexiones acuáticas con otros recursos hídricos (Barbour, 1974).

Debido a que la estabilización de un embalse desde la parte íctica es de una amplia complejidad, en gran medida a que depende de diferentes factores como los mencionados anteriormente los cuales van desde la geomorfología de la cuenca, el tipo de río embalsado, el ensamblaje inicial de peces, entre otros factores y si le sumamos las adaptaciones reproductivas de cada especie como lo es, el cuidado parental entre otras, es posible que el tiempo requerido para la estabilización del embalse sea de **cuatro años a partir del inicio de la generación de hidroelectricidad**. Periodo al cabo del cual se evaluará la



pertinencia o no de continuar bajo esta restricción. Esto solo tomando en cuenta el tiempo que tarda en madurar la primera corte de las especies que poseen cuidado parental y que generalmente pertenecen a órdenes perciformes, estas especies pueden ser tanto de origen nativo como domesticadas.

Actualmente con la presencia física del embalse del PHI es prioritario hacer énfasis en las medidas de protección y conservación a la fauna íctica y el recurso pesquero, en especial por que se observó mediante las salidas de campo y la revisión de información secundaria que la presencia de pescadores en la zona va en aumento y de igual manera el uso de artes de pesca no recomendadas como los trasmallos de hilo multifilamento o deslizado, tanto en aguas abiertas como en las desembocaduras de los tributarios.

#### **7.4.1. Restricciones a la pesca durante el periodo de estabilización**

Durante la fase inicial de producción del embalse, la pesquería debe ser ordenada para hacerla sostenible en el tiempo (Jiménez-Segura, et al., 2011). Para llevar a cabo la ordenación pesquera se requiere inicialmente conocer cuál es el tipo de pesca sobre el cual se realizará la ordenanza, de esta forma y como lo menciona Quiros, (2003). “En las regiones más desarrolladas económicamente, caracterizadas por la pesca recreativa, el enfoque está orientado hacia desarrollar medidas de conservación y ordenación para estas pesquerías. Sin embargo, en las economías menos desarrolladas, donde la pesca es una fuente de alimento, el enfoque está focalizado hacia las necesidades inmediatas para consumo humano”.

La ordenanza pesquera en embalses a diferencia de la que se lleva a cabo en grandes ríos se hace más sencilla, (Welcomme, 2001). Por lo tanto, la actividad pesquera y su ordenación estará sometida a otro tipo de decisiones relacionadas con la finalidad inicial del reservorio de agua. Sin embargo, independientemente de que la pesca sea planeada o no en un embalse, esta se convierte en una actividad y se constituye en uno de los usos de los embalses. (Jiménez-Segura, et al., 2011).

De acuerdo con lo citado anteriormente, continuar con el levantamiento de la información de línea base con el llenado del embalse de Ituango, actividad que cobra una mayor importancia, debido a que dicha información permitirá formular un plan de ordenamiento pesquero, que entre en vigor a partir del cuarto año de llenado el embalse (finalización del periodo de estabilización íctica y geológica) y para el cual se sugiere que se dé inicio a las actividades de pesca en el embalse.

En consecuencia, se recomienda que, durante el periodo de estabilización íctica y geológica no se deberá llevar a cabo las siguientes pescas: pesca recreativa, pesca deportiva, pesca artesanal con fines comerciales, de igual manera no se recomienda la acuicultura en jaulones flotantes, esto hasta que se haga efectivo el plan de ordenamiento pesquero.

En cuanto a la pesca artesanal de subsistencia, esta se puede permitir durante el periodo de estabilización (ver documento actualización POE-pesca), siempre y cuando sea acatando las normas consignadas en la Ley 13 de 1990 (Congreso de Colombia, 1990) y su Decreto Reglamentario 2256 de 1991 (Presidente & Republica, 1991), que define la pesca de subsistencia así: la que se realiza sin ánimo de lucro, para proporcionar alimento al pescador y a su familia. Además, en procura del establecimiento de los stocks pesqueros se recomienda que las artes de pesca para dicha actividad sean las siguientes: atarrayas y anzuelos, de acuerdo como se menciona más adelante y en el documento de pesca artesanal.

#### **7.4.2. Recomendaciones a las artes de pesca durante el periodo de estabilización**

Durante el periodo de estabilización hay tipos de pesca que no pueden ser restringidos como lo es la pesca artesanal de subsistencia, por lo tanto, se recomiendan las siguientes artes de pesca a modo de permitir un uso sostenible del recurso pesquero.

##### **Atarraya**

Arte de pesca que se usa de manera activa, construida con hilo de nylon que puede ser mono o multi-filamento, tiene una forma cónica, la longitud de su manta alcanza máximo los cuatro metros o cinco varas, con un ojo de malla que va desde los 8 cm hasta los 10 cm y un peso que oscila entre las 12 a 20 libras.

##### **Calandria o línea de anzuelos**

Es una línea madre o principal, la cual acostumbra a ser de Poliamida multifilamento, con una longitud variable, en la cual se anudan líneas secundarias o bajantes o reinales que pueden ser de mono o multifilamento, en las cuales a su vez se amarran los anzuelos. En Colombia se utilizan principalmente anzuelos kirby o Jota en un amplio rango de tamaños (No.6 – No. 14). Este arte de pesca está presente en casi todas las cuencas del país incluyendo la cuenca Magdalena-Cauca (Iragorri et al., 2014). Este tipo de arte suele usar carnada para atraer los peces, esta puede ser viva o muerta.

##### **Caña de pescar o línea de mano**

La caña de pescar consiste en una vara de madera o materiales compuestos, la cual se hace más fina hacia uno de sus extremos, de este se desprende un cordel o monofilamento de nylon, al cual en su punta más distal se le ubica un anzuelo el cual debe ser numero 4 o 5, este tipo de arte de pesca se usa desde las orillas y emplea carnada que puede ser viva o muerta.

Línea de mano, es un arte de pesca que consiste en un cordel o nylon al cual se le fija un anzuelo en su extremo distal los cuales deben ser del número 4 o 5 y se usa carnada para atraer la presa.

### **Trasmallo monofilamento**

Es una red de enmalle, el principio de captura se realiza en forma pasiva, este arte de pesca también se conoce como “manta”. Se construye de nylon monofilamento y puede ser usado a diferentes profundidades de acuerdo a la forma como se ubique en el cuerpo de agua, en el caso particular del embalse del PIH se recomienda que este arte de pesca se use totalmente sumergido a profundidades no inferiores a los dos metros, esto a fin de no generar interferencia con la navegación de carga y pasajeros que se da constantemente en el embalse y evitar el daño mecánico o pérdida del arte de pesca por causa del buchón de agua, de igual manera no se recomienda el uso de esta arte de pesca en ninguna de las desembocaduras de tributarios al embalse, esta medida busca proteger sitios estratégicos para el desarrollo de los peces

#### **7.4.3. Artes de pesca no recomendadas durante el periodo de estabilización**

Durante el periodo de estabilización íctica no se recomienda el uso de las siguientes artes de pesca

#### **Trasmallo Liso o deslizado**

Es un tipo de red de enmalle estacionario el cual está construido con un hilo multifilamento no entorchado el cual aumenta la eficacia del arte de pesca

#### **Chinchorros y Chinchorras**

Son redes de tiro que opera haciendo una especie de semi-cerco con un posterior arrastre hasta la orilla. Se caracteriza porque en su estructura tienen o no un copo o bolso definido

#### **Redes de arrastre**

Están compuestas por cuatro o más paneles, los cuales son cerrados por uno o dos copos y con alas laterales que se extienden hacia adelante desde la apertura. La red se mantiene abierta por las compuertas de arrastre. Esta es arrastrada por una embarcación.

