



10. PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO

Mediante el Plan de Monitoreo y Seguimiento se busca analizar la eficiencia y eficacia de los programas planteados en el Plan de Manejo Ambiental, lo que permitirá, si se requiere, ajustarlos a las nuevas condiciones que se vayan presentando durante la construcción de las obras, para alcanzar los objetivos definidos en cada uno de programas y proyectos diseñados.

Para ello se diseñaron programas de monitoreo para los Medios Físicos, Bióticos y Sociales que permitan evaluar los resultados de los planes presentados en el capítulo 9, que se resumen en la Tabla 10.1.

Tabla 10.1. Proyectos de monitoreo

Proyecto del Plan de Manejo Ambiental	Proyecto del Plan de Monitoreo y Seguimiento
Proyecto de manejo de fuentes fijas	Proyecto de monitoreo y seguimiento para calidad del aire
Proyecto de manejo y disposición de materiales y zonas de botadero	Proyecto de monitoreo y seguimiento para calidad del aire
	Proyecto de monitoreo y seguimiento de aguas superficiales
	Proyecto de monitoreo y seguimiento para el agua residual
	Proyecto de monitoreo de la fauna vertebrada terrestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) en la zona de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Ituango
Proyecto de manejo de residuos líquidos	Proyecto de monitoreo y seguimiento para el agua residual
	Proyecto de monitoreo y seguimiento de aguas superficiales
Proyecto de Manejo y disposición de residuos sólidos	Proyecto de monitoreo y seguimiento de aguas superficiales
	Proyecto de monitoreo del componente social
Proyecto de Desmantelamiento y abandono	Proyecto de monitoreo de la fauna vertebrada terrestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) en la zona de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Ituango
Proyecto de mitigación de impactos por tránsito vehicular	Proyecto de monitoreo y seguimiento para calidad del aire
Proyecto de manejo de canteras	Proyecto de monitoreo y seguimiento para calidad del aire
	Proyecto de monitoreo y seguimiento de aguas superficiales
Proyecto de conservación y restauración de la estabilidad geotécnica	Proyecto de monitoreo y seguimiento de aguas superficiales
Proyecto de Llenado del embalse	
Proyecto de Operación del embalse	Proyecto de monitoreo y seguimiento de aguas superficiales
	Proyecto de monitoreo para el seguimiento de comunidades bénticas en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico Ituango
Proyecto de remoción de macrófitas	Proyecto de monitoreo y seguimiento de aguas superficiales
	Proyecto de monitoreo para el seguimiento de comunidades bénticas en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico Ituango
Proyecto de control de residuos flotantes	Proyecto de monitoreo y seguimiento de aguas superficiales
	Proyecto de monitoreo para el seguimiento de comunidades bénticas en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico Ituango



Tabla 10.1. Proyectos de monitoreo. (Continuación)

Proyecto del Plan de Manejo Ambiental	Proyecto del Plan de Monitoreo y Seguimiento
Proyecto de rescate de la fauna terrestre	Proyecto de monitoreo de hábitats
Proyecto de protección y conservación de hábitats terrestres	Proyecto de seguimiento y conservación de la Guacamaya verde oscura
	Proyecto de monitoreo de la fauna vertebrada terrestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) en la zona de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Ituango
Proyecto de rescate de peces durante el llenado del embalse	
Proyecto de repoblamiento con individuos de especies de peces migratorios en la cuenca media y baja del río Cauca	Proyecto de Monitoreo a la asociación de especies ícticas localizadas aguas abajo del proyecto Hidroeléctrico Ituango
	Proyecto de Monitoreo a la actividad pesquera aguas abajo del proyecto Hidroeléctrico Ituango
	Proyecto de seguimiento a la actividad reproductiva de las especies migratorias en la cuenca baja del Río Cauca
Proyecto de Remoción de biomasa y de aprovechamiento forestal	
Proyecto de Establecimiento de viveros transitorios	
Proyecto de Recuperación de germoplasma	
Proyecto de Reforestación	Proyecto de monitoreo de hábitats
Proyecto de Manejo de suelos y revegetalización	
Proyectos de Apoyo	Proyecto de monitoreo del Medio social
Proyecto para el reasentamiento y el restablecimiento de las condiciones de vida	
Proyecto para el fortalecimiento institucional y apoyo a la gestión local	
Proyecto para la generación de empleo	
Proyecto de arqueología preventiva	

Algunos de los Proyectos del Plan de Manejo Ambiental, serán monitoreados indirectamente, por ejemplo, el manejo de los sitios de botaderos será evaluado con los monitoreos de calidad de las aguas superficiales, de las aguas residuales, de la calidad del aire y con el proyecto de monitoreo de la fauna vertebrada terrestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) en la zona de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Ituango ya que con el proyecto de manejo y disposición de materiales y zonas de botadero, se está controlando los impactos de: Contaminación de corrientes superficiales y subterráneas, contaminación de los suelos, cambios en la cobertura vegetal, que se puede asociar al monitoreo de la fauna terrestre

Otros proyectos no tendrán seguimiento, ya que su duración es muy corta: Proyecto de llenado del embalse, proyecto de rescate de peces durante el llenado del embalse, proyecto de rescate de fauna terrestre, aunque este último será monitoreado indirectamente con el Proyecto de monitoreo de fauna vertebrada terrestre.

El costo total del proyecto de monitoreo es de \$ 22.340.690.000 (USD\$ 10.366.910), distribuidos de la siguiente manera:

Etapa de construcción: \$ 6.741.870.000 (USD\$ 3.128.478)

Etapa de operación: \$ 15.598.820.000 (USD\$ 7.328.432)



10.1. MEDIO FÍSICO

10.1.1. Proyecto de monitoreo y seguimiento para agua residual.

10.1.1.1. *Objetivos*

- Evaluar el cumplimiento de los requisitos establecidos mediante el Decreto 1594 de 1984, sobre las características de los efluentes que serán vertidos en el Rio San Andrés.
- Realizar comparaciones estadísticas que permitan determinar la eficiencia de la planta de tratamiento de agua residual doméstica.
- Evaluar la calidad del efluente de las diferentes estructuras instaladas para el tratamiento de las aguas residuales industriales.

10.1.1.2. *Impacto a evaluar*

- Contaminación de corrientes superficiales y subterráneas
- Cambios en la calidad de las aguas del embalse

10.1.1.3. *Estrategia de atención*

Prevención y control

10.1.1.4. *Etapa del proyecto*

Durante construcción y operación del proyecto.

10.1.1.5. *Descripción de la actividad*

El monitoreo y seguimiento de las características del vertimiento se realizará de acuerdo con lo establecido en el Decreto 1594 de 1984, que establece los rangos que se presentan en la **Tabla 10.2**.

Tabla 10.2. Criterios para el vertimiento de agua residual a un cuerpo de agua

Referencia	Usuario Nuevo
PH	5 a 9 unidades
Temperatura	<= 40 °C
Material flotante	Ausente
Grasas y aceites	Remoción >=80% en carga
Sólidos suspendidos, domésticos o industriales	Remoción >= 80% en carga
DBO para agua residual doméstica	Remoción >= 80% en carga
DBO para agua residual industrial	Remoción >= 80% en carga

Los puntos para los análisis serán:

- Entrada y salida de la PTARD
- Entrada y salida de las trampas de grasa
- Entrada y salida del sedimentador



- Sitios de vertimiento del agua residual industrial y doméstica
- 30 metros después del vertimiento

Una vez se realicen los primeros monitoreos se deberán georreferenciar cada uno de los puntos y realizar análisis de los datos obtenidos. Además, se deben realizar mantenimientos preventivos a cada una de las estructuras utilizadas para el tratamiento de agua residual doméstica.

10.1.1.6. Cronograma

Inicialmente se realizarán análisis a los vertimientos mensualmente durante los dos primeros años de operación. Después de este período, se evaluará anualmente.

Los monitoreos se deberán realizar en los primeros quince días de cada mes, para entregar los informes de resultados un mes después

10.1.1.7. Costos

Descripción	Cantidad	N° meses	Unidad	Subtotal	Valor Unitario	Valor Total
PERSONAL	Incluidos en el programa de monitoreo de agua potable					
COSTOS DIRECTOS						
Análisis de laboratorio	1	12	monitoreo	60	700.000	42.000.000
EQUIPOS	Incluidos en el programa de monitoreo de agua potable					
Total primer año						42.000.000
Total del programa en la etapa de construcción						336.000.000

El costo total de este proyecto para los nueve años de funcionamiento es de \$336'000.000 (US\$ 155.916).

10.1.1.8. Responsable

La Hidroeléctrica Pescadero – Ituango, como empresa dueña del proyecto.

10.1.2. Proyecto de monitoreo y seguimiento de aguas superficiales.

10.1.2.1. Objetivos

- Evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica de los cuerpos de agua.
- Realizar comparaciones estadísticas que permitan determinar por medio de los parámetros evaluados, el cambio en las características de los cuerpos de agua.
- Implementar medidas para reducir o mitigar el impacto sobre los afluentes.

10.1.2.2. Impacto a evaluar

- Contaminación de corrientes superficiales y subterráneas
- Cambios en la calidad de las aguas del embalse

10.1.2.3. Estrategia de atención

Prevención y control



10.1.2.4. *Indicador*

- % de cumplimiento de la normatividad ambiental para vertimiento: (parámetros que cumplen la normatividad ambiental/ parámetros evaluados) * 100

10.1.2.5. *Etapa del proyecto*

Durante construcción y operación del proyecto.

10.1.2.6. *Descripción de la actividad*

Para los monitoreos de calidad de agua superficial se considerarán dos grupos de cuerpos de agua; el primero corresponde a los afluentes caracterizados durante la línea base y el segundo grupo lo constituyen los afluentes que por su cercanía, sufrirán una mayor intervención durante la etapa de construcción de la presa y de las obras principales.

El primer grupo incluye once cuerpos de agua principales del área de estudio y seis puntos adicionales sobre el río Cauca, los cuales se presentan en la Tabla 10.3; es importante que la ubicación sea, en la medida de las posibilidades, la misma para así lograr un mejor análisis frente a las modificaciones de su calidad.

Tabla 10.3 Ubicación de los muestreos

Punto de Muestreo	Cuerpo de agua	X	Y
1	Río Cauca PO	1'139355	1'212097
2	Qda La Barbuda	1'140069	1'225046
3	Qda Juan García	1'139690	1'230002
4	Río Cauca Lib.	1'137272	1'229159
5	Qda Rodas	1'139013	1'239525
6	Qda La Honda	1'133411	1'242154
7	Qda Clara	1'133190	1'242436
8	Río Cauca SL	1'136288	1'251897
9	Qda Peque	1'140084	1'267209
10	Qda La Pená	1'143812	1'271138
11	Qda Santamaría	1'145016	1'272707
12	Qda. Tacui	1'153897	1'273518
13	Río San Andrés	1'155480	1'272145
14	Río Cauca PP	1'152816	1'275842
15	Río Ituango	1'144629	1'290421
16	Río Cauca (sitio de presa)		
17	Río Cauca (descarga)		

El segundo grupo consta de diez cuerpos de agua presentes en la zona de influencia directa de la presa, las obras principales, las zonas de préstamo y los botaderos, ya que sobre éstos habrá una mayor intervención.

Los cuerpos a monitorear son: Río San Andrés (zona de préstamo), Quebrada Ticuita, Quebrada Burunda, Quebrada Bolivia, Quebrada Los Linderos, Quebrada Tenche, Quebrada Orejón, Quebrada Careperro, Quebrada El Mono, Quebrada La Granja.