### **7.5. DINÁMICA EN LA COLA DEL EMBALSE**

Se denomina cola del embalse a la zona de transición entre el río y el embalse, cambio del cuerpo de agua de un sistema lótico a un sistema léntico. En esta transición se presenta una disminución del gradiente hidráulico y de la velocidad del flujo, por consiguiente, se presenta una disminución drástica en la capacidad de transporte de sedimentos de la corriente, generando un proceso de agradación del lecho y cambiando drásticamente la geomorfología del cauce, ocasionando además procesos de acumulación de residuos flotantes. A continuación, se presenta un breve abordaje de la dinámica en la cola del

embalse, incluyendo los cambios geomorfológicos del cauce y acumulación de sedimentos (cuña de sedimentos) y seguidamente el proceso de acumulación de residuos flotantes.

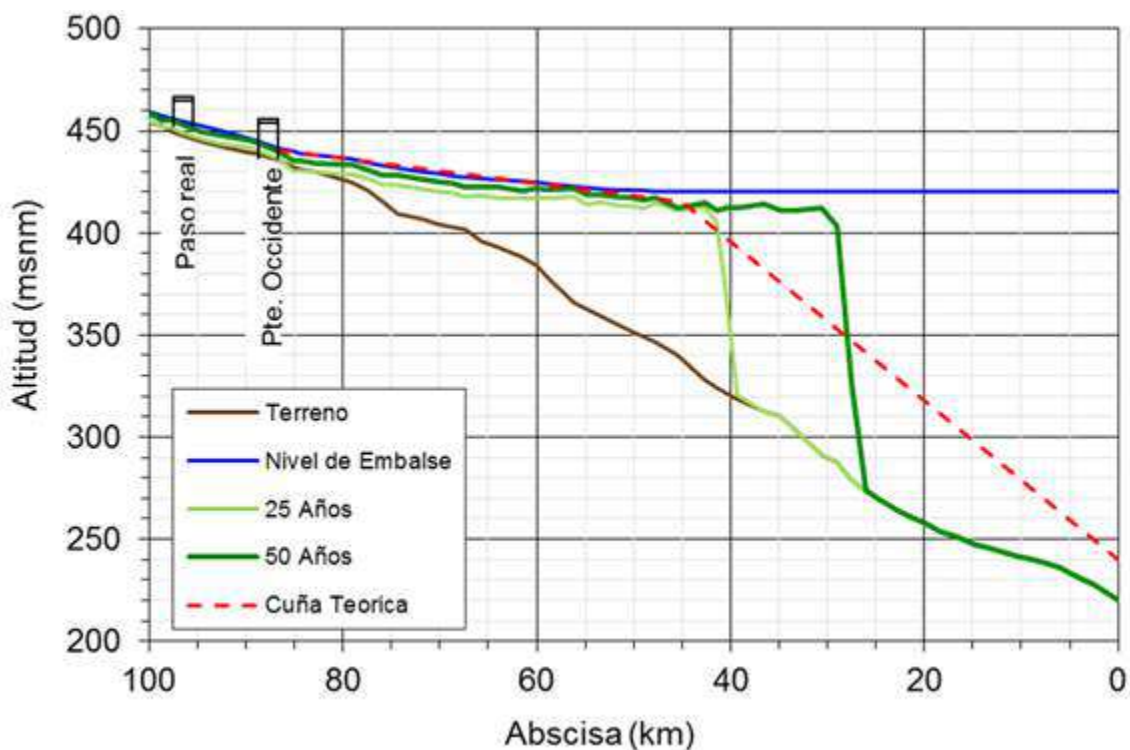
### **7.5.1. Cambios geomorfológicos del cauce: acumulación de sedimentos**

La disminución del gradiente hidráulico y de la velocidad del flujo, generadas en la zona de transición entre el río Cauca y el embalse del PHI, ocasionan procesos de agradación (deposición y acumulación de sedimentos) y por tanto, cambios geomorfológicos en el cauce; así, se pasa de un cauce recto con algunas barras de sedimento a un lecho trenzado y se genera una cuña de sedimentos que avanza hacia el interior del embalse haciéndole perder capacidad de acumulación de agua. En la Figura 134 se presenta la evolución del lecho para el embalse Hidroituango, (Integral 2015), estos resultados se obtienen utilizando un modelo unidimensional de transporte de sedimentos, en esta se presenta el perfil del fondo del embalse para los tiempos de 50 y 100 años de evolución, donde el “Terreno” representa el fondo original del río, el “Nivel del Embalse” es el nivel de agua representativo con cota 420 msnm y las curvas “25 años” y “50 años” representan el fondo del embalse cuando han transcurrido 25 y 50 años después del llenado, el abscisado “0” corresponde al sitio de presa.

Se puede observar que entre las abscisas Km 100 (inicio de la modelación) y Km 80 (al frente de la cabecera de Olaya) en el transcurso de 50 años se espera un incremento del fondo promedio del cauce del orden de 5 m que no producirá cambios significativos en la morfodinámica del lecho, allí se preserva el gradiente hidráulico de la corriente. Después de la abscisa Km 80 hasta la abscisa Km 65 el gradiente hidráulico original del río, 0.25% cambia a 0.05%, la energía del río para transportar sedimentos disminuye drásticamente, los sedimentos se depositan y el nivel del fondo se levanta paulatinamente a medida que avanza en el embalse. Bajo estas condiciones el ancho del río se incrementa, formándose un río tipo trenzado, con barras de sedimentos y varios canales, bajo estas circunstancias se espera que se tengan dificultades en la navegación y localización de puertos en esta zona a medida que la cuña de sedimentos avanza. Ya que los modelos son unidimensionales y no se cuenta con un estudio de geomorfología fluvial de la cola del embalse, no se tienen definidas las zonas donde se espera mayor acumulación de sedimentos en cada sección transversal donde se proyectan los puertos. Se debe realizar un estudio más detallado para la implementación de puertos en la cola del embalse y evitar la inoperancia o adecuaciones costosas a futuro.



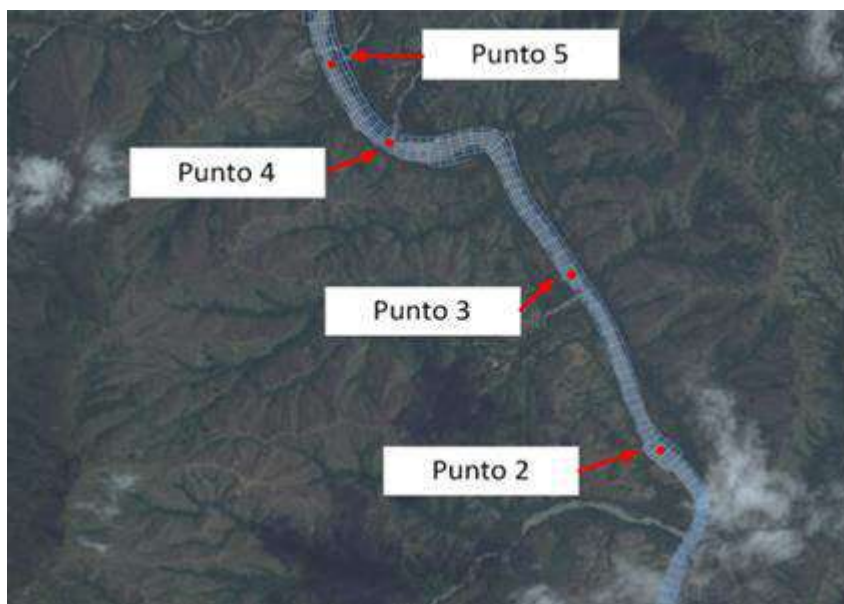
Figura 134. Avance de la cuña de sedimentos