Los monitoreos se realizarán cumpliendo con el que se presenta en la Tabla 10.4

Tabla 10.4. Esquema de monitoreo de aguas superficiales

Cuerpo de agua	Parámetro	Fase del proyecto	Frecuencia
Río Cauca PO	Oxígeno Disuelto (OD),	Construcción	Semestral
Qda La Barbuda	PH, Conductividad	Operación	
Qda Juan García	eléctrica, Temperatura	Presencia	
Río Cauca Lib.	del agua, Demanda		
Qda Rodas	Biológica de Oxígeno		
Qda La Honda	(DBO), Demanda		
Qda Clara	Química de Oxígeno		
Río Cauca SL	(DQO), Sólidos		
Qda Peque	Suspendidos, Sólidos		
Qda La Pená	Disueltos, Sólidos		
Qda Santamaría	Totales, Turbiedad,		
Qda. Tacui	Coliformes Totales,		
Río San Andrés	Coliformes Fecales		
Río Ituango			
Río Cauca (sitio de presa)			
Río Cauca (Descarga)			
Río Cauca PO	Nitrógeno total (NKT),	Construcción	Anual
Qda La Barbuda	Nitritos (NO2), Nitratos	Operación	
Qda Juan García	(NO3), Amonio (NH3),	Presencia	
Río Cauca Lib.	Alcalinidad, Dureza,		
Qda Rodas	Sulfatos (SO4),		
Qda La Honda	Cloruros (Cl-), Fósforo		
Qda Clara	total, Ortofosfatos,		
Río Cauca SL	Hierro		
Qda Peque			
Qda La Pená			
Qda Santamaría			
Qda. Tacui			
Río San Andrés			
Río Ituango			
Río Cauca (sitio de presa)			
Río Cauca (Descarga)			



Tabla 10.4. Esquema de monitoreo de aguas superficiales. (Continuación)

Cuerpo de agua	Parámetro	Fase del proyecto	Frecuencia
Río San Andrés (zona de préstamo)	Oxígeno Disuelto (OD), PH, Conductividad eléctrica, Temperatura	Construcción	Trimestral
Quebrada Ticuita	del agua, Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendidos, Sólidos Disueltos, Sólidos Totales, Turbiedad, Coliformes Totales, Coliformes Fecales		
Quebrada Burunda			
Quebrada Bolivia			
Quebrada Los Linderos			
Quebrada Tenche			
Quebrada Orejón			
Quebrada Careperro			
Quebrada El Mono			
Quebrada La Granja			
Embalse	Nitrógeno total (NKT), Nitritos (NO2), Nitratos (NO3), Amonio (NH3), Alcalinidad, Dureza, Sulfatos (SO4), Cloruros (Cl-), Fósforo total, Ortofosfatos, Hierro	Presencia Operación	Anual

El monitoreo y seguimiento de las características de los afluentes se realizará de acuerdo con lo establecido en los protocolos del IDEAM; la metodología incluye la calibración de los equipos portátiles, toma de muestras, preservación, refrigeración y transporte y el complementó con registro fotográfico.

10.1.2.7. Cronograma

Los monitoreos se deberán realizar así: el primer monitoreo se hará antes de iniciar la construcción; el informe se entregará un mes después.

A partir del primer mes de construcción, se contarán tres, seis y doce meses, para realizar los monitoreos definidos en el numeral anterior. Los informes deberán ser entregados un mes después.

Etapa del proyecto	P	Construcción										Operación			
		año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	50	
Toma de muestra.															
Análisis de laboratorio para los diferentes puntos planteados.															



10.1.2.8. Costos

Descripción	unidad	subtotal	Valor unitario	Total
PERSONAL				14.000.000
Ingeniero ambiental	mes	2	4.500.000	9.000.000
Técnico ambiental	mes	2	2.500.000	5.000.000
COSTOS DIRECTOS				84.700.000
Transporte acuático	Día	60	220.000	13.200.000
Transporte terrestre	día	120	220.000	26.400.000
Análisis Calidad de aguas superficiales	Global/año	1	13.500.000	13.500.000
Análisis de vertimientos	Global/año	1	6.000.000	6.000.000
Edición de informe (incluye fotografías en formato .tif, tamaño grande; video, Cartillas divulgativas)	Global	1	2.000.000	2.000.000
EQUIPOS				6.410.000
Alquiler de equipo portátil agua	unidad/día	10	100.000	1.000.000
Alquiler GPS	mes	0,5	20.000	10.000
Dotación Laboratorio de Aguas	mes	1	5.000.000	5.000.000
Equipos de seguridad (flotadores, arneses, guantes, cascos, gafas, protector auditivos)	unidad	2	200.000	400.000
Costo primer año				105.110.000
Costo monitoreo durante construcción (9 años)				945.990.000
Costo de monitoreo durante 50 años de operación				5.255.500.000

El costo total de este proyecto para los nueve años de construcción y 50 de operación es de \$6.201.490.000 (US\$ 2.877.722).

10.1.2.9. Responsable

La Hidroeléctrica Pescadero – Ituango, como empresa dueña del proyecto.

10.1.3. Proyecto de monitoreo y seguimiento para calidad del aire.

10.1.3.1. Objetivos

- Evaluar la calidad del aire en la zona de influencia del proyecto.
- Realizar comparaciones estadísticas que permitan determinar por medio de las mediciones de material particulado y ruido, el cambio en las características del aire.
- Verificar el cumplimiento de las emisiones de gases de acuerdo a la normatividad vigente.
- Implementar medidas para reducir o mitigar el impacto sobre las poblaciones afectadas.

10.1.3.2. Impacto a evaluar

- Contaminación del aire

10.1.3.3. Estrategia de atención

Prevención y control



10.1.3.4. *Indicador*

- **Material particulado.** Cumplimiento de la norma diaria de los niveles de material particulado de acuerdo con lo establecido en Resolución 601 de abril de 2006.
- **Ruido ambiental.** Niveles de ruido encontrados en los monitoreos comparados con los encontrados en la línea base

10.1.3.5. *Etapa del proyecto*

Durante la construcción del proyecto hidroeléctrico

10.1.3.6. *Descripción de la actividad*

Los parámetros sobre los cuales se debe realizar monitoreos son:

- **Material particulado.** Se analizarán semestralmente los niveles de material particulado, en los tres puntos caracterizados en la línea base, cuya ubicación se presenta en la **Tabla 10.5**. El procedimiento para el monitoreo se realizará de acuerdo a la Resolución 601 de abril de 2007; se evaluarán los resultados de la norma diaria y se comprobará que los resultados no sobrepasan los niveles permitidos de prevención, alerta o emergencia.

Tabla 10.5. Ubicación de los sitios de monitoreo

Punto	Ubicación	Coordenada	Parámetro	Frecuencia
1	San Andrés de Cuerquia	1256878 823956	Material Particulado	Semestral
			Ruido	Anual
2	El Valle	1271506 823932	Material Particulado	Semestral
			Ruido	Anual
2	Toledo	1267207 822079	Material Particulado	Semestral
			Ruido	Anual
4	El Mote (Ituango)	1277039 819164	Ruido	Anual

- **Ruido ambiental:** se medirá anualmente los niveles de ruido ambiental en los cuatro puntos muestreados en la caracterización; de ser necesario, se evaluarán los sitios de especial interés, atendiendo posibles quejas de la comunidad. Los monitoreos se realizarán con base en la Resolución 627 de abril de 2007.
- **Gases:** semestralmente se verificará que los niveles de gases en el parque automotor asociado, se encuentren dentro de la norma y que los niveles de emisiones no sobrepasen los límites establecidos. También se revisará el estado mecánico de los vehículos.

10.1.3.7. *Cronograma*

Los monitoreos se deberán realizar así: el primer monitoreo se hará antes de iniciar la construcción; el informe se entregará un mes después.



A partir del primer mes de construcción, se contarán tres, seis y doce meses, para realizar los monitoreos definidos en el numeral anterior. Los informes deberán ser entregados un mes después.

Etapa del proyecto	P	Construcción										Operación			
		año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	15	
Monitoreo Material particulado															
Monitoreo ruido															
Verificación de las emisiones de Gases															

10.1.3.8. Costos

Descripción	unidad	subtotal	Valor unitario
COSTOS DIRECTOS			
Análisis Calidad del aire- material particulado	Global/año	2	17.500.000
Análisis de Calidad del Aire- Ruido	Global/año	1	4.000.000
Costo primer año			21.500.000
Costo durante nueve años			193.500.000

El costo total de este proyecto para los nueve años de funcionamiento es de \$193.500.000 (US\$ 89.791).

10.1.3.9. Responsable

La Hidroeléctrica Pescadero – Ituango, como empresa dueña del proyecto.

10.1.4. Proyecto de monitoreo para el seguimiento de comunidades bénticas en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico Ituango.

10.1.4.1. Objetivos

- Determinar espacio-temporalmente la composición de taxones de algas perifíticas y macroinvertebrados presentes.
- Cuantificar los cambios espaciales y temporales de las densidades de estas comunidades, a partir de variaciones de los índices de diversidad.
- Establecer, mediante comparaciones con la información anterior, las modificaciones en las comunidades bénticas que pueden ser inducidas por el proyecto y su relación con la calidad del agua.

10.1.4.2. Impacto a evaluar

- Cambios en la calidad de las aguas del embalse
- Cambios en la estructura del biotopo y en las comunidades bénticas
- Proliferación de vectores de enfermedades



10.1.4.3. Estrategia de atención

Prevención y mitigación

10.1.4.4. Indicador

- Densidad, riqueza y diversidad de macroinvertebrados y perifiton encontrado durante monitoreo/ Densidad, riqueza y diversidad de macroinvertebrados y perifiton encontrado durante la línea base
- Biovolumen para perifiton durante monitoreo/ Biovolumen para perifiton durante la línea base

10.1.4.5. Etapa del proyecto

El proyecto debe ejecutarse desde la fase de construcción (cinco años) y proseguirlo durante la operación del proyecto (diez años, al menos).

10.1.4.6. Descripción de la actividad

Las actividades previas, como la remoción de vegetación y descapote y las excavaciones superficiales, afectan las corrientes de la zona de estudio por la pérdida de cobertura vegetal protectora. Adicionalmente, las distintas actividades de construcción de obras de infraestructura, disposición de sobrantes de excavación y explotación de material, generan material particulado y residuos químicos, que alteran las características fisicoquímicas de las corrientes y ocasionan cambios en la estructura del biotopo así como la pérdida de organismos bentónicos sensibles.

Adicionalmente, el llenado del embalse y la presencia del proyecto significan un cambio funcional y estructural de las corrientes, principalmente el río Cauca, el cual pasa de ser un ecosistema lótico a léntico. Por esta razón, es necesario adelantar un programa de monitoreo de las comunidades bénticas que permita detectar los cambios en su composición, especialmente orientado hacia la identificación de organismos potencialmente vectores de enfermedades (insectos) que puedan afectar a la población aledaña.

Dadas las características de la cuenca y del contenido de nutrientes en el agua del Río Cauca (especialmente fosfatos), y de acuerdo con los resultados de la modelación de calidad de agua del embalse, que será de tipo eutrófico, es de esperar una proliferación de macrófitas acuáticas que, a su vez, son un hábitat propicio para distintas clases de invertebrados que pueden revestir interés, no sólo desde el puntote vista ecológico sino también sanitario, y que pueden utilizarse como indicadores de la evolución de algunos parámetros ambientales.

• Metodologías a seguir

Con el fin de proporcionar información efectiva en el seguimiento del monitoreo es importante aclarar que las metodologías de campo aplicadas deben ser constantes o, al menos, similares a aquellas utilizadas en el estudio de Factibilidad Técnica Económica y Ambiental del Proyecto Hidroeléctrico Ituango, con el fin de generar información comparable, tanto entre estaciones como entre los diferentes momentos de muestreo. Además, la identificación de los organismos debe presentarse siempre hasta un mismo



nivel taxonómico y conservar las mismas unidades de muestreo, para que de igual manera sean comparables durante el seguimiento.

Así mismo, en el análisis de los datos, se recomienda preservar unas variables similares a las que se analizaron en la primera evaluación del estado de estas comunidades, antes de la influencia del proyecto. Estas variables se mencionan más adelante en el numeral relacionado con el procesamiento de la información y análisis de los datos para cada comunidad, ya sea de algas o de macroinvertebrados. Finalmente, es necesario que los monitoreos biológicos se realicen conjuntamente con los fisicoquímicos.

- Metodología Algas Perifíticas

- Metodología en campo.

Para coleccionar las muestras, se realizará una remoción por medio de cepillos plásticos del material adherido a sustratos (piedras, troncos, hojarasca), sumergidos en la corriente. Como unidad de área se utilizará un cuadrante de 8 cm², el cual será utilizado 30 veces al azar en el sitio, a lo largo de un transecto de 20 m aproximadamente, para un total de 240 cm² por estación. Adicionalmente, se obtendrá una muestra cualitativa procedente de sustratos densamente colonizados por masas perifíticas.

Las muestras coleccionadas se fijarán con una solución de Lugol al 10% (0,5 ml por cada 100 ml de muestra) y transportadas en envases plásticos opacos, debidamente rotulados, para su posterior análisis al microscopio.

- Análisis de laboratorio.

Para la observación de las muestras de algas perifíticas se utilizará un microscopio invertido. La muestra se montará en una cámara de conteo Sedgwick-Rafter de 1ml de capacidad (Wetzel & Likens, 1990). Para efectuar comparaciones válidas entre los análisis cuantitativos, todas las muestras se llevarán a un volumen de 100 ml; este volumen se debe agitar en un recipiente plástico de arriba abajo 40 veces, e inmediatamente con una pipeta plástica se tomará el mililitro de muestra que se dispondrá en la cámara de conteo.

Para efectuar el conteo, se seleccionarán 30 campos de observación, siguiendo un sistema de muestreo al azar y el dato obtenido será la densidad de algas por unidad de volumen (ind/ml), el cual será también relacionado con el área muestreada (240 cm²) (Uehlinger, 1964). El conteo se realizará con una magnificación total de 400X y los taxones serán identificados, como mínimo, hasta el nivel de género.

- Determinación del Biovolumen o volumen celular

Con el fin de calibrar las densidades obtenidas por unidad de volumen, se estimará el biovolumen o dimensión simétrica media de los organismos algales, según su forma geométrica. Para ello se implementará el método del volumen celular medio, obtenido a partir de las dimensiones de por lo menos 20 células seleccionadas aleatoriamente en el microscopio y la correspondencia de la forma celular con un sólido geométrico (Hillebrand et al., 1999). La densidad absoluta de un taxón (en org/ml), así como el promedio del número de células de algas que forman colonias, se multiplicará por su volumen celular medio para obtener un estimativo de la biomasa o biovolumen de cada taxón.



- **Procesamiento de la información y análisis de los datos**

El primer paso consiste en establecer la curva de acumulación de especies, con el fin de definir el número de campos necesarios para establecer el conteo definitivo de la muestra; estas curvas son útiles para estimar el número de especies (riqueza) de la comunidad y para verificar que el análisis de cuantificación y método de muestreo son apropiados.

Para la ejecución del análisis se recomienda la utilización de los índices de diversidad, dominancia, riqueza de especies y equidad (Shannon y Winner, 1949; Simpson, 1949; Pielou, 1975). Adicionalmente, se sugiere calcular los perfiles de abundancia y los índices de diversidad, riqueza y equidad a partir de los resultados derivados del análisis cuantitativo y de las unidades de biovolumen ($\mu\text{m}^3/\text{ml}$), ya que esta medida, además de que incluye la densidad de organismos por mililitro, calibra la dimensión real de cada uno de los organismos según su forma geométrica.

Para contrastar la información de presencia y ausencia de taxones de algas perifíticas, así como las de abundancias entre las estaciones y los períodos de muestreo, se presentarán análisis de agrupamiento, aplicando el índice de similitud de Bray-Curtis. El índice de Similitud de Bray-Curtis proporciona un perfil acerca del grado de semejanza en la estructura de la comunidad perifítica, a partir de la distribución de los taxones encontrados.

Con el fin de determinar si existen diferencias significativas entre estos parámetros, se recomienda la utilización de estadígrafos paramétricos como el análisis de varianza ANOVA, o no paramétricos, como el análisis por rangos de Kruskal-Wallis, según el caso, para comparar espacial y temporalmente los resultados de los índices de diversidad, el número de organismos/cm², el biovolumen ($\mu\text{m}^3/\text{ml}$) y la riqueza numérica de especies,.

- **Metodología Algas Fitoplancton**

Teniendo en cuenta la aparición de las nuevas condiciones lénticas en el tramo del embalse será necesario hacer el seguimiento de los organismos planctónicos que ocuparán este hábitat, tan extenso y de aguas bastante ricas en nutrientes.

- **Metodología en campo.**

La muestra de fitoplancton en la columna de agua se colectará mezclando el volumen derivado de tres secciones en la columna de agua (subsuperficie, 50% y límite de la zona fótica), con el fin de obtener una muestra integrada. Para la toma de muestras de agua se utilizará una botella tipo kemmerer y para determinar las distancias de atenuación de la luz en las cuales se colectaron tres submuestras de agua, se utilizará el coeficiente de atenuación de la luz, por medio de la transparencia del disco Secchi. Las muestras de agua de un volumen final de un litro serán empacadas en recipientes plásticos y fijadas con 5 ml de solución de lugol al 10%.

- **Análisis de laboratorio.**

Para la observación de las muestras se utilizará un microscopio invertido, provisto de reglilla ocular; la muestra de agua proveniente de campo se agitará y a continuación serán dispuestos 50 ml en dispositivos de sedimentación tipo Utermöhl durante 72 horas; a continuación se obtendrá un mililitro de precipitado el cual se dispondrá en la cámara de conteo de Sedgwick-Rafter.



- **Procesamiento de la información y análisis de los datos**

Por medio de una curva de acumulación de especies se definirán 30 campos de observación y se seguirá una trayectoria sinusoidal a partir de los criterios establecidos por Uehlinger (1964). Las observaciones se realizarán con un aumento de 400 X y para la determinación de la densidad por mililitro se aplicará la expresión de Ross (1979).

El conteo se realizará con una magnificación total de 400X. Las determinaciones de los taxa fitoplanctónicos se realizarán hasta la categoría taxonómica de género.

Organismos por mililitro = $\frac{n * F1}{sch}$, donde

- n: número de organismos contados
- s: superficie en mm² del campo del microscopio
- c: número de campos contados
- h: altura de la cámara en mm
- F1: factor de conversión = 103 mm³/ml

Para la determinación se emplearán las claves bibliográficas de Bourrelly (1966, 1968, 1985); Prescott al. (1982); Strebel y Krauter (1988); Huber-Pestalozzi (1938,1955,1961, 1976,1983); Ettl et al. (1983, 1984, 1985a, 1985b, 1988, 1990, 1991a, 1991b, 1997a, 1997b), Desikachary (1959) y Ramírez (2000).

- **Metodología de macroinvertebrados bénticos**

- **Metodología en campo.**

En cada una de las estaciones establecidas en el estudio de factibilidad, se tomarán tres réplicas de muestras cuantitativas por medio de la red Surber, en áreas donde se observe un sustrato apropiado para el establecimiento de comunidades de macroinvertebrados, como piedras, troncos y hojarasca, demarcados dentro del cuadrante de la red o marco metálico de 900 cm² de área, provisto de una malla que retiene el arrastre de los organismos en la corriente. Las muestras recolectadas deben depositarse en tarros o bolsas plásticas y fijadas en alcohol al 70%, para posteriormente ser identificado en el laboratorio.

- **Análisis de laboratorio**

En el laboratorio los organismos colectados deben separarse e identificarlos a través de un estereoscopio hasta el nivel de familia, para aplicar el índice de calidad BMWP. Posteriormente se continuará la identificación hasta el nivel de género, si es posible, con el fin de facilitar y unificar el análisis con la información disponible.

- **Procesamiento de la información y análisis de los datos.**

Para el análisis de los datos deben cuantificarse los macroinvertebrados en términos de densidad (número de individuos/m²). Para comparar la estructura y composición de las comunidades de bentos en las diferentes quebradas, se debe determinar la riqueza y abundancia de individuos por familia y construir histogramas de distribución, calculando la abundancia relativa.



Así mismo, se deben estimar índices de diversidad biológica de la serie de Hill, índice de diversidad de Shannon-Wiener, índice de dominancia de Simpson, el índice de equidad utilizando el radio modificado de Hill conocido como E_5 , la riqueza de Margalef y el índice de Berger Parker y trazar curvas de distribución log normal para definir abundancia de las especies y visualizar aquellas que sean dominantes dentro de la comunidad. Como se expresó en el numeral anterior, los datos de presencia de familias se agregarán en el índice BMWP de calidad del agua.

- Estaciones

Con el fin de generar información comparable se sugieren seleccionar las estaciones de muestreo entre los 15 sitios evaluados antes de la operación del proyecto, es decir: río Cauca (Puente pescadero), río Ituango, río San Andrés, quebrada Tacui, quebrada Santa María, río Peque, quebrada Pená, río Cauca (Sabanalarga), quebrada Honda, quebrada Clara, quebrada Rodas, río Cauca (Liborina), quebrada Juan García, quebrada Barbuda y río Cauca (Puente de Occidente). Existen otros dos sitios donde se evaluaron solamente los parámetros fisicoquímicos (río Cauca -sitio de presa y río Cauca-abajo de la descarga), pero no tienen información sobre bentos ni perifiton.

Es importante anotar que algunas estaciones correspondientes a desembocaduras de quebradas, quedarán localizadas en el cuerpo del embalse, y por lo tanto, para el muestreo de perifiton deberán reubicarse aguas arriba de la desembocadura hasta donde se encuentren sustratos que permitan el muestreo. Así mismo, se debe prever al menos un punto de muestreo de invertebrados asociados a macrófitas acuáticas.

- Momentos de muestreo

La frecuencia de muestreo debe guardar correspondencia con el régimen hidrológico de la zona de la siguiente manera: un muestreo en época seca, un muestreo en período de transición de época seca a lluvias y un último muestreo en época de lluvias altas, es así como la frecuencia final propuesta es de tres muestreos en el año.

10.1.4.7. Cronograma de ejecución

Los monitoreos deben realizarse cada cuatro meses durante la fase de construcción y prolongarse durante la operación.

El primer monitoreo se realizará antes de iniciar la construcción. Y a partir del primer mes de construcción, se iniciará el conteo de los cuatro meses, para realizar el segundo monitoreo, los cuales continuarán cada cuatro meses.

Etapa del proyecto	P	Construcción										Operación					
		año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	...	50		
Toma de muestras			■		■		■		■		■		■		■		■
Elaboración de informe			■		■		■		■		■		■		■		■



Programa detallado cada año

Actividad	mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Muestreo de campo –Temporada de estiaje			■	■									
Informe de muestreo			■										
Muestreo de campo –Transición							■	■					
Informe de muestreo							■						
Muestreo de campo –Temporada de lluvias											■	■	
Informe de muestreo											■		
Informe anual											■		

10.1.4.8. Costos

Descripción	unidad	subtotal	Valor unitario	Total
PERSONAL				55.350.000
Biólogo bentos	mes	3	4.500.000	13.500.000
Biólogo plancton	mes	3	4.500.000	13.500.000
Auxiliar bentos	mes	3	1.500.000	4.500.000
Auxiliar plancton	mes	3	1.500.000	4.500.000
Baquiano	mes	3	450.000	1.350.000
Viático auxiliar	día	90	100.000	9.000.000
Viático profesional	día	90	100.000	9.000.000
COSTOS DIRECTOS				52.800.000
Transporte acuático	Día	45	220.000	9.900.000
Transporte mula	Día	90	30.000	2.700.000
Transporte terrestre	día	90	220.000	19.800.000
Análisis de muestras de fitoplancton	unidad	30	200.000	6.000.000
Análisis de muestras de perifiton	unidad	30	200.000	6.000.000
Análisis de muestras de bentos	unidad	30	200.000	6.000.000
Elementos médicos (suero antiofidico, botiquín, antibióticos, antisépticos, gasa, alcohol, jeringas, anestésicos, guantes desechables,)	Global	1	100.000	100.000
Material fungible plancton (lugol, alcohol, libretas de campo, CDs).	Global/mes	1	300.000	300.000
Edición de informe (incluye fotografías en formato .tif, tamaño grande; video, Cartillas divulgativas)	Global	1	2.000.000	2.000.000
EQUIPOS				920.000
Alquiler de trampas y redes	mes	3	20.000	60.000
Alquiler GPS	mes	3	20.000	60.000
Equipos de seguridad (flotadores, arneses, guantes, cascos, gafas, protector auditivos)	unidad	4	200.000	800.000
Costo estimado año uno				109'070.000
Costo durante construcción (9 años)				981.630.000
Costo durante operación (50 años)				5.435.500.000

El costo total de este proyecto para los nueve años de funcionamiento es de \$6.435.130.000 (US\$ 2.986.139).

10.1.4.9. Responsables

La Hidroeléctrica Pescadero-Ituango, como empresa dueña del proyecto.



10.2. MEDIO BIÓTICO

10.2.1. Proyecto de monitoreo de hábitats.

10.2.1.1. Objetivos

- Implementar un programa de monitoreo de las coberturas vegetales que representan los hábitats terrestres protegidos y conservados en el área de influencia del proyecto Hidroeléctrico.
- Evaluar y monitorear algunos grupos bióticos en su composición y estructura, además de seguir poblaciones de especies amenazadas localizadas en el área de influencia del proyecto Hidroeléctrico.
- Valorar servicios ambientales como la captura de CO₂ en los hábitats protegidos en el área de influencia de la hidroeléctrica Ituango.