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

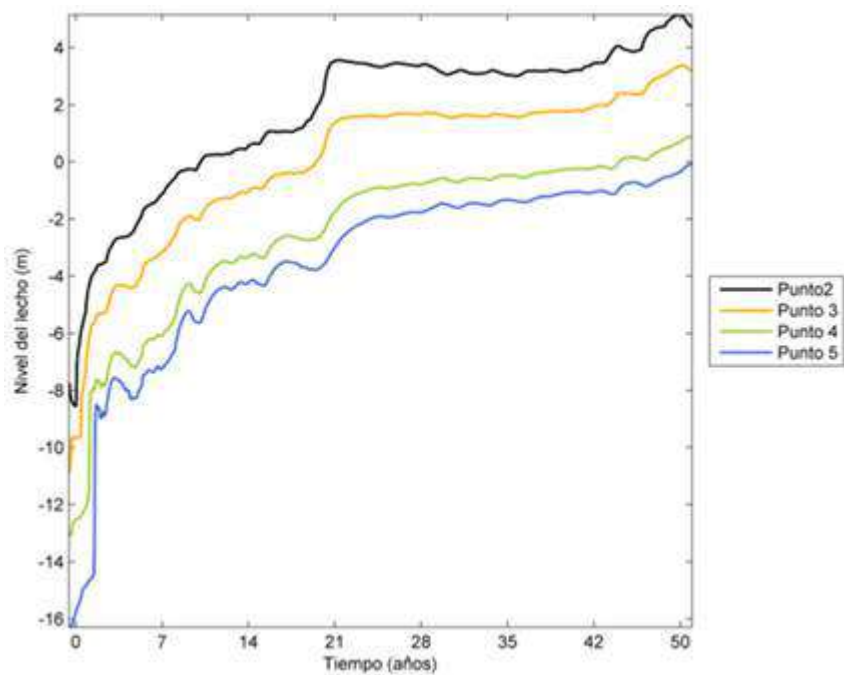
En la Figura 135 (Cantabria 2016), se presenta la localización de los puntos donde se extracto del modelo de transporte de sedimentos la información de la evolución del fondo del lecho, los puntos 2 al 5 se localizan entre las abscisas Km 75 y Km 60, el punto 2 coincide con el puente de La Angelina y el punto 5 se localiza 15 km aguas abajo de este.

Figura 135. Localización de puntos para seguimiento de agradación del lecho del río



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

Figura 136. Representación de la evolución del lecho durante 50 años de los Puntos 2-al Punto 5



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

En la Figura 136 se presenta para cada punto la evolución del lecho del río durante 50 años de funcionamiento del embalse; el nivel del lecho está medido respecto al nivel 420 msnm, nivel más frecuente del embalse para una regla normal de operación. Se puede apreciar una evolución rápida del fondo promedio del cauce, en los primeros tres años después del llenado del embalse, hasta los 21 años de evolución el incremento es significativo, después de los 21 años el incremento en los niveles es más lento, parece estabilizarse. En la zona del puente de La Angelina donde se proyectan algunos embarcaderos y se espera que sea un núcleo de actividad importante, se espera un incremento en 21 años del fondo en un valor cercano a los 12m; el fondo promedio inicial antes del llenado estaría aproximadamente en la cota 410 msnm, el nivel promedio del fondo a los 21 años estaría en la cota 422 msnm y el nivel de agua en el sitio sería la 430 msnm, dejando una lámina de 8m en promedio suficiente para la navegación en el sector en la mayor parte del tiempo, sin embargo aparecerán barras de sedimentos que podrían dificultar la navegación y volver inoperantes los muelles con mayor frecuencia en épocas de bajos niveles en el embalse.

#### **7.5.2. Acumulación de residuos flotantes y crecimiento de macrófitas**

En la cola del embalse, dada la reducción de la velocidad del flujo se presentará otro fenómeno importante, la aglomeración de elementos flotantes generando una especie de tapón, que podría impedir la navegación dependiendo de su magnitud. Aunque no existe un estudio detallado de este aspecto, que permita identificar la magnitud de este fenómeno, las experiencias de esta problemática en otros embalses del país y el mundo, sumadas a la significativa carga de materiales arrastrados por el río Cauca en relación a su caudal y alta energía, hacen prever que pueden formarse “islas” de residuos flotantes de tamaños considerables; en este sentido, el Plan de Manejo Ambiental del EIA del Proyecto Hidroeléctrico Ituango, prevé la ocurrencia del fenómeno en cuestión considerando las significativas cantidades de madera y basura que transporta el río Cauca desde la parte alta de la cuenca, que se evidencian por su acumulación en remansos tales como los ubicados en Orobajo (Sabanalarga), lugar donde son ampliamente aprovechados por la población local (Integral, PMA-EIA, 2007).

**Fotografía 71. Acumulación de material flotante, embalse el sumidero México**



Fuente: Gomez, 2014.

**Fotografía 72. Acumulación de material flotante, embalse Hidrosogamoso, Santander. Capturada en junio 2016**



Fuente: Universidad Nacional de Colombia & EPM (2020).

En la Fotografía 71 se muestra la acumulación de estos elementos en el embalse El Sumidero en el Estado de Chiapas (México) y en la Fotografía 72 se muestra la empalizada muy común en el embalse Topocoró de Hidrosogamoso, en el departamento de Santander (Colombia).



Además de la afectación directa sobre el paisaje, la acumulación de residuos flotantes puede generar malos olores como producto de la descomposición de materia orgánica, pudiendo convertirse en ambientes propicios para la aparición de vectores de enfermedades; esta última situación se agudiza con la proliferación de macrófitas acuáticas en la cola del embalse, pues de acuerdo al PMA "...en el trópico se ha observado que estas plantas pueden favorecer y servir de hábitat para algunos insectos y caracoles que son vectores o que hacen parte del ciclo de vida de algunos organismos que producen enfermedades en los vertebrados superiores" (Integral, PMA-EIA, 2007, p. 9.85). A esto se suma la probabilidad de que entre los elementos flotantes se encuentren basuras, haciendo más compleja la problemática ambiental.

En el PHI la cola del embalse se localiza a la altura de los municipios de Santa Fe de Antioquia y Olaya (quizá también parte de Liborina), por lo que las problemáticas generadas con la dinámica de la cola del embalse tienen repercusiones negativas sobre expectativas de actividades turísticas y urbanización-parcelación en el entorno del embalse. En Santa Fe de Antioquia las veredas Cativo y El Tunal (adyacentes al embalse) han tenido expectativas para el desarrollo de parcelación y en Olaya la vereda aledaña a la cola del embalse (El Pencal) ha tenido desarrollo de un negocio de hotelería y viticultura; estos usos del suelo pueden verse seriamente afectados por los impactos asociados a la acumulación de residuos flotantes y crecimiento de macrófitas, pues la proliferación de olores y vectores de enfermedades crea un ambiente insalubre poco atractivo para ser habitado (parcelaciones) o visitado por turistas, a la vez que la afectación del paisaje desincentiva el desarrollo de ambas actividades, pues la oferta paisajística y de disfrute acuático (natación, pesca, etc.) se pierde con la acumulación de residuos flotantes generada con el llenado y operación del embalse.

Adicionalmente es importante considerar que, de acuerdo con la modelación de la calidad de agua realizada por el Instituto de Cantabria (2016), se encontró que en todo el embalse se esperaban unos valores medios anuales de nutrientes y unas condiciones óptimas de Temperatura y PH para el crecimiento de especies macrófitas acuáticas, básicamente *Eichhornia crassipes* (buchón de agua). Aunque en dicha modelación se mostraban dos zonas en las que se esperaba que el crecimiento de *Eichhornia crassipes* fuera mucho más rápido –en las cuales no estaba incluida la cola del embalse–, se preveía que al ser ésta una planta flotante, era posible que se propagara fácilmente a lo largo de todo el embalse como consecuencia de las corrientes de agua y el viento (Instituto de Cantabria, 2016).

Con el llenado no previsto del embalse tras la contingencia de 2018, se ha venido presentando crecimiento de la planta *Eichhornia crassipes* en las diferentes zonas del embalse, especialmente en las zonas en que los afluentes se encuentran con el agua embalsada (tanto en el cauce principal como para algunos de los cauces secundarios que aportan agua al embalse); sin embargo, el comportamiento de esta planta aún es incierto, pues no se ha alcanzado la cota máxima del embalse (420 m.s.n.m.) ni se ha iniciado su operación. En este sentido, el período de de 4 años propuesto para la estabilización de las

laderas y las poblaciones de peces, también se constituye en una medida aportante para observar el comportamiento de estas macrófitas e identificar una posible estabilización en la localización de las mismas, de manera que puedan proponerse acciones efectivas para su manejo y control, repercutiendo a su vez en la garantía del desarrollo de usos como la navegación en diversos tramos del embalse.

Es importante aclarar que, aunque por licenciamiento ambiental EPM debe garantizar una cobertura de *Eichhornia crassipes* inferior al 20% del total de la superficie del embalse, no es su obligación mantener o garantizar la navegabilidad en los tramos donde históricamente no ha existido la conectividad. Esto implica que la restitución de conectividad deberá por Licencia Ambiental ser restituida alrededor de las áreas aledañas a los puentes que, antes de la presencia del nuevo cuerpo de agua conectaban las dos veras del río.

## **7.6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Teniendo en cuenta tanto la revisión y actualización de la temporalidad propuesta en relación a la inestabilidad de laderas como la temporalidad propuesta en relación al componente íctico, ambas basadas en el principio de precaución, se reitera la necesidad de que se respete un período de estabilización del embalse de cuatro (4) años desde la entrada en operación del PHI, temporalidad en la que se espera que las condiciones físicas y biológicas alcancen un equilibrio que posibilite el desarrollo de todos los usos del suelo incluidos en el Plan de Ordenamiento del Embalse POE.

Cabe resaltar que el período de estabilización del embalse que se propone no afecta el inicio de actividades de subsistencia (pesca), conectividad de la población local (navegación local) y restauración ecológica.

Es importante señalar que además de la prevención de riesgos sobre vidas, bienes muebles e inmuebles, y de la sostenibilidad y estabilización biológica de las poblaciones de peces, el período de estabilización permitirá observar la tendencia del comportamiento de la cola del embalse en cuanto a la acumulación de residuos flotantes y el crecimiento de macrófitas como la *Eichhornia crassipes* (buchón de agua), de manera previa al desarrollo de usos del suelo complementarios y compatibles con el uso principal de generación de energía (diferentes a la pesca artesanal de subsistencia, la navegación para restitución de conectividad local y restauración ecológica), evidenciando la magnitud de los fenómenos (tramos del embalse afectados) y por tanto facilitando la toma de decisiones respecto a la necesidad de ejecutar determinadas acciones en diferentes zonas del embalse o definir la inviabilidad de distintos usos, principalmente en la cola del embalse.

A continuación, se presentan conclusiones y recomendaciones específicas para cada componente.

## 7.7. PERÍODO DE ESTABILIZACIÓN POR INESTABILIDAD DE LADERAS

Es evidente que el período de estabilización propuesto es relativamente largo, no obstante se considera que, teniendo en cuenta la inestabilidad general que caracteriza la zona (por la gran densidad de fallamiento) que se ha manifestado mediante la generación de al menos 65 sitios de inestabilidad y erosión tras el llenado del embalse en 2018, su localización en un área de amenaza sísmica alta y la probabilidad media a alta de ocurrencia de fenómenos de sismicidad inducida, sumadas a las transformaciones que se continuarán generando con el llenado del embalse hasta la cota 420 m.s.n.m. y la entrada en operación, la temporalidad de 4 años propuesta desde el inicio de operación es lo mínimo que debe esperarse en aras de prevenir los riesgos inherentes a cualquier uso distinto a la generación de energía y la conservación ambiental. Incluso, es importante resaltar que dependiendo de las observaciones realizadas durante los monitoreos que se están realizando y se continuarán efectuando en el transcurso del período de estabilización, es posible que éste deba extenderse dado el caso de que las laderas muestren inestabilidad recurrente a lo largo de la temporalidad propuesta.

Además, se considera necesario que, durante el resto del llenado del embalse, después del primer desembalse y en general durante la temporalidad de cuatro años tras la entrada en operación del PHI, se haga un monitoreo permanente al comportamiento de las laderas en los tramos presentados como críticos, de manera que se puedan advertir las condiciones de inestabilidad que podrían desencadenarse en el embalse. Se recomienda un monitoreo de la evolución hidrodinámica de las laderas en los tramos señalados y concretamente, de las deformaciones y transformaciones generales de antiguos movimientos en masa, es decir, los depósitos de coluvión y depósitos de flujo existentes a lo largo del embalse, en inmediaciones del espejo de agua; para ello se debe considerar que generalmente las superficies de falla se desarrollan de abajo hacia arriba como un sistema de arrastre, es decir, el fenómeno de remoción en masa avanza hacia arriba de la ladera para finalmente generar el movimiento de la masa en su totalidad.

El Tramo 1 incluye los sitios de inestabilidad y erosión que se han venido monitoreando tras la contingencia de 2018; en este se hace necesario continuar con monitoreos permanentes de estos sitios y de nuevos sitios que puedan aparecer (incluyendo análisis batimétricos y monitoreos satelitales), en aras de hacer un seguimiento a los procesos morfodinámicos y los cambios en la morfología de la ladera, que pudieran indicar probabilidad de ocurrencia de movimientos en masa y en este sentido, poner en marcha las medidas preventivas y correctivas que se consideren necesarias para disminuir el riesgo. Estos monitoreos – incluyendo el componente batimétrico y monitoreo satelital- son especialmente importantes durante el período de estabilización de las laderas del embalse, tiempo en el cual se deberán implementar las medidas de gestión del riesgo requeridas de acuerdo a los hallazgos obtenidos.

Integral (2020) efectuó un diagnóstico geológico y geotécnico inicial de 20 sitios inestables identificados con amenaza alta en la primera campaña batimétrica realizada por HMV (2018); de este estudio se recogen algunas recomendaciones importantes para estos sitios que se mencionan a continuación:

- Realizar en los sitios analizados seguimiento con monitoreo satelital en aras de identificar potenciales avances de los procesos de inestabilidad. En los sitios más cercanos a la presa, deberá continuarse con instrumentación adicional tales como radares, entre otras (en este monitoreo se recomienda incluir al sitio 10).
- Deben realizarse sobrevuelos con Dron periódicamente con el fin de determinar por medio de imágenes y videos si los procesos inestables presentan algún tipo de avance.
- En los sitios en los que EPM definan realizar un tratamiento inmediato, deben contemplarse medidas de control de erosión y estabilidad de taludes tales como obras para el manejo de aguas y drenajes. Además, se podrá evaluar la factibilidad y pertinencia de perfilado, reconfiguración, revegetalización, trinchos, obras de reducción del impacto producido por el oleaje, entre otras.