10.2.1.2. Impacto a evaluar

- Cambios en la cobertura vegetal
- Pérdida o fragmentación de hábitat
- Muerte y desplazamiento de especies faunísticas

10.2.1.3. Estrategia de atención

Compensación, Prevención, Control, mitigación

10.2.1.4. Indicador

- Coberturas vegetales: Variación de las superficies de las coberturas vegetales de los hábitats protegidos Se medirán cada cuatro años.
- Captura de Biomasa y carbono: Toneladas de carbono por Hectárea/año, estimada en las diferentes coberturas vegetales evaluadas. Se medirán cada dos años.
- Comunidades de Flora: Variación en la composición y estructura de las comunidades vegetales evaluadas en las parcelas permanentes. Se medirán cada dos años.
- Comunidades de entomofauna: Variación en la composición y estructura de entomofauna, con especial atención a especies bioindicadoras cada dos años.
- Especies amenazadas de flora: Variación en la estructura poblacional de las especies amenazadas y la densidad poblacional por Hectárea, estimadas cada dos años.

10.2.1.5. Etapa del proyecto

Durante construcción y operación del proyecto.

10.2.1.6. Descripción de la actividad

- **Monitoreo de coberturas vegetales y especies vegetales amenazadas**



En el área de influencia del proyecto Hidroeléctrico se localizan coberturas vegetales en diferentes estados sucesionales y grados de intervención. Con la construcción del proyecto, muchas de estas coberturas serán intervenidas; algunas de ellas representan hábitats estratégicos para la biota de la región, las cuales también son valoradas por los servicios ambientales que ofrecen. Parte de estas coberturas vegetales estarán protegidas directamente por el programa protección y conservación de hábitats terrestres, como una medida de compensación por las coberturas afectadas en la creación del embalse y las obras asociadas.

Con la implementación del programa de monitoreo se pretende hacer el seguimiento de estas coberturas vegetales y evaluar, tanto espacial como temporalmente, aspectos particulares como la estructura, composición y dinámica de sus comunidades y el estado poblacional de especies amenazadas y con prioridades de conservación, se proponen las siguientes actividades para hacer el seguimiento de las coberturas vegetales, la biota presente en ellas y los servicios ambientales que ofrecen.

- **Parcelas de monitoreo.**

Las parcelas permanentes establecidas en el programa de protección y conservación de hábitats terrestres serán monitoreadas cada dos años; en ellas se medirá el incremento diamétrico de los individuos registrados inicialmente, se incluirán los nuevos individuos reclutados con diámetro mayor a 10 cm de DAP, así mismo se hará un registro de mortalidad de árboles.

- **Seguimiento de especies vegetales amenazadas y con prioridades de conservación**

En los inventarios realizados a partir de los RAP, Colecciones generales y las parcelas permanentes, se determinarán la presencia y la localización de especies amenazadas y con prioridades de conservación al interior de cada una de las áreas protegidas. Se pretende hacer un estudio poblacional y autoecológicos de estas especies a partir de métodos que determinen su estructura poblacional, densidad, fenología, polinización, dispersión de semillas, suelos, pendientes y relieves donde crecen y relaciones con la fauna.

En la fase de caracterización se encontró que las siguientes especies vegetales deben ser incluidas en el programa de monitoreo y seguimiento: *Cryosophylla kalbreyeri* (palma barbasco), *Anacardium excelsum* (Caracolí), *Pachira quinata* (Ceiba tolua o ceiba negra), *Centrolobium paraense* (Taqui) *Cedrela odorata* (Cedro), *Samanea saman* (Cedro playero) y *Phytelephas sp.*(palma tagua). Además se pueden incluir nuevas especies que se encuentren en la fase de caracterización de las áreas protegidas.

- **Captura de carbono**

Los programas de monitoreo de vegetación, además de estimar su diversidad, sirven para valorar la dinámica de las comunidades vegetales y la acumulación de biomasa área (Carbono y CO₂), así como los demás sistemas en donde se almacena carbono en las comunidades vegetales (humus, hojarasca, detritos de madera gruesa y raíces) (Orrego & del Valle, 2003).

Hoy se reconoce que los bosques plantados y los bosques secundarios, y en general, todas las comunidades serales (rastros bajos, rastros altos, bosques secundarios



tempranos y tardíos), actúan como sumideros netos de Carbono y por tanto, aportan en la mitigación de cambio Climático por cuanto tienen una acumulación neta de C. (Orrego & del Valle,2003).

Se propone el método de parcelas permanentes para estimar las existencias y tasas de incremento neto de biomasa y del carbono (Orrego & del Valle,2003), las cuales se establecerán en las diferentes áreas protegidas; en ellas se hará una previa determinación del tamaño de la muestra, estarán distribuidas en las coberturas de bosques secundarios y rastrojos bajos y altos, para estimar la biomasa aérea en árboles, palmas, escandentes y arbustos; así mismo en vegetación herbácea y leñosa pequeña; necromasa como los detritos de madera gruesa y biomasa subterránea de raíces gruesas y finas.

- Mapas de cobertura vegetal

Se mantendrán actualizados los mapas de coberturas vegetales en las áreas protectoras de hábitats a partir de imágenes QUICBIRD Ortorectificadas. Estos mapas serán elaborados cada cuatro años.

10.2.1.7. Cronograma

Etapa del proyecto Actividad año	P 0	Construcción									Operación			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	...	6	
Monitoreo de parcelas		■		■		■		■		■		■		■
Seguimiento de especies vegetales amenazadas		■		■		■		■		■		■		■
Captura de carbono		■		■		■		■		■		■		■
Mapas de coberturas		■		■		■		■		■		■		■
Informe de muestreo		■		■		■		■		■		■		■
Informe anual		■		■		■		■		■		■		■



10.2.1.8. Costos

Descripción	unidad	subtotal	Valor unitario	Total
PERSONAL				34.400.000
Ingeniero forestal	mes	1	4.500.000	4.500.000
Biólogo entomólogo	mes	1	4.500.000	4.500.000
Biólogo (Botánico)	mes	1	4.500.000	4.500.000
Auxiliar ingeniería	mes	4	1.500.000	6.000.000
Baquiano (Guardabosques)	mes	2	450.000	900.000
Viático auxiliar	día	80	100.000	8.000.000
Viático profesional	día	60	100.000	6.000.000
COSTOS DIRECTOS				8.580.000
Transporte acuático	Día	30	220.000	6.600.000
Transporte terrestre	día	4	220.000	880.000
Elementos médicos (suero antiofídico, botiquín, antibióticos, antisépticos, gasa, alcohol, jeringas, anestésicos, guantes desechables,)	Global	1	100.000	100.000
Edición de informe (incluye fotografías en formato .tif, tamaño grande; video, Cartillas divulgativas)	Global	0,5	2.000.000	1.000.000
EQUIPOS				170.000
Alquiler cámara fotográfica-filmadora	mes	0,5	300.000	150.000
Alquiler de trampas y redes	mes	0,5	20.000	10.000
Alquiler GPS	mes	0,5	20.000	10.000
Costo Primer Año				43.150.000
Costo Durante Construcción (9 Años)				488.350.000
Costo Durante Operación (50 Años)				2.757.500.000

El costo total de este proyecto para los nueve años de construcción y 50 años de operación es de \$3.245.850.000 (US\$ 1.506.195).

10.2.1.9. Responsable

La Hidroeléctrica Pescadero-Ituango, como dueña del proyecto

10.2.2. Proyecto de monitoreo de la fauna vertebrada terrestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) en la zona de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Ituango

10.2.2.1. Objetivos

- Determinar la composición y estructura de las comunidades de anfibios, reptiles, aves y mamíferos presentes en las coberturas vegetales de rastrojo alto y bosque secundario, localizadas en las zonas de protección establecidas por el proyecto.
- Determinar y evaluar los cambios en la composición y estructura que pueden sufrir las comunidades faunísticas durante construcción y operación del proyecto en las zonas señaladas.



10.2.2.2. Impacto a evaluar

- Pérdida o fragmentación de hábitat
- Muerte y desplazamiento de especies faunísticas
- Aumento de la presión por los recursos naturales

10.2.2.3. Estrategia de atención

Compensación, Prevención, Control, Mitigación, Compensación

10.2.2.4. Indicador

- Área de bosque después de la intervención/ Área actual de bosque
- Índices de riqueza, abundancia, densidad encontrados en el monitoreo/ Índices de riqueza, abundancia, densidad encontrados en el monitoreo durante la línea base

10.2.2.5. Etapa del proyecto

Se comenzará a realizar en las zonas de protección establecidas por el proyecto, desde el inicio de la construcción y se prolongará durante seis años de su funcionamiento.

10.2.2.6. Descripción de la actividad

• Anfibios y Reptiles

En el caso del monitoreo de anfibios, se debe muestrear el sitio varias veces y por un período de varios años (Heyer et al. 1994). La selección de las técnicas de muestreo, como ya se anotó, depende de la biología de las especies a monitorear (fosoriales, acuáticas, arbóreas, de reproducción prolongada o explosiva; tipo de ciclo de vida).

- Técnicas estándar

Los parámetros de riqueza, abundancia y densidad relativa de especies serán determinadas a través de dos métodos recomendados por Lips et al. (1999) para estandarizar datos en Latinoamérica. Estos métodos son: 1) registro de encuentros visuales y 2) muestreo de parcelas de hojarasca.

- Registro de encuentros visuales (REV)

El registro de especies observadas mientras se recorre un transecto es útil para estimar la composición de especies, la abundancia y densidad relativa, asociación de hábitats y microhábitats ocupados, y el nivel de actividad (Lips et al., 1999). Para este fin, se recorrerán transectos en varios hábitats escogidos en la zona.

En cada sitio se trazarán doce transectos fijos de 100x2 m (200 m²) medidos con cintas métricas y delimitados por sus cuatro lados con una cuerda. Este procedimiento y el marcaje del inicio y el final del transecto con cinta reflexiva, servirán para localizarlo en las jornadas nocturnas de muestreo. Cada transecto será recorrido durante un tiempo determinado (variable, de acuerdo con la heterogeneidad física del transecto) por dos personas y se registrará: 1) la cantidad de individuos por especie; y 2) el microhábitat ocupado por el individuo. La búsqueda de individuos se hará sobre el suelo, en cuerpos



de agua (por ejemplo, arroyos, charcos), sobre vegetación en pie, en troncos y ramas caídas, en bromelias y sobre la hojarasca. De aquellas especies que no puedan identificarse en el campo, se colectarán algunos especímenes y se preservarán adecuadamente para su posterior determinación en el laboratorio mediante claves, colecciones de referencia o por expertos.

- **Muestreo de parcelas de hojarasca**

Esta metodología es útil para cuantificar la abundancia y densidad de especies terrestres en la zona. Aunque es un método costoso en tiempo y causa perturbación del hábitat (por remoción de la hojarasca), es el único efectivo para detectar especies poco activas o muy evasivas y reticentes, así como especies arbóreas que descansan en la hojarasca, y otras cuyos estadios juveniles se desarrollan en este hábitat.

En cada bosque se escogerán al azar veinte parcelas de 5x5 m (25 m²) y en cada uno se removerá la hojarasca con el propósito de registrar todos los anfibios o reptiles detectados. Al igual que en el caso anterior, aquellas especies que no puedan identificarse en el campo, se colectarán algunos especímenes y se preservarán adecuadamente para su posterior determinación en el laboratorio mediante claves, colecciones de referencia o por expertos.

De manera complementaria, se utilizarán trampas de caída o pit - fall, que permiten capturar especies raras de anfibios y reptiles (Heyer et al, 1994). Cada trampa consiste de un cerco de 8 metros de longitud y 50 centímetros de alto, además de un balde en cada extremo de la barrera. Estas trampas se mantendrán en funcionamiento durante todo el tiempo de muestreo.

• **Aves**

- **Censos en transectos (Pettingill, 1970)**

El censo en transectos no es más que el registro y conteo de los individuos observados presentes al interior de un área representativa de uno o más hábitats. Es recomendable realizar los censos en horas de la mañana y al final de la tarde, cuando las aves son más activas, y repetirlo varios días para detectar la mayor cantidad posible de aves. El área cubierta por el conteo estará definida por la distancia entre los individuos censados y la línea de recorrido del observador.

- **Procedimiento**

Se trazarán transectos que atraviesen cada una de las parcelas permanentes establecidas para el monitoreo de cada hábitat. Se establecerá una velocidad constante para recorrer el transecto, empleando un tiempo de quince minutos en cada recorrido. Este recorrido se repetirá ocho veces durante dos horas en la mañana y ocho veces durante dos horas en la tarde.