En el Tramo 2 se recomienda comenzar a realizar monitoreos generales (incluyendo en lo posible monitoreos satelitales) que permitan hacer seguimiento al comportamiento de las laderas en lo que resta del llenado y la entrada en operación, y hacer monitoreos concretos en los sitios críticos identificados mediante análisis espacial del ortofotomosaico de 2018, en aras de profundizar en la comprensión de las condiciones geológicas, geomorfológicas y geotécnicas de los mismos y por tanto de la estabilidad general que los caracteriza, mejorando de este modo el conocimiento del riesgo en la zona de estudio y con ello adquiriendo mayores elementos para la toma de decisiones en términos de su gestión. En especial se hace importante estudiar y monitorear el sitio inestable localizado aproximadamente frente a la desembocadura de la quebrada Rodas en Liborina, en la margen izquierda del embalse en jurisdicción del municipio de Buriticá<sup>25</sup>, dado que las dimensiones del sitio son considerables, tanto mediante análisis espacial del ortofotomosaico como en campo se identificaron procesos erosivos activos y sobre el mismo se localiza la vía que conduce al corregimiento de Mogotes, por lo que es usado por la comunidad de la zona. Este sitio, aunque ya existía con anterioridad al llenado del embalse, podría desestabilizarse con los cambios generados con el llenado del embalse y su puesta en operación, poniendo en riesgo no sólo los usos y actividades que se desarrollen en el embalse sino también a los pobladores y animales que cruzan hacia Mogotes y al camino que en sí mismo es la actual forma de conectividad de dicha comunidad.

En el trayecto restante del embalse que no incluye los Tramos 1 y 2, es importante hacer monitoreos generales -por ejemplo, mediante recorridos fluviales- principalmente en épocas invernales, con el fin de estar atentos frente a cualquier evidencia de inestabilidad que puedan presentar las laderas y poder identificar las medidas requeridas para reducir el riesgo que puedan presentar.

---

<sup>25</sup> Este sitio no está incluido en el Tramo 2 pero se resalta como un sitio inestable específico que requiere estudios y monitoreos más profundos que otras zonas del embalse.



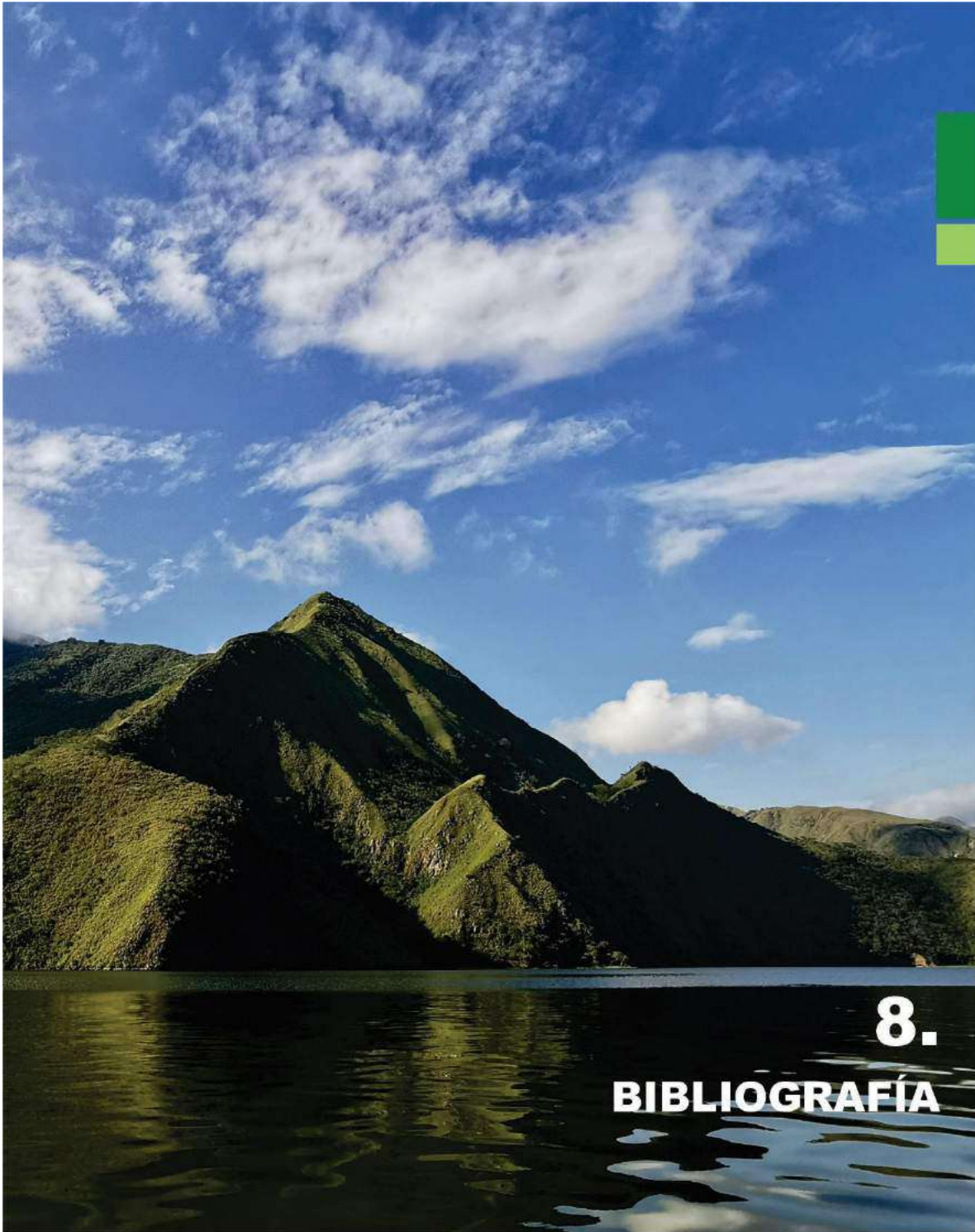
### **7.7.1. Período de Estabilización Componente Íctico**

Se recomienda un periodo de estabilización de al menos cuatro años desde la entrada en operación del embalse, durante los cuales no se debe permitir actividades como la pesca recreativa, pesca deportiva y acuicultura en jaulones, esto tiene por fin dar el tiempo suficiente al establecimiento del nuevo recurso pesquero y a la formulación del plan de ordenamiento pesquero del embalse.

Con el fin de garantizar un stock pesquero que sea sostenible en el tiempo se recomienda el establecimiento de un programa de monitoreo íctico y de dinámica pesquera, mediante el cual se pueda levantar la información de la línea base para la formulación de un plan de ordenamiento pesquero. Dicha información deberá ser recogida durante los tres primeros años posteriores al llenado del embalse, de modo que para el cuarto año entre en vigencia el futuro plan de ordenamiento pesquero.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el monitoreo íctico, se recomienda evaluar la posibilidad de realizar repoblamiento de peces con especies nativas.

Es recomendable hacer socializaciones de los resultados del monitoreo íctico y del plan de ordenamiento pesquero, a las comunidades de futuros pescadores en la zona de influencia directa del futuro embalse de Ituango, esto con el fin se concientizar sobre el uso responsable del recurso pesquero.



**8.**  
**BIBLIOGRAFÍA**

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Agricultura, M. de. (1984). *decreto 1594 de 1984* (p. 55). p. 55. Bogotá, D.C., Colombia: Presidencia de la republica.
- Agostinho, A. A., Gomes, L. C., Veri, S., & Okada, E. K. (2005). *´ River: effects on Flood regime , dam regulation and fish in the Upper Parana assemblage attributes , reproduction and recruitment.* (2004), 11–19.
- Alcollarin. (2012). Club de pesca Alcollarin.
- Asamblea Departamental de Antioquia. (2019). Ordenanza Departamental de Antioquia N° 031 del 2 de septiembre de 2019.
- Asamblea Departamental de Santander. (2017). Ordenanza Departamental N° 038 del 10 de agosto de 2017.
- Asamblea Nacional Constituyente. (1991). Constitución Política de Colombia 1991 (p. 170). p. 170.
- Aurelio Irigorri Valencia, Hernan Miguel Román Calderón, Luis Humberto Guzmán Vergara, Sandra Emilia Muñoz Torres, Rafael Zavala Gómez del Campo, Iván Felipe León Ayala, Martha Lucia de la Pava Atehortúa, Amparo Ramos Mora, Alejandro Flores Nava, Claudia, H. L. S., Hincapié, G. A., & Alarcón, N. G. (2014). *Pesca en cifras/2014.* MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACION Y LA AGRICULTURA. [http://aunap.gov.co/wp-content/uploads/2016/05/Pesca\\_en\\_cifras.pdf](http://aunap.gov.co/wp-content/uploads/2016/05/Pesca_en_cifras.pdf)
- AUNAP. (2013). *RESOLUCIÓN 408 DE 2013.* Bogotá, D.C., Colombia: Autoridad Nacional De pesca Y Acuicultura.
- Barbour, C. D. & J. H. B. (1974). Fish species diver sity in lakes. *Nat.*
- CÁMARA DE COMERCIO DE MEDELLÍN PARA ANTIOQUIA. (2012). *Cadena Turismo de Naturaleza en Antioquia.* Medellín.
- CÁMARA DE COMERCIO DE MEDELLÍN PARA ANTIOQUIA. (2019). *PERFILES SOCIOECONÓMICOS DE LAS SUBREGIONES DE ANTIOQUIA.* Medellín.
- Casas, A. y Rico, M. (2008). Estabilidad de laderas y riesgo de deslizamientos e inundación en el embalse de Yesa. Universidad de Zaragoza, Departamento de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias. Zaragoza. Consultado el 14 de junio de 2016 en: [https://rioaragon.files.wordpress.com/2008/02/yesa\\_informe\\_geologico\\_completo.pdf](https://rioaragon.files.wordpress.com/2008/02/yesa_informe_geologico_completo.pdf)
- Castellanos C; Pedraza, A. (2011). *Factibilidad para la creación de un sitio de pesca deportiva en el municipio de Lebrija.* Universidad industrial de Santander.
- Castro, R.L., 1985. Los Métodos y Aperos de Pesca más Importantes Utilizados en los Lagos y Embalses de El Salvador. Su Eficiencia en la Economía y en la Captura por Especie. Ministerio de Agricultura y Ganaderia-Centro de Desarrollo Pesquero (CENDEPESCA). San Salvador.

- Colegio Mayor de Antioquia. (2016). *Actualización de las líneas estratégicas del Plan de Desarrollo Turístico De Antioquia 2016 – 2025*. Medellín: Gobernación de Antioquia.
- Congreso de Colombia. (2017). *LEY 1851 DE 2017* (p. 2). p. 2. Bogotá, D.C., Colombia: Juriscol.
- Congreso de la República de Colombia. (1974). Decreto Ley 2811 de 1974 “Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables –CNRNR-” que se complementa con las disposiciones del Código Civil.
- Congreso de la República de Colombia. (1978). Decreto 1541 de 1978 Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974: “De las aguas no marítimas” y parcialmente la Ley 23 de 1973. Compilado por el Decreto 1076 de 2015, por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Congreso de Colombia. (1990). *Congreso de Colombia Ley 13 de 1990* (p. 5). <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1569656>
- Congreso de Colombia. (1990). *Congreso de Colombia Ley 13 de 1990* (p. 5). p. 5. Bogota-Colombia.
- Congreso de la República de Colombia. (1993). Ley 99 de 1993 por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan .
- Congreso de la República de Colombia. (1997). Ley 388 de 1997 “Por la cual se modifica la Ley 9a de 1989, y la ley 3a de 1991 y se dictan otras disposiciones.”
- Congreso de la República de Colombia. (2002a). Decreto. 1604 de 2002. Por el cual se reglamenta el parágrafo 3° del artículo 33 de la Ley 99 de 1993. Comisiones Conjuntas.
- Congreso de la República de Colombia. (2002b). Decreto 1729 de 2002. Por el cual se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto-ley 2811 de 1974 sobre cuencas hidrográficas, parcialmente el numeral 12 del Artículo 5° de la Ley 99 de 1993 y se dictan otras disposiciones. Compilado por el Decreto 1076 de 2015, por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Congreso de la República de Colombia. (2007). Decreto 3600 de 2007 "Por el cual se reglamentan las disposiciones de las Leyes 99 de 1993 y 388 de 1997 relativas a las determinantes de ordenamiento del suelo rural y al desarrollo de actuaciones urbanísticas de parcelación y edificación en este tipo de (p. 36). p. 36. Retrieved from <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=26993>
- Congreso de la República. Ley 56 de 1981
- Congreso de la República. Ley 142 de 1994
- Congreso de la República. Ley 143 de 1994



- Congreso de la República. Ley 388 de 1997
- Congreso de la República. Ley 614 de 2000
- Congreso de la República. Ley 1242 de 2008. Código Nacional de Navegación y Actividades Portuarias y Fluviales.
- Congreso de la República de Colombia. (2011). Ley 1454 de 2011 “Por la cual se dictan normas orgánicas sobre ordenamiento territorial y se dictan otras disposiciones.” Bogotá.
- Congreso de la República de Colombia. (2012). Ley 1523 de 2012 “Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones.”
- Consejo de Estado. Concepto 1502 de julio 4 de 2003.
- Consejo de Estado. Concepto de febrero 27 de 2014. Radicado: 11001030600020140000700, consejero ponente: WILLIAM ZAMBRANO CETINA
- Consejo de Estado. Concepto octubre 29 de 2014. Número único: 11001 03 06 000 2014 000130 00
- Congreso de Colombia. (2015). *Decreto 1071 de 2015* (p. 417). p. 417. Bogotá, D.C., Colombia: Juriscol.
- Consejo de Estado. Sentencia *del 18 de marzo de 2010, sección primera, radicación: 11001-03-24-000-2005-00185-01, consejero ponente: RAFAEL E. OSTAU DE LAFONT PIANETA*
- CONSULTORES UNIDOS S.A. - EPM (2013). Primer Monitoreo de Inestabilidad y Erosión para el Proyecto Hidroeléctrico Ituango para las Áreas Afectadas por Las Obras del Proyecto y Áreas con Inestabilidad y Erosión originadas por Fenómenos Naturales.*
- COPESCAL. (2009). *Examen de la pesca continental en América Latina. Comisión de pesca continental para América Latina.* Manaos, Brasil.
- Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia – CORANTIOQUIA-. Acuerdo N° 017 de 1996.
- Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia – CORANTIOQUIA-. Acuerdo N° 346 de 2010
- Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia – CORANTIOQUIA-. Asuntos y determinantes ambientales para el ordenamiento territorial en la jurisdicción de Corantioquia. (2019)
- Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare -Cornare.- Acuerdo 294 de 2013
- Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare -Cornare.- Acuerdo 370 de 2016
- Corte Constitucional. Sentencia C 064 de 1998.