Al analizar los datos no es necesario computar la cantidad de individuos observados de cada especie, sino registrar la cantidad total de especies y la cantidad total de individuos observados.



- **Medición de abundancia relativa (Pettingill, 1970)**

A partir de la información de los censos se puede estimar la abundancia relativa de la manera que se describe a continuación: Se divide la cantidad de muestreos realizados (o transectos) en los que se observó una determinada especie entre el total de muestreos realizados y se tabulan los datos. Luego se elabora un listado de las especies en orden de abundancia en términos de porcentaje, desde el más alto hasta el más bajo. Los valores (en porcentaje) de abundancia son: 90-100% = abundante (A); de 65-89% = común (C); de 31-64% = moderadamente común (MC); de 10-30% = no común (NC) y de 1-9% = rara (R). Se consideran los individuos marcados y recapturados.

• **Mamíferos**

La comunidad de mamíferos presentes en la zona se evaluará a través de muestreos con redes de niebla de distinto ojo de maya y de trampas que serán instaladas tanto a ras de suelo como en otros estratos de la vegetación.

- **Murciélagos**

Se utilizarán redes de niebla (mist nets) de 12 m de longitud, a una altura entre 0,5 y 3,0 m del suelo, tratando de abarcar el mayor número posible de microambientes (bordes, claros, interior del bosque, zonas abiertas, escarpes). El tiempo de muestreo es desde las 18:00 hasta las 21:00

- **Mamíferos Terrestres**

Se emplearán trampas tipo Sherman plegables, de tres tamaños, grande (10,1x11,4x38,1 cm), mediana (7,6x8,8x22,8 cm) y pequeña (5x5x22,8 cm) las cuales estarán situadas tanto a nivel del suelo como en las ramas de los árboles. Como cebo se utilizará, de forma alternada, banano y una mezcla de sardinas con maíz.

Se registrarán y analizarán, por separado, los datos relacionados con aquellos individuos recapturados (marcados durante el salvamento), indicando gráficamente el desplazamiento de cada uno así como los cambios cualitativos y cuantitativos en la conformación de los grupos y manadas (número total, número de juveniles y adultos, machos y hembras, etc).

• **Análisis de la composición de comunidades**

Con los datos de cada muestreo se construirá una curva de acumulación de especies y número de individuos/especie para cada tipo de hábitat, comparando el esfuerzo de muestreo (horas/persona) contra el número acumulado de especies. Estos datos serán útiles para evaluar los inventarios de especies por varias razones. Primera, permitirán a otros investigadores determinar el esfuerzo mínimo requerido para llevar a cabo el inventario de un grupo taxonómico bajo ciertas condiciones. Segunda, servirá para realizar comparaciones entre sitios con condiciones similares (i.e., climáticas, altitudinales), pero donde el grupo de interés presenta diferentes densidades poblacionales, dado que éstas dependen de factores menos predecibles como las respuestas temporales a las condiciones ecológicas. Por última, en caso de que ciertas especies empiecen a disminuir, estos datos servirán para documentar dicha tendencia (Lips et al. 1999).



Conociendo el número de especies colectadas durante el estudio y el número de individuos por cada una de ellas, se estimarán los índices de riqueza y diversidad de especies en la zona.

- **Índice de Riqueza.** La riqueza de especies en la zona será expresada a través del listado de especies (inventario), el cual es la medida más común y simple utilizada para indicar la diversidad de especies. También será expresada mediante el Índice de Margalef

$$D = (S-1)/\ln N, \text{ donde}$$

- **D** = índice de riqueza de Margalef
- **S** = número de especies
- **N** = número total de individuos
- **ln** = logaritmo natural

El cual depende de la cantidad de especies colectadas y el número total de individuos capturados.

- **Índices de Diversidad.** Aunque el conteo total de especies (riqueza) observado en una región, sin importar el área muestreada, es claramente un aspecto de la diversidad de especies, este tiene limitaciones como un índice comparativo ya que sólo considera datos de ausencia y presencia. Por lo tanto, se debe recurrir a índices que tengan en cuenta, de manera simultánea, la riqueza y la equidad (distribución de individuos por especie), los cuales son más útiles para comparar la diversidad entre hábitats. Los índices de diversidad de uso más común son el Índice de Simpson (S), sensible a cambios en las especies más abundantes, y el Índice de Shannon-Wiener (H'), sensible a cambios en las especies raras (Krebs 1999).

La abundancia relativa de cada especie en cada tipo de bosque, será estimada a partir de $P_i = n_i/N$. La densidad relativa de cada especie será estimada dividiendo el número de individuos de cada especie por el área muestreada ($A_i = n_i/a$). Estos valores serán estimados sumando todos los individuos colectados por especie en todos los transectos o parcelas de cada hábitat; las áreas serán las sumas de las áreas individuales de cada sitio de muestreo. Para comparar la diversidad de especies entre pares de muestras se utilizará el Coeficiente de Similitud de Sørensen (Cs).

- **Variables Ambientales**

Tanto al inicio como al final de cada muestreo en transecto o parcela, se medirán las siguientes variables climáticas: 1) Temperatura del aire (°C); 2) Humedad Relativa (%); y 3) Temperatura del suelo (°C). Las dos primeras variables se medirán con un termómetro digital; la tercera con un termómetro de suelo. Se hará un ANOVA de una sola vía, para examinar diferencias entre las mediciones diurnas y las nocturnas. Posteriormente, se hará un análisis de componentes principales (PCA) para relacionar la riqueza y la abundancia relativa de especies con las variables ambientales. Tanto la ANOVA como el PCA se harán para cada tipo de hábitat.

Adicionalmente, y de manera obligatoria, cada uno de los profesionales a cargo llevará un registro detallado de las características fenológicas de la vegetación durante la época del



muestreo, de manera que pueda establecerse alguna clase de relación entre la abundancia y composición de las comunidades observadas con la disponibilidad y variedad de recursos alimenticios. En caso de encontrar dificultades para identificar alguna especie, se debe herborizar debidamente una muestra fértil del individuo para su posterior determinación en el laboratorio.

Cada profesional se comprometerá a efectuar y entregar registros fotográficos digitales de las especies observadas, las cuales pasarán a ser de propiedad del proyecto y se utilizarán para conformar un banco de imágenes. Las fotografías deben ser nítidas, tendrán una escala gráfica de referencia (reglilla) y un tamaño mínimo de 2048x1536 pixeles, de manera que puedan usarse posteriormente en la producción de materiales impresos necesarios para los programas de educación ambiental y de difusión al público en general.

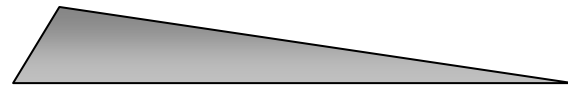
10.2.2.7. Cronograma de ejecución

Se proponen un total de ocho monitoreos, uno cada dos años, cada uno de los cuales tendrá una duración de dos meses, un mes en época de verano y un mes en época de lluvias, los cuales deben iniciar desde el primer año de la construcción del proyecto.

El primero deberá realizarse un antes de iniciar la construcción

Actividad	año	Construcción									Operación					
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	..	3..	5	
Muestreo de campo –Temporada de estiaje		■		■		■		■		■		■		■		■
Informe de muestreo																
Muestreo de campo –Temporada de lluvias		■		■		■		■		■		■		■		■
Informe de muestreo																
Informe anual		■		■		■		■		■		■		■		■

Programa detallado de cada año



Actividad	mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Muestreo de campo –Temporada de estiaje				■	■								
Informe de muestreo													
Muestreo de campo –Temporada de lluvias										■	■		
Informe de muestreo													
Informe anual										■			

10.2.2.8. Costos

Descripción	unidad	subtotal	Valor unitario	Total / item
PERSONAL				74.700.000
Biólogo aves	mes	2	4.500.000	9.000.000
Biólogo herpetos	mes	2	4.500.000	9.000.000
Biólogo mamíferos	mes	2	4.500.000	9.000.000
Auxiliar aves	mes	2	1.500.000	3.000.000
Auxiliar herpetos	mes	2	1.500.000	3.000.000
Auxiliar mamíferos	mes	2	1.500.000	3.000.000
Baquiano	mes	6	450.000	2.700.000
Viático auxiliar	día	180	100.000	18.000.000
Viático profesional	día	180	100.000	18.000.000
COSTOS DIRECTOS				14.060.000
Transporte acuático	Día	30	220.000	6.600.000



Transporte mula	Día	90	30.000	2.700.000
Transporte terrestre	día	8	220.000	1.760.000
Elementos de marcaje (anillos, pintura,)		1	500.000	500.000
Elementos médicos (suero antiofídico, botiquín, antibióticos, antisépticos, gasa, alcohol, jeringas, anestésicos, guantes desechables,)	Global	1	100.000	100.000
Material fungible (alcohol, frascos, rótulos, recipientes desechables, cintas, marcadores, libretas de campo, CDs, enlatados para cebos, formol, papel, cartón, alambre, clavos)	Global/mes	2	200.000	400.000
Edición de informe (incluye fotografías en formato .tif, tamaño grande; video, Cartillas divulgativas)	Global	1	2.000.000	2.000.000
EQUIPOS				6.480.000
Alquiler cámara fotográfica-filmadora	mes	2	300.000	600.000
Alquiler de trampas y redes	mes	2	20.000	40.000
Alquiler GPS	mes	2	20.000	40.000
Alquiler motosierra y herramientas (martillos, palas, malacates, cables)	mes	2	2.000.000	4.000.000
Equipos de seguridad (flotadores, arneses, guantes, cascos, gafas, protector auditivos)	unidad	9	200.000	1.800.000
Costo primer año				95.240.000
Costo durante construcción (cinco monitoreos)				476.200.000
Costos durante operación(tres monitoreos)				285.720.000

El costo total de este proyecto para los ocho monitoreos es de \$ 761.920.000 (US\$ 353.559).

10.2.2.9. Responsables

La Hidroeléctrica Pescadero – Ituango, como empresa propietaria del proyecto.

10.2.3. Proyecto de Monitoreo a la asociación de especies ícticas localizadas aguas abajo del Proyecto Hidroeléctrico Ituango

10.2.3.1. Objetivos

- Identificar los cambios en la asociación de especies de peces presentes aguas abajo del proyecto hidroeléctrico Ituango, durante la construcción y operación del proyecto.

10.2.3.2. Impacto a evaluar

- Cambios en la estructura del biotopo y en las comunidades bénticas
- Cambio en la abundancia de las especies que conforman la comunidad de peces en la cuenca del río Cauca

10.2.3.3. Estrategia de atención

Compensación.

10.2.3.4. Indicador

- Diversidad de la asociación
- Abundancia y biomasa de las especies migratorias
- Densidad de ictioplancton.

10.2.3.5. Etapa del proyecto

Este monitoreo debe desarrollarse durante los tres últimos años de la construcción y prolongarse hasta seis años después de entrar en funcionamiento.

10.2.3.6. Descripción de la actividad

- **Diseño del muestreo:** Se localizarán diez estaciones de muestreo aguas abajo de la presa (hasta la zona del complejo de ciénagas) y aguas arriba de la misma (en el tramo del embalse del proyecto hidroeléctrico Pescadero- Ituango).

Los muestreos se realizarán con frecuencia trimestral los primeros tres años, y semestralmente los siguientes seis años cubriendo los periodos de subienda (Diciembre-Febrero) y mitaca (Julio).

- **Trabajo en campo:** En las diez estaciones se utilizarán diferentes métodos de captura como pesca eléctrica, atarrayas, trasmallos y chinchorros. Para las capturas con pesca eléctrica se realizarán capturas en 100m lineales. Para las atarrayas el esfuerzo de pesca será de 30 lances para cada ojo de malla (para un total de 90 lances), en tanto que los trasmallos serán expuestos en los ecosistemas cenagosos, durante jornadas de doce horas. La utilización del chinchorro estará sujeta al tipo de sustrato en cada una de los sitios, para lo cual se realizará un arrastre por cada punto de muestreo. La línea de anzuelos será expuesta por periodos de doce horas, especialmente en ecosistemas cenagosos y en sitios de remanso del río y tributarios.

A cada ejemplar se le asignará un número de campo, y luego se le tomarán los datos de peso y longitud estándar. Los individuos capturados se almacenarán en solución de formol al 10% para su traslado al laboratorio.

Trabajo en laboratorio: esta fase comprende actividades de identificación de las epeceis y de procesamiento final de la información.