- Corte Constitucional. Sentencia C 795 de 2000.
- Corte Constitucional. Sentencia C 443 de 2009.
- Corte Constitucional. Sentencia C 138 de 2020. Comunicado de prensa, mayo de 2020.
- Deng, S., Jinbing, W., Hong, M., Tham, M. y Lee, C. (2005). Parte de: Science in China Ser. E Engineering & Materials, Volumen 48, p. 27-32. Response of an old landslide to reservoir filling: A case history. Consultado el 16 de junio de 2016 en: <http://link.springer.com/article/10.1360%2F04zze3#page-2>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (Abril de 2020). *VISUALIZADOR DE DATOS SECTOR TURISMO*. Obtenido de <https://sitios.dane.gov.co/turismo#!/inicio>
- DEVELOPING NATURAL ACTIVITIES, S.L. (2020). *LA INDUSTRIA TURÍSTICA Y EL COVID-19*. Madrid: Un Global Compact.
- Departamento Nacional de Planeación. (2012). Definición legal y funcional de los esquemas asociativos de entidades territoriales en Colombia.
- DoNascimento, C., Herrera-Collazos, E. E., Herrera-R., G. A., Ortega-Lara, A., Villanavarró, F. A., Usma Oviedo, J. S., & Maldonado-Ocampo, J. A. (2017). Checklist of the freshwater fishes of Colombia: a Darwin Core alternative to the updating problem. *ZooKeys*, 708, 25–138.
- FAO. (1988). Artes y métodos de pesca en aguas continentales de América Latina. Servicio de Tecnología de Pesca. Roma. Disponible en: <http://www.fao.org/3/s7088s/S7088S00.htm#TOC>.
- FAO. (2003a). Acuicultura: principales conceptos y definiciones.
- FAO. (2003b). Acuicultura principales conceptos y definiciones.
- FAO. (2004). Ordenación pesquera responsable en grandes ríos y embalses de América Latina: Informe del seminario. *FAO/FishCode Revista No. 5*, 78.
- FONTUR. (2020). *Glosario de terminología de turismo*. Colombia: FONTUR. Obtenido de <https://www.fontur.com.co/es/glosario>.
- Galacho-Jiménez, F., & Castaño, J. (2013). Modelo de evaluación de la capacidad de acogida del territorio con SIG y técnicas de decisión multicriterio respecto a la implantación de edificaciones en espacios rurales. *Investigaciones Geográficas*, 60. <https://doi.org/10.14198/INGEO2013.60.04>
- Galeana-Villaseñor, I., Galván-Magaña, F., & Gómez-Aguilar, R. (2008). Influencia del tipo de anzuelo y la profundidad de pesca en la captura con palangre de tiburones y otras especies pelágicas al noroeste del Pacífico mexicano. *Revista de biología marina y oceanografía*, 43(1), 99-110.
- Galvis, G., & Mojica, J. I. (2007). The Magdalena River fresh water fishes and fisheries. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 10(September 2014), 127–139. <https://doi.org/10.1080/14634980701357640>

- Gómez Orea, D. (1992). *Evaluación de Impacto Ambiental*. Madrid: Editorial Agrícola Española S.A.
- Gómez S., Zapata L. A., Medina D.P., González S.M., Caicedo J.A., B. R. A. (2015). Guía De Buenas Prácticas Pesqueras. Una Herramienta Para La Ordenación Pesquera En El Pacífico Colombiano. In *Autoridad Nacional de Pesca y Acuicultura* (1st ed.). Cali, Colombia.
- Eduardoño. (Abril de 2016). Expreso 260. *Ficha técnica*. Colombia.
- Empresas publicas de Medellin. (27 de junio de 2020). EPM. Obtenido de <https://www.epm.com.co/site/home/sala-de-prensa/noticias-y-novedades/informacion-proyecto-hidroelectrico-ituango/preguntas-y-repuestas-ituango#undefined>
- FAO. (s.f.). De
- Gómez Orea, D., & Gómez Villarino, A. (2013). Ordenación territorial (3a ed.). Retrieved from <https://play.google.com/books/reader?id=ZdWTAAQBAJ&printsec=frontcover&output=reader&hl=es&pg=GBS.PA7>
- Graburn, N. (2000). "Learning to Consume: What is Heritage and When is it Traditional?". Nezar AlSayyad (ed.), *Consuming Tradition, Manufacturing Heritage*, London, Routledge, , 68-89.
- Halwart, D. S. y J. R. A. (2008). Acuicultura en jaulas – Estudios regionales y panorama mundial. *Documento Técnico de Pesca.*, No. 498, 73–104.
- Herraiz, M. y Lindo, R. (1996). Sismicidad inducida por embalses. Análisis del efecto de carga. Departamento de Geofísica y Meteorología. Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense. Madrid, España.
- HLPE. (2014). *La pesca y la acuicultura sostenibles para la seguridad alimentaria y la nutrición. Un informe del Grupo de alto nivel de expertos en seguridad alimentaria y nutrición del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial*. Roma.
- HMV INGENIEROS LTDA (2019). Ejecución de los monitoreos de inestabilidad y erosión en el polígono de utilidad pública del Proyecto Hidroeléctrico Ituango.
- HMV INGENIEROS LTDA (2019 a). Monitoreo batimétrico de 54 sitios en el embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango (Campaña 2).
- HMV INGENIEROS LTDA (2019 b). Monitoreo batimétrico de 61 sitios en el embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango (Campaña 3).
- HMV INGENIEROS LTDA (2019 c). Monitoreo batimétrico de 61 sitios en el embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango (Campaña 4).
- HMV INGENIEROS LTDA (2019 a). Monitoreo batimétrico de 61 sitios en el embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango (Campaña 5).
- Huila, R. D. del. (2015, April). Así se vive la mortalidad de peces en Betania. *Diario Del Huila*.
- IDEAM. (2019). *Estudio Nacional del Agua 2018*. Bogotá, D.C., Colombia.

- INCODER. (2014). Apoyo Al Fomento De Proyectos De Pesca Artesanal Y Acuicultura De Recursos Limitados A Nivel Nacional.
- Integral. (2009). *Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Hidroelectrico Ituango*. Medellin.
- Integral (2020). Diagnóstico geológico y geotécnico inicial sitios inestables según resolución 1896.
- Integral (2018). Atención requerimiento auto 2292 del 15 de mayo de 2018 de la ANLA artículo segundo, numeral 2. Informe 3 –Informe de análisis y resultados (zonificación de amenazas por movimiento en masa).
- Integral (2007). Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Hidroituango. Capítulo 3.
- Labrador García, M., Évora Brondo, J., & Arbelo Pérez, M. (2012). *Satélites de teledetección para la gestión del territorio*. Santa Cruz de Tenerife, España: GMR Canarias.
- Lafuente, R., Gómez, R., Merino, M., De Diego, P., Martínez, J. y García, J. (2008). Laderas del embalse de Yesa. Jornadas Técnicas sobre Estabilidad de Laderas en Embalses. Consultado el 13 de junio de 2016 en: [https://rioaragon.files.wordpress.com/2008/04/lafuenteal\\_zaragoza2007.pdf](https://rioaragon.files.wordpress.com/2008/04/lafuenteal_zaragoza2007.pdf)
- Lasso CA, E Agudelo, LF Jiménez-Segura, H Ramírez-Gil, M Morales-Betancourt, RE Ajiaco-Martínez, F Gutiérrez, JS Usma Oviedo, SE Muñoz, AL Sanabria. Lasso CA, E Agudelo, LF Jiménez-Segura, H Ramírez-Gil, M Morales-Betancourt, RE Ajiaco-Martínez, F Gutiérrez, A. S. (2011). *Catálogo de recursos pesqueros. Serie recursos hidrobiológicos y pesqueros continentales de Colombia*. Instituto Humboldt,.
- Laubacher, G., & Navarrete Cuesta, E. (2017). *APUNTES DE TELEFETECCIÓN: Teledetección Espacial y Procesamiento de Imágenes*. Guayaquil, Ecuador: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.
- Marion, J. L., & Reid, S. E. (2001). Development of the U.S. Leave No Trace Program: An Historical Perspective. *US Forest Service*. Obtenido de [https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/fsbdev2\\_038125.pdf](https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/fsbdev2_038125.pdf)
- Mancera Rodriguez, N.J., Cala, P. (1997). Aspectos Bioecológicos de la Comunidad Ictica Asociada a un Cultivo de Tilapia Roja en Jaulas Flotantes en el Embalse de Betania. *Dahlia - Rev. Asc. Colomb. Ictiol.*, 31–53.
- Ministerio de Agricultura. (1971). *Resolución 25 de 1971* (p. 3). p. 3. Bogotá, D.C., Colombia: Agosto 25.
- Ministerio Agricultura Y Desarrollo Rural. (2015). *Decreto 1780 DE 2015* (p. 5). p. 5. Bogotá, D.C., Colombia: Presidencia de la republica.
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). Decreto 2372 de 2010 "Por el cual se reglamenta el Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto Ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan (p. 23). p. 23. Retrieved from



[http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2010/dec\\_2372\\_2010.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2010/dec_2372_2010.pdf)

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). Decreto Número 1640 “Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones.” Retrieved from [http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2012/dec\\_1640\\_2012.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2012/dec_1640_2012.pdf)

Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Concepto emitido en fecha 28 de marzo de 2017.

Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Concepto 1200-E2-087321, del 25 de agosto de 2009.

Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Orientaciones a las autoridades ambientales para la definición y actualización de las determinantes ambientales y su incorporación en los planes de ordenamiento territorial municipal y distrital (2016)

Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Resolución N° 1125 de 2015.

Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Resolución N° 264 de 2018.

Ministerio de Minas y Energía. Resolución Ejecutiva N° 317 de agosto 26 de 2008.

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2017). *ASISTENCIA TÉCNICA EN PLANIFICACIÓN DEL TURISMO*. Bogotá.

Mojica, J. I., Usma, J. S., Álvarez-León, R., & Lasso, C. A. (2012). *Libro Rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012*. Bogotá, D.C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (IAvH), Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales.

Muñoz-Pedrerros, A. (2004). La evaluación del paisaje: Una herramienta de gestión ambiental. *Revista Chilena de Historia Natural*, 77(1), 139–156. <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2004000100011>.

Nación, L. (2015). *Detienen llenado del Quimbo*.

Olaya, A., Sanchez, M. (2005). Del Macizo Colombiano al desierto La Tatacoa, la ruta del río Magdalena en el Huila. *Universidad Sur Colombiana*, 524.

Orellana Macías, J. M. (2011). Evaluación de la capacidad de acogida del territorio para usos urbanos mediante el uso de SIG y técnicas de evaluación multicriterio. El caso de la urbanización difusa en la Axarquía (Málaga). Universidad de Málaga.

Organización Mundial del Turismo. (2005). *Indicadores de desarrollo sostenible para los destinos turísticos*. Madrid: Organización Mundial del Turismo. Obtenido de [http://www.ucipfg.com/Repositorio/MGTS/MGTS14/MGTSV-07/tema2/INDICADORES\\_OMT.pdf](http://www.ucipfg.com/Repositorio/MGTS/MGTS14/MGTSV-07/tema2/INDICADORES_OMT.pdf)

- Organización Mundial del Turismo. (2019). Definiciones de turismo de la OMT. Madrid: OMT.
- Organización Mundial del Turismo. (2019). Panorama del turismo internacional. Madrid. Petrere 1996 Reservoir fisheries Brazil.pdf. (n.d.).
- Presidencia de la República,. Decreto 2256 de 1991. 1991(40). 11–14.
- Presidencia de la República. Decreto Ley 2811 de 1974. Código de Recursos Naturales.
- Presidencia de la República. Decreto 1076 de 2015.
- Presidencia de la República. Decreto 1077 de 2015.
- Pinyol, N., Alonso, E., Corominas, J. y Moya, J. (2013). Influencia del desembalse en la estabilidad de una ladera. Caso real. VIII Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables. Palma de Mallorca, Junio 2013. E.Alonso, J. Corominas y M. Hürlimann (Eds.) CIMNE, Barcelona, 2013.
- Pinyol, N. (2010). Landslides in reservoirs: a coupled thermo-hydronechanical approach. Tesis de Doctorado. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica. Consultado el 9 de junio de 2016 en: <http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/6275/TNMPP1de1.pdf?sequence=1>
- Publicaciones Semana S.A. (2020). ¿A dónde fueron a 'turistear' 1.500 millones de personas en 2019? *Revista Dinero*.
- Quintero, J. E. (2007, February). Mortandad de peces en Betania, la más grande del país por verano. *El Tiempo*.
- Quirós, R. (2003). *The Plata river basin: International basin development and riverine fisheries*. 11–14
- Quiros, R. (2003). Ordenación pesquera responsable en grandes ríos y embalses de América latina. *Fish Code Revista*, 5, 71.
- Quirós, R. (2003). *The Plata river basin: International basin development and riverine fisheries*.
- Ramírez, E. y Grattz, C. (2012). Problemática ambiental en la represa de Prado-Tolima. *Ingenio Libre, Revista de La Facultad de Ingeniería de La Universidad Libre*, 1, 82–85.
- Ríos, S. (2014). Determinación de la capacidad de acogida del territorio a usos complementarios y compatibles con la protección en la zona de influencia directa de los embalses. Caso de estudio Embalses Porce II y Porce III. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- Rojas, A. y Wadsworth, S. (2008). Estudio de la acuicultura en jaulas: América Latina y el Caribe. *FAO Documento Técnico de Pesca*, 498, 76–102.
- Rodríguez Carmona, A., Castro, M., & Sánchez, P. (2013). Imaginarios a cielo abierto. Una mirada alternativa a los conflictos mineros en Perú y Bolivia. Madrid: Asociación de Cooperación con el Sur -ACSUR La Segovias.

- Rural, M. de A. y D. (1991). *Decreto 2256 De 1991*. Bogotá, D.C., Colombia: Presidencia de la republica.
- Silva, A. (2006). *Imaginario urbanos (5ta. ed.)*. Bogotá, Colombia: Arango Editores Ltda.
- Silva T., A. (2006). *Imaginario Urbanos: hacia el desarrollo de un urbanismo desde los ciudadanos. Metodología*. Bogotá: Convenio Andrés Bello.
- Tourism Leisure & Sports; AVIA EXPORT. (2012). *Plan de Negocio de Turismo de Naturaleza en Colombia*. Bogotá D.C: Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.
- Turriago, B. C. S. (2001). *Promoción De La Ordenación De La Pesca Costera 2. Aspectos Socioeconómicos Y Técnicos De La Pesca Artesanal En El Salvador, Costa Rica, Panamá*, Universidad Nacional de Colombia. (2016). *Estudio de Navegabilidad y Conectividad "Evaluar usos potenciales, compatibles y complementarios del futuro Embalse del proyecto Ituango y su zona de protección y realizar una propuesta para su ordenamiento y manejo sostenible"*. Medellín .
- Univerisdad de Antioquia. (2018). *Aves del Cañón del Río Cauca: Guía ilustrada de la avifauna en el área de influencia del proyecto Hidroituango*. Medellín: EPM.
- Universidad Nacional de Colombia, y EPM, Empresas Públicas de Medellín. (2017). Plan de Ordenamiento del Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango y su área de influencia. Medellín, Colombia: Contrato CT-2015-000678 "Evaluar usos potenciales, compatibles y complementarios del futuro Embalse del Proyecto Ituango y su zona de protección y realizar una propuesta para su ordenamiento y manejo sostenible."
- Universidad Nacional de Colombia. (2020). Diagnóstico sobre los instrumentos de ordenamiento territorial de los municipios con territorios comprendidos en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico Ituango. *Ecuador Y Colombia*. Roma.
- UNIÓN TEMPORAL TURISMO CHOCALÁN. (2012). *Plan de Desarrollo Turístico de Antioquia*. Medellín: FONTUR.
- Welcomme, R. L. (2001). Inland Fisheries: Ecology and Management. In *Ecology and Management*. Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1002 / 9780470995693>



Plan de Ordenamiento del Embalse **POE**

Proyecto Hidroeléctrico Ituango