Identificación de las especies: En el laboratorio, los peces se lavarán con agua para eliminar el exceso de formaldehído y luego se conservarán en una solución de alcohol al 70%, para su preservación. Para la determinación se emplearán claves taxonómicas, descripciones y listas de Nelson (1994); Dahl (1971), Eigenmann (1912, 1920) y específicas como Gery (1977), Schultz (1944a) Castro (1994) y Uribe (1996).

Análisis de la información: Para cada uno de los momentos de muestreo se obtendrá la estructura de las asociaciones (composición y abundancia de cada especie), y se estimarán las características emergentes de esta estructura como Riqueza–Margalef; Diversidad - Shannon-Wiener; Dominancia y Equidad -Pielou. El número de especies esperada a partir de los datos, se obtendrá con base en curvas de rarefacción y los estimadores de riqueza de Chao Jack nife. Para la estimación de la distribución espacio-temporal de la composición de especies se aplicarán análisis de similitud según la naturaleza de los datos. La diferencia en la distribución de las abundancias y biomasa por especie, entre sitios y momentos de muestreo, se realizará con base en la captura por unidad de esfuerzo (número de individuos y biomasa por hora y m²).

Se realizarán comparaciones entre los muestreos con el fin de establecer posibles cambios en la comunidad de peces o identificar posibles impactos sobre la asociación de especies.



10.2.3.7. Cronograma de ejecución

Programa detallado de años 7-8 y 9 de construcción

Actividad	mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Preparación		■			■			■			■		
Trabajo de campo		■	■		■			■			■		
Trabajo de laboratorio			■	■		■		■		■		■	
Análisis de información			■	■		■		■		■		■	
Informe de muestreo				■			■			■		■	
Informe anual													■

Programa detallado de años 1 a 6 de operación

Actividad	mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Preparación					■						■		
Trabajo de campo					■						■		
Trabajo de laboratorio						■	■					■	■
Análisis de información							■	■				■	■
Informe de muestreo							■	■				■	■
Informe anual													■
Informe final												■	■

10.2.3.8. Costos

Costo anual estimado para la etapa de construcción (años 7 a 9)

Descripción	unidad	subtotal	Valor unitario	Total
PERSONAL				109.800.000
Biólogo Ictiólogo	mes	12	4.500.000	54.000.000
Auxiliar ictiología	mes	24	1.500.000	36.000.000
Pescador	mes	4	450.000	1.800.000
Viático auxiliar	día	120	100.000	12.000.000
Viático profesional	día	60	100.000	6.000.000
COSTOS DIRECTOS				20.000.000
Transporte acuático	Día	20	220.000	4.400.000
Transporte terrestre	día	60	220.000	13.200.000
Elementos médicos (suero antiofídico, botiquín, antibióticos, antisépticos, gasa, alcohol, jeringas, anestésicos, guantes desechables)	Global	1	100.000	100.000
Material fungible (alcohol, frascos, rótulos, recipientes desechables, cintas, marcadores, libretas de campo, CDs, formol, papel)	Global/mes	1	300.000	300.000
Edición de informe (incluye fotografías en formato .tif, tamaño grande; video, Cartillas divulgativas)	Global	1	2.000.000	2.000.000
EQUIPOS				3.200.000
Alquiler cámara fotográfica-filmadora	unidad	1	300.000	300.000
Flujómetro	unidad	1	1.200.000	1.200.000
Redes	unidad	0	1.000.000	0
Trasmallos	unidad	2	320.000	640.000
atarrayas	unidad	2	230.000	460.000
Equipos de seguridad (flotadores, arneses, guantes, cascos, gafas, protector auditivos)	unidad	3	200.000	600.000
COSTOS AÑO 7 CONSTRUCCIÓN				133.000.000



Costo anual estimado para la etapa de operación (años 1 a 6)

Descripción	unidad	subtotal	Valor unitario	Total
PERSONAL				63.900.000
Biólogo Ictiólogo	mes	6	4.500.000	27.000.000
Auxiliar ictiología	mes	12	1.500.000	18.000.000
Pescador	mes	2	450.000	900.000
Viático auxiliar	día	120	100.000	12.000.000
Viático profesional	día	60	100.000	6.000.000
COSTOS DIRECTOS				11.200.000
Transporte acuático	Día	10	220.000	2.200.000
Transporte terrestre	día	30	220.000	6.600.000
Elementos médicos (suero antiofídico, botiquín, antibióticos, antisépticos, gasa, alcohol, jeringas, anestésicos, guantes desechables,)	Global	1	100.000	100.000
Material fungible (alcohol, frascos, rótulos, recipientes desechables, cintas, marcadores, libretas de campo, CDs, formol, papel)	Global/mes	1	300.000	300.000
Edición de informe (incluye fotografías en formato .tif, tamaño grande; video, Cartillas divulgativas)	Global	1	2.000.000	2.000.000
EQUIPOS				3.200.000
Alquiler cámara fotográfica-filmadora	unidad	1	300.000	300.000
Flujómetro	unidad	1	1.200.000	1.200.000
Redes	unidad	0	1.000.000	0
Trasmallos	unidad	2	320.000	640.000
atarrayas	unidad	2	230.000	460.000
Equipos de seguridad (flotadores, arneses, guantes, cascos, gafas, protector auditivos)	unidad	3	200.000	600.000
COSTOS AÑO 1 OPERACIÓN				78.300.000
COSTOS AÑOS 7 A 9 CONSTRUCCIÓN				399.000.000
COSTOS AÑOS 1 A 6 OPERACIÓN				469.800.000
COSTO TOAL PARA NUEVE AÑOS				868.800.000

El costo total de este proyecto para los nueve años de funcionamiento es de \$868'800.000 (US\$ 403.155).

10.2.3.9. Responsables

La Hidroeléctrica Pescadero – Ituango, como dueña del proyecto.

10.2.4. Proyecto de Monitoreo a la actividad pesquera en aguas abajo del proyecto Hidroeléctrico Ituango

10.2.4.1. Objetivos

- Definir los cambios en la actividad pesquera desarrollada en la zona de influencia del proyecto Hidroeléctrico pescadero-Ituango durante la construcción y operación.

10.2.4.2. Impacto a evaluar

- Cambio en la abundancia de las especies que conforman la comunidad de peces en la cuenca del río Cauca.



- Alteración de la economía regional.

10.2.4.3. Estrategia de atención

Compensación.

10.2.4.4. Indicador

- Número de peces por especies capturados
- Peso total por especie
- Capturas por unidad de esfuerzo

10.2.4.5. Etapa del proyecto

El muestreo cubrirá los cuatro últimos años de construcción y los seis primeros años de operación del embalse.

10.2.4.6. Descripción de la actividad

Se establecerán diez sitios de muestreo en los principales puertos o sitios de acopio de pesca aguas abajo del proyecto Hidroeléctrico Pescadero-Ituango, donde se asientan las comunidades más importantes de pescadores de la zona. En cada uno de los sitios de muestreo se realizarán entrevistas a pescadores y comerciantes, durante las épocas de subienda, es decir, que la información se recabará durante los periodos de máxima actividad pesquera de cada periodo hidrológico (Febrero a marzo).

Se realizarán visitas a cada sitio donde se aplicarán encuestas a pescadores y comerciantes sobre: aparejos de pesca utilizados en la faena, duración de la faena (en horas), número de peces por especie capturados en esa jornada, peso total por especie, área donde realizó la pesca, combustible consumido y su costo, especificaciones del bote y del motor, entre otras.

Los datos pesqueros obtenidos a partir de las encuestas realizadas a los pescadores se analizarán en términos cuantitativos o cualitativos, según la naturaleza de la pregunta realizada. La síntesis de la información se presentará mediante gráficos y tablas que permitan determinar la CPUE (captura por unidad de esfuerzo), número de individuos y biomasa para cada una de las especies por momento, sitio de captura y aparejo de pesca, con el fin de realizar comparaciones entre épocas de muestreo.

Estos datos se analizarán conjuntamente con la información obtenida de otros proyectos del Plan de Monitoreo de manera puedan establecerse relaciones con las observaciones de actividad reproductiva y repoblamiento íctico.



10.2.4.7. Cronograma de ejecución

Etapa del proyecto	P	Construcción						Operación						
		año 0	1	...	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6
Preparación de la salida														
Trabajo de campo														
Organización de la información														
Informe de muestreo														
Informe final														

Programa detallado de cada año

Actividad	mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Preparación de la salida													
Trabajo de campo													
Análisis de información													
Informe de muestreo													

10.2.4.8. Costos

Descripción	unidad	subtotal	Valor unitario	Total
PERSONAL				48.000.000
Biólogo Ictiólogo	mes	3	4.500.000	13.500.000
Biólogo Pesquerías	mes	3	4.500.000	13.500.000
Auxiliar ictiología	mes	6	1.500.000	9.000.000
Viático auxiliar	día	60	100.000	6.000.000
Viático profesional	día	60	100.000	6.000.000
COSTOS DIRECTOS				9.000.000
Transporte acuático	Día	10	220.000	2.200.000
Transporte terrestre	día	20	220.000	4.400.000
Elementos médicos (suero antiofídico, botiquín, antibióticos, antisépticos, gasa, alcohol, jeringas, anestésicos, guantes desechables,)	Global	1	100.000	100.000
Material fungible (alcohol, frascos, rótulos, recipientes desechables, cintas, marcadores, libretas de campo, CDs, formol, papel)	Global/mes	1	300.000	300.000
Edición de informe (incluye fotografías en formato .tif, tamaño grande; video, Cartillas divulgativas)	Global	1	2.000.000	2.000.000
EQUIPOS				1.100.000
Alquiler cámara fotográfica-filmadora	unidad	1	300.000	300.000
Equipos de seguridad (flotadores, arneses, guantes, cascos, gafas, protector auditivos)	unidad	4	200.000	800.000
Costos para un año				58.100.000
Costos durante construcción (4 años)				232.400.00
Costos durante operación (6 años)				348.600.000

El costo total de este proyecto para los diez años de funcionamiento es de \$581'000.000 (US\$ 269.605).

10.2.4.9. Responsables

La Hidroeléctrica Pescadero – Ituango, como dueña del proyecto.



10.2.5. Proyecto de seguimiento a la actividad reproductiva de las especies migratorias en la cuenca baja del Río Cauca

10.2.5.1. Objetivos

- Realizar un seguimiento a la actividad reproductiva de las especies migratorias en la cuenca del Río Cauca con el fin de monitorear sus cambios y ofrecer información vital para las instituciones responsables de su control, regulación y manejo.
- Identificar posibles cambios en las áreas de desove de las principales especies migratorias, luego de la entrada en operación del proyecto Hidroeléctrico Pescadero-Ituango.

10.2.5.2. Impacto a evaluar

- Cambio en la abundancia de las especies que conforman la comunidad de peces en la cuenca del río Cauca.
- Alteración de la economía regional.

10.2.5.3. Estrategia de atención

Compensación.

10.2.5.4. Indicador

- Densidad de ictioplancton.

10.2.5.5. Etapa del proyecto

El monitoreo se llevará a cabo durante ocho ciclos hidrológicos completos abarcando las épocas de máxima reproducción de los peces (Mayo y Octubre), entre los años 1 y 8 de la operación del proyecto.

10.2.5.6. Descripción de la actividad

Se establecerán seis sitios de muestreo aguas abajo del futuro embalse donde se realizarán muestreos en el cauce principal del río Cauca, algunos tributarios y ecosistemas cenagosos aledaños, los cuales deben realizarse de forma simultánea en cada sitio.

- *Trabajo en campo.* Las muestras se tomarán con la ayuda de una red cónico-cilíndrica de 1,5 m de longitud y 35 cm de abertura de boca. El volumen de agua filtrado por la red se estimará a partir del cálculo de la velocidad del agua (distancia recorrida por un objeto durante un tiempo específico) y el diámetro de la boca de la red.
- *Trabajo en laboratorio.* Se seleccionará el ictioplancton, se separará por especie (en lo posible) y se estimará su abundancia. Se construirán graficas de distribución de abundancia de larvas capturadas para cada una de la estaciones de muestreo.
- *Análisis de la información.* Basados en la estimación de la abundancia de larvas por especie y por sitio de muestreo, se definirán posibles áreas de desove y su magnitud relativa. Los resultados obtenidos se compararán con los datos de muestreos



anteriores estableciendo las relaciones con las actividades de seguimiento a la actividad pesquera y al repoblamiento íctico.

10.2.5.7. Cronograma de ejecución

Etapa del proyecto	P	Construcción									Operación				
		año	0	1	...	9	1	2	3	4	5	6	7	8	...
Preparación de la salida															
Trabajo de campo															
Organización de la información															
Informe de muestreo															
Informe final															

Programa detallado de cada año

Actividad	mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Preparación de la salida													
Trabajo de campo													
Análisis de información													
Informe de muestreo													

10.2.5.8. Costos

Descripción	unidad	subtotal	Valor unitario	Total
PERSONAL				55.200.000
Biólogo plancton	mes	3	4.500.000	13.500.000
Auxiliar ictiología	mes	18	1.500.000	27.000.000
Pescador	mes	6	450.000	2.700.000
Viático auxiliar	día	60	100.000	6.000.000
Viático profesional	día	60	100.000	6.000.000
COSTOS DIRECTOS				29.200.000
Transporte acuático	Día	60	220.000	13.200.000
Transporte terrestre	día	60	220.000	13.200.000
Elementos médicos (suero antiofídico, botiquín, antibióticos, antisépticos, gasa, alcohol, jeringas, anestésicos, guantes desechables,)	Global	2	100.000	200.000
Material fungible (alcohol, frascos, rótulos, recipientes desechables, cintas, marcadores, libretas de campo, CDs, formol, papel)	Global/mes	2	300.000	600.000
Edición de informe (incluye fotografías en formato .tif, tamaño grande; video, Cartillas divulgativas)	Global	1	2.000.000	2.000.000
EQUIPOS				3.400.000
Alquiler cámara fotográfica-filmadora	unidad	2	300.000	600.000
Equipos de seguridad (flotadores, arneses, guantes, cascos, gafas, protector auditivos)	unidad	14	200.000	2.800.000
COSTOS AÑO 1 DE OPERACIÓN				87.800.000
COSTOS AÑOS 1 A 8 DE OPERACIÓN				702.400.000

El costo total de este proyecto para los ocho años de funcionamiento es de \$702'400.000 (US\$ 325.939).



10.2.5.9. Responsables

La Hidroeléctrica Pescadero – Ituango, como dueña del proyecto.

10.2.6. Proyecto de seguimiento y conservación de la Guacamaya verde oscura (*Ara militaris*).

A partir de los resultados de la caracterización y monitoreo de fauna para la zona de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Pescadero- Ituango, se recomienda realizar actividades de manejo para especies de aves consideradas prioritarias. Una de ellas es la guacamaya verde oscura *Ara militaris*, catalogada como vulnerable (VU) según Birdlife Internacional 2000 (Renjifo et al. 2002), debido a la fragmentación de su hábitat y a la intensa explotación de sus poblaciones para diferentes usos (Toro y Cuervo, 2000).

Adicionalmente, a partir de estudios realizados en el municipio de Sabanalarga (Sierra, 2004a, 2004b), se determinó que la población de *Ara militaris* habita especialmente en las veredas Orobajo y Remartín, en un área que comprende 12.000 ha, caracterizada por un hábitat de bosque seco tropical. Sin embargo, también se la ha observado en zonas más altas como las veredas La Aurora, Nohavá y Santa María y, en general, a lo largo del cauce del río Cauca en época seca. Estas áreas incluyen los sitios de forrajeo, descanso y anidación, entre los 300 m y los 900 m de altitud.

Estos mismos estudios señalan como principales amenazas la destrucción de hábitat (por expansión de la actividad ganadera), seguida por la cacería para consumo y la captura de pichones para su comercialización. Se constató que estas actividades son de relativa pero constante ocurrencia en la zona, ya que están asociadas a la economía ocasional de los pobladores (Sierra, 2004a, 2004b).

Teniendo en cuenta que Orobajo quedará inundado por el embalse, es importante estudiar con mayor detalle el comportamiento de las poblaciones de esta especie, con el fin de identificar otros sitios que utiliza y que puedan ser protegidos como medida de compensación.

10.2.6.1. Objetivos

- Localizar y verificar en campo la existencia de los diferentes grupos de *Ara militaris* en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico Pescadero- Ituango, con base en la información suministrada por los estudios de línea base existentes.
- Establecer la densidad poblacional de la especie, en lo posible su rango de distribución, áreas de alimentación, reproducción, crecimiento y cría.
- Evaluar la calidad de los hábitats en términos de uso y conectividad, para orientar las estrategias de conservación de dicha especie.
- Plantear las estrategias de conservación para esta especie con base en los resultados encontrados.

10.2.6.2. Impacto a evaluar

- Pérdida o fragmentación de hábitat.
- Muerte y desplazamiento de especies faunísticas.



10.2.6.3. Estrategia de atención

Prevención, Control, Mitigación, Compensación.

10.2.6.4. Indicador

- Número de individuos observados-detectados
- Número de individuos juveniles observados
- Número de adultos en pareja.

10.2.6.5. Etapa del proyecto

Al igual que con el monitoreo de fauna vertebrada, este proyecto se realizará desde el inicio de la construcción del proyecto y se prolongará durante los ocho primeros años de su funcionamiento, el cual se iniciará en el primer año de construcción.

10.2.6.6. Descripción de la actividad

Para el cumplimiento de los objetivos, y con el fin de mantener una metodología estándar se deben seguir los métodos de investigación propuestos por el Programa de Loros Amenazados (Velásquez, 2003) y el estudio de Sierra (2004a; 2004b).

Los monitoreos deben realizarse cada dos años, por un lapso no menor a quince años. Una condición inherente de los monitoreos a nivel de ecosistemas, comunidades y poblaciones es que deben ser a largo plazo (Heyer et al., 1994; Primack, 2001), para así poder detectar fluctuaciones poblacionales que son difíciles de observar en periodos cortos (Ej., año a año). Para lograr esto también se requiere obtener los datos de una forma estándar, los cuales serán útiles para hacer comparaciones con otros estudios realizados en condiciones similares (Heyer et al., 1994).

• Identificación de grupos y comportamiento

Para determinar la estrategia de forrajeo de la especie y algunos comportamientos sociales, se deben realizar seguimientos focales a individuos aislados o en parejas/grupos durante el día (08:00 – 16:00). En las observaciones de forrajeo y comportamiento social, se debe tener en cuenta las siguientes condiciones sociales/edad: Juveniles aislados, juveniles en grupos familiares, adultos aislados, adultos en pareja, adultos en grupos familiares. Se debe registrar las duraciones de los eventos/estados conductuales relacionados con el forrajeo y reproducción, los demás eventos y estados/conductuales deben ser contabilizados y tenidos en cuenta sólo cuando su duración sea superior a 10 segundos.

Durante el seguimiento, todos los árboles en los que el individuo se perchó o alimentó deben marcarse para posterior revisión. Para cada impulso de forrajeo se evalúan las siguientes variables: Preferencia del recurso, Número de frutos consumidos, duración del impulso y si el individuo abandonó el árbol para forrajear en otro; además, deben tomarse muestras vegetales de los árboles y frutos consumidos para una posterior clasificación y obtención de mayor información.

Adicionalmente, cada diez minutos deben tomarse datos puntuales relevantes al grupo: comportamiento del individuo focal (forrajeo, vuelo, descanso, acicalamiento), principal



actividad grupal (forrajeo, vuelo, percha), distancia al vecino más cercano, número de individuos árbol, otras especies de aves en el árbol. Adicionalmente, deben registrarse otros comportamientos como cortejos, apareamientos, despliegues, disputas, todas estas observaciones deben realizarse en cada una de las zonas escogidas por dos días.

Con el fin de describir los patrones de agrupamiento, formación de parejas, movimiento diario y estacional, y comportamiento, debe realizarse observaciones en los dormitorios en los períodos de 05:30 – 07:30 y 16:00 – 18:00 horas. Durante dichas observaciones, deben registrarse los siguientes datos cada diez minutos: fecha, hora, tamaño del grupo, actividad (vuelo, forrajeo, acicalamiento), sentido del vuelo (llegada o salida), número de individuos por árbol. Para ello se dedicarán tres días en diferentes puntos de observación del dormitorio.

Para el comportamiento reproductivo se ubicarán sitios estratégicos que permitan el avistamiento y la observación de los nidos, teniendo en cuenta que esta especie tiene preferencia por anidar en barrancas y sitios escarpados. Cada mes se deben realizar avistamientos en los lugares donde se sabe que se lleva a cabo esta actividad, para saber con claridad en qué época se inicia esta etapa; las observaciones deben hacerse entre las 5:30-8:30 y las 16:00-18:00 horas, y se debe tener en cuenta variables como llegadas, entradas y salidas de los nidos, duración dentro de los nidos, interacciones sociales entre el grupo familiar y otras especies, actividades realizadas durante su estadía en los nidos. Estos datos también se tendrán en cuenta para los muestreos realizados durante todo el día, por tres días consecutivos, en los meses donde se evidencie este proceso.

Además, se contará el número de cuevas ocupadas en cada barranca y se realizaran exploraciones a otras barrancas que no estén incluidas dentro de la zona de muestreo, para evidenciar si allí también se llevaba a cabo esta actividad por otros individuos de la especie.

• **Censos poblacionales**

Existen distintas propuestas metodológicas para censar poblaciones de aves (Gibbons et al., 1986; Bibby et al., 1998), entre las cuales se seleccionaron los conteos de colonias de anidación y el conteo de grupos en dormitorios, dado que se consideran adecuadas para estimar el tamaño de la población de *Ara militaris* en el área de estudio.

A los conteos de grupos se debe dedicar tres días al mes durante seis meses, donde se aprovechan las horas de salida (5:30 a 7:30) y de llegada (16:30 a 18:00 horas) de las guacamayas.

Dentro de la unidad de muestreo se deben dedicar ocho horas (de 6:00 a 10:00 y de 14:00 a 18:00 ó de 8:00 a 16:00), para evaluar de forma estandarizada la actividad de la guacamaya (rutas, números de individuos, origen, destino y altura).

• **Evaluación del hábitat y estrategias de conservación**

Con base en la información de línea base existente, datos de los pobladores de la zona y las observaciones de campo se deben localizar, identificar y cartografiar los grupos de *Ara militaris* en el área de influencia del proyecto. Además, se deben reconocer los posibles corredores biológicos, y dar una calificación a los hábitats según las amenazas, las preferencias y frecuencias de uso, aporte de alimento, desplazamiento, reproducción, entre otros, con el fin de priorizar dichos hábitat.



Con el análisis de la información colectada durante el estudio se deberán plantear estrategias viables de conservación de las poblaciones de *Ara militaris* en el área de influencia del proyecto.

10.2.6.7. Cronograma de ejecución

Actividad	año	P	Construcción									Operación					
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	...	6	
Informe de muestreo																	
Muestreo de campo – Temporada de lluvias																	
Informe de muestreo																	
Informe anual																	

Programa detallado del año 1-C

Actividad	mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Identificación de grupos													
Registro de comportamiento													
Censos poblacionales													
Evaluación del hábitat													
Informe monitoreo													
Elaboración de informe anual													

10.2.6.8. Costos

Descripción	unidad	subtotal	Valor unitario	Total
PERSONAL				74.700.000
Biólogo aves	mes	6	4.500.000	27.000.000
Auxiliar aves	mes	6	1.500.000	9.000.000
Baquiano	mes	6	450.000	2.700.000
Viático auxiliar	día	180	100.000	18.000.000
Viático profesional	día	180	100.000	18.000.000
COSTOS DIRECTOS				31.380.000
Transporte acuático	Día	60	220.000	13.200.000
Transporte mula	Día	360	30.000	10.800.000
Transporte terrestre	día	24	220.000	5.280.000
Elementos médicos (suero antiofídico, botiquín, antibióticos, antisépticos, gasa, alcohol, jeringas, anestésicos, guantes desechables,)	Global	1	100.000	100.000
Edición de informe (incluye fotografías en formato .tif, tamaño grande; video, Cartillas divulgativas)	Global	1	2.000.000	2.000.000
EQUIPOS				2.520.000
Alquiler cámara fotográfica-filmadora	mes	6	300.000	1.800.000
Alquiler GPS	mes	6	20.000	120.000
Equipos de seguridad (flotadores, arneses, guantes, cascos, gafas, protector auditivos)	unidad	3	200.000	600.000
Costo estimado un año				108.600.000
Costo durante construcción (5 monitoreos)				543.000.000
Costo durante operación (3 monitoreos)				325.800.000



El costo total de este proyecto para los quince años de monitoreo es de \$868.800.000 (US\$ 403.155).

10.2.6.9. Responsables

La Hidroeléctrica Pescadero – Ituango, como empresa propietaria del proyecto, en coordinación con CORANTIOQUIA.

10.3. PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DEL MEDIO SOCIAL

A partir de la caracterización del Medio Social realizada, el programa de monitoreo y seguimiento comprende las actividades para establecer las variaciones una vez se implementan los distintos proyectos para prevenir, mitigar, compensar y potenciar los impactos ambientales y determinar la eficacia de las medidas planteadas.

El programa de monitoreo se constituye en un insumo fundamental para la evaluación expost, teniendo en cuenta que se realizan evaluaciones periódicas y sus resultados parciales pueden ser retomados para la evaluación final.

De igual manera, el programa de monitoreo permitirá establecer los ajustes al Programa para el Manejo del Medio Social, una vez se realizan de manera parcial las evaluaciones y se conocen los resultados.

10.3.1. Objetivos

Evaluar de manera periódica los resultados obtenidos en la implementación de los diferentes proyectos que conforman el Programa para el manejo del Medio Social, y realizar los ajustes necesarios para garantizar los resultados esperados y acordes con la caracterización económica, social y cultural de las comunidades asentadas en el área de influencia del Proyecto.

10.3.2. Impactos a evaluar

- Transformación de los sistemas culturales de la población afectada indirectamente
- Desplazamiento involuntario de población y afectación de las condiciones de vida
- Generación de expectativas
- Afluencia de población foránea; incremento en la demanda de servicios públicos y sociales
- Surgimiento y protagonismo de actores sociales y fortalecimiento de organizaciones sociales
- Generación de conflictos motivados por la presencia del proyecto
- Alteración de la economía regional; generación de empleo.

10.3.3. Estrategia de Atención

Potenciación, prevención, mitigación, control



10.3.4. Etapa del proyecto

Durante la etapa de construcción

10.3.5. Delimitación de la actividad

Los municipios del área de estudio. Para los monitoreos que tengan relación con población, las actividades se realizarán en las cabeceras de los municipios de Ituango, Toledo y San Andrés de Cuerquia y de manera particular la localidad de El Valle.

10.3.6. Descripción de la actividad

Se realizará la recolección de información para operacionalizar los distintos indicadores que darán cuenta de los resultados en los siguientes aspectos:

- Procesos demográficos y calidad de vida
- Reasentamiento integral de población
- Fortalecimiento organizativo e institucional

La evaluación de los procesos demográficos permite determinar los cambios y tendencias de las distintas localidades teniendo en cuenta que el número, estructura y composición de la población determinan la demanda de servicios públicos y sociales y en consecuencia, los estándares de calidad de vida de la población.

10.3.6.1. Monitoreo de la dinámica poblacional por presión migratoria

Los movimientos poblacionales en la zona de influencia directa del proyecto, tendrán como principal causa la expectativa de empleo y la generación de ingresos a partir de las oportunidades que genera el proyecto. El monitoreo de este aspecto, es importante para determinar de manera previa las posibles tendencias, determinantes en el futuro económico y social de las localidades.

Para el monitoreo es necesario diferenciar la población que habitualmente reside en las localidades y la población migrante, determinada esta última a partir del momento de inicio del proyecto.

- La población residente en las localidades. Se considera como el total de población registrada en datos censales (DANE), identificada como la población que habitualmente reside en las localidades con una permanencia sustentada en el desarrollo de sus actividades económicas, relaciones sociales y sentido de pertenencia al territorio, es decir, que se encuentra establecida y considera su localidad como sitio de residencia habitual.
- Población foránea. Se identifica como la población que a partir del inicio del proyecto llega a la zona en calidad de migrante y sus expectativas están relacionadas con el Proyecto, o ligadas al traslado de uno de los miembros del grupo familiar (en el caso del jefe de hogar que se traslada con los miembros de su familia, u otra persona).

La población foránea puede en un momento determinado residenciarse definitivamente en el área del proyecto, una vez satisface expectativas de empleo y establece relaciones sociales y económicas que determinan su permanencia.



Se identifican además grupos de población que se mueven de un lugar a otro basado en las expectativas de un proyecto para aprovechar las ventajas comparativas que éste ofrece, pero que terminado el mismo, regresan a sus lugares habituales de residencia. Es el caso de comerciantes, obreros del sector de la construcción o personal con calificación en oficios especializados.

10.3.6.2. Condiciones socioeconómicas de las localidades

Teniendo en cuenta que la interacción del medio con el proyecto puede afectar de manera sustancial las condiciones de vida de la población, básicamente motivadas por la presión migratoria y su relación con la demanda de servicios públicos y sociales, será necesario y como mecanismo para definir de manera concreta la intervención del proyecto, establecer indicadores para medir las modificaciones en los componentes sociales de manera comparativa con las condiciones al inicio del proyecto y en forma cualitativa, la incidencia en las relaciones sociales y patrones culturales de las localidades.

Para las cabeceras urbanas de Ituango, Toledo y San Andrés de Cuerquia y la localidad del Valle, el seguimiento al comportamiento de los indicadores de calidad de vida, permitirá focalizar acciones conjuntas con las administraciones municipales quienes necesariamente deben ir incorporando herramientas de planificación y gestión para ajustarse al cambio.

10.3.6.3. Reasentamiento integral de población

Teniendo en cuenta el objetivo del proyecto de restablecer las condiciones de vida de la población afectada directamente y que se cuenta con la caracterización demográfica socioeconómica y cultural de esta población, el monitoreo de las condiciones de vida permitirá establecer si las medidas que se van implementando responde de manera adecuada a sus particulares condiciones y la población se integra de manera armónica con su nuevo entorno.

La operacionalización de los indicadores deberá tener en cuenta las variables que determinan:

- Condiciones espaciales y de habitabilidad. Determinadas por la manera como las comunidades reasentadas se han apropiado del nuevo entorno, condiciones de habitabilidad de la vivienda y sentido de pertenencia que van, desarrollado la cual se evidencia en la manera como las personas y familias transforman y ornamentan los espacios con un estilo propio y los alrededores de la misma evidencian un sentido de apropiación.
- Relaciones Sociales y organización. Cuando se ha superado el sentido individual y los mecanismos adaptativos se han consolidado hacia el desarrollo de acciones colectivas y el nivel organizativo de la comunidad incide en la transformación del entorno, el fortalecimiento de las relaciones sociales y el establecimiento de acuerdos.
- Calidad de vida. Cuando de manera conjunta al disponer de mejores condiciones de habitabilidad se ha restablecido la forma de vida de manera integral en mejores condiciones de saneamiento, acceso a la salud y escolarización de la población en edad de estudiar y la población adulta está vinculada con procesos de capacitación no formal.



10.3.6.4. Fortalecimiento organizativo e institucional

Representa un aspecto fundamental de apoyo al proyecto para lo cual se hace importante establecer seguimiento en los resultados parciales relacionados con la coordinación de las acciones entre el proyecto y las administraciones municipales, la suscripción de convenios y acuerdos como una de las formas en las que las partes establecen responsabilidades y las redes sociales a través de las organizaciones comprometidas en el manejo ambiental y en la vigilancia de las acciones del proyecto.

10.3.7. Indicador

10.3.7.1. Monitoreo de la dinámica poblacional por presión migratoria

Para la operacionalización de indicadores, en algunos casos cualitativos y que deben ser expresados numéricamente de acuerdo con su peso y representatividad, se diseñará un instrumento o ficha evaluativa que contendrá las variables descritas a continuación para ser aplicada cada seis (6) meses.

Variables a monitorear	Indicadores	Instrumentos
Población foránea vinculada al proyecto	Número de personas con otra procedencia vinculadas al proyecto + personas que migraron a la zona con él.	Registro Proyecto (formato de seguimiento al personal contratado por el proyecto)
Incrementos en el costo de la tierra	Valores presentes – valores inicio proyecto/m ²	Ficha evaluativa de migraciones
Incrementos en el costo de la vivienda	Valor/mes actual – Valor/mes actual – Valor/mes antes proyecto	Ficha evaluativa de migraciones
Incrementos en la canasta familiar	Costo de 25 productos básicos de la canasta familiar (actual – inicio proyecto)	Ficha evaluativa de migraciones
Nuevas viviendas en el área de influencia directa del proyecto	# Unidades	Ficha evaluativa de migraciones
Subdivisión espacial de viviendas en el área de influencia directa del proyecto	# Unidades y total personas en áreas arrendadas por subdivisión de viviendas	Ficha evaluativa de migraciones
Nuevos locales comerciales y uso mixto de viviendas	#Unidades	Ficha evaluativa de migraciones
Incremento en madresolterismo, asociado con el proyecto	# casos reportados – # casos promedio	Reporte Hospitales áreas Urbanas Ituango, San Andrés de Cuerquia y Toledo
Eventos de inseguridad ciudadana presentados o registrados	# casos	Reporte autoridades

10.3.7.2. Condiciones socioeconómicas de las localidades

Se elaborará un formato evaluativo de las condiciones Socioeconómicas de la población del Valle que debe incluir los indicadores enunciados a continuación y que se podrá aplicar mediante muestreo aleatorio simple con base en los listados disponibles de personal contratado por el proyecto, según lugar de procedencia:

- Personal de la zona ocupado por el proyecto
- Estimación del ingreso familiar por # promedio de personas ocupadas por familia



- Cobertura de servicios públicos y sociales (agua potable, saneamiento, salud, educación)
- Costo de la canasta familiar /ingresos por familia
- Aporte de las actividades económicas a la UPF (minería, agricultura, ganadería, comercio)
- Generación de ingresos municipales por Industria y comercio

10.3.7.3. Reasentamiento integral de población

Para el seguimiento a los indicadores de calidad de vida de la población reasentada se diseñará una ficha socioeconómica que debe contener las siguientes variables e indicadores a monitorear semestralmente, y aplicada antes (una vez) y semestralmente después de haber realizado el traslado.

- **Población**

- Total, composición y estructura

- **Calidad de vida**

- Educación. Población escolarizada/población en edad escolar + población vinculada a procesos de educación no formal desarrollados por el proyecto, deserción escolar/total matriculados.
- Salud: N° de eventos anuales x enfermedad/número de Eventos totales (IRA, EDA, Desnutrición, Violencia intrafamiliar, Isquémicas y del corazón, CA, enfermedades profesionales y eventos accidentales en el proyecto)
- Cobertura de servicios públicos y sociales (agua potable, saneamiento, salud, educación)
- Aspectos Físicos, espaciales y condiciones de habitabilidad de la vivienda
- Área del predio
- Área de la vivienda

- **Restablecimiento de las condiciones sociales, culturales y organizativas**

- Apropiación de la vivienda: calificar los niveles de satisfacción del propietario y su familia (Alta =0,8 – 1,0 - Media 0,7 – 0,4 – Baja 0,1 – 0,3)
- \$/ inversión anual en la vivienda
- No de participantes en las actividades del PMA
- Niveles de participación (calificarlos)
- Número de eventos y celebraciones comunitarias
- Frecuencia en la utilización del equipamiento comunitario en celebraciones, capacitaciones, atención en salud, (días al año)
- Atención de solicitudes realizadas al proyecto (N°)



- **Restablecimiento de las actividades económicas**

- Costo de la canasta familiar /ingresos por familia
- Aporte de las actividades económicas a la UPF (minería, agricultura, ganadería, comercio)
- Costo de la canasta familiar /ingresos por familia
- Porcentaje del gasto familiar por rubros: vivienda, alimentación, transporte, vestido, recreación, educación, salud, gastos suntuarios.
- Personas ocupadas en la familia según actividad (actividad tradicional, otras actividades)

10.3.7.4. Fortalecimiento organizativo e institucional

- Coberturas en servicios públicos y sociales
- Total población ocupada por Municipio y % de participación en el empleo
- Total inversiones anuales del proyecto en apoyo a adecuación y construcción de infraestructuras
- Total recaudado por industria y comercio (nuevos establecimientos)
- Total inversión anual fortalecimiento de la gestión pública por el proyecto
- Total inversión nuevos proyectos de ajuste (EOT) al proyecto y sus dinámicas: nuevas viviendas, ampliación de redes de servicios e infraestructuras
- Número de enfermedades de transmisión sexual o causadas por vectores (malaria, dengue, rabia, etc)

10.3.8. Cronograma

El programa se realizará semestralmente en toda el área de estudio, durante toda la etapa de construcción

10.3.9. Costos

El costo total del proyecto es de \$ 1.125.000.000 (USD\$ 522.042), que incluye:

Costo de Personal: \$ 837.000.000 (USD\$ 388.399)

Costos directos: \$ 288.000.000 (USD\$ 133.643)

10.3.10. Responsable

La Hidroeléctrica Pescadero-Ituango, como propietaria del proyecto