

# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL APROVECHAMIENTO HIDROELÉCTRICO DEL RÍO COCORNÁ

## PROYECTO HIDROELÉCTRICO PANTÁGORAS ANTIOQUIA

### CAPÍTULO 8 EVALUACIÓN AMBIENTAL

#### CONTENIDO

8	EVALUACIÓN AMBIENTAL.....	8.6
8.1	METODOLOGÍA PARA EVALUACIÓN AMBIENTAL.....	8.6
8.2	RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL.....	8.6
8.2.1	Impacto ambiental del escenario sin proyecto .....	8.7
8.2.2	Impacto ambiental del escenario con proyecto .....	8.49
8.2.3	Conclusiones de la identificación y evaluación de impactos.....	8.98
8.2.4	Evaluación de impactos acumulativos.....	8.104
8.2.5	Evaluación de impactos sinérgicos .....	8.120
8.2.6	Evaluación de impactos residuales.....	8.123
8.3	VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL.....	8.131
8.1.1	Impactos ambientales significativos.....	8.131
8.1.2	Análisis de internalización .....	8.131
8.1.3	Valoración económica .....	8.1
8.1.4	Análisis Costo Beneficio .....	8.9

#### LISTA DE TABLAS

Tabla 8.1	Reporte de eventos de movimiento en masa en Cocorná .....	8.9
Tabla 8.2	Reporte de eventos sísmicos en Cocorná.....	8.13
Tabla 8.3	Reporte de inundaciones y avenidas torrenciales en el área de estudio....	8.14
Tabla 8.4	Respuesta otros proyectos en el área estudiada .....	8.17
Tabla 8.5	Títulos Mineros o licencias de exploración en Cocorná .....	8.21
Tabla 8.6	Conteo impactos e interacciones según signo para el medio abiótico – sin proyecto.....	8.26
Tabla 8.7	Conteo impactos e interacciones según signo para el medio biótico - sin proyecto.....	8.28
Tabla 8.8	Conteo impactos e interacciones según signo para el medio socioeconómico - sin proyecto. ....	8.30
Tabla 8.9	Relevancia de impactos medio abiótico, sin proyecto. ....	8.34

Tabla 8.10	Relevancia de impactos medio biótico sin proyecto. ....	8.36
Tabla 8.11	Relevancia de impactos medio socioeconómico sin proyecto .....	8.37
Tabla 8.12	Priorización de los impactos sobre el medio abiótico – sin proyecto. ....	8.38
Tabla 8.13	Clasificación del impacto total sobre el medio abiótico– sin proyecto.....	8.39
Tabla 8.14	Priorización de los impactos sobre el medio biótico – sin proyecto. ....	8.39
Tabla 8.15	Clasificación del impacto total sobre el medio biótico – sin proyecto.....	8.40
Tabla 8.16	Priorización de los impactos sobre el medio socioeconómico– sin proyecto....	8.40
Tabla 8.17	Clasificación del impacto total sobre el medio biótico – sin proyecto.....	8.41
Tabla 8.18	Impacto total por actividad generadora – sin proyecto.....	8.46
Tabla 8.19	Clasificación del impacto negativo total– sin proyecto.....	8.47
Tabla 8.20	Clasificación del impacto total– sin proyecto.....	8.48
Tabla 8.21	Relevancia total para el escenario Sin Proyecto.....	8.48
Tabla 8.22	Estudios a desarrollar para el proyecto Pantágoras Antioquia. ....	8.50
Tabla 8.23	Predios con posible afectación por la PCH Pantágoras Antioquia. ....	8.52
Tabla 8.24	Personal a contratar fase construcción proyecto Pantágoras Antioquia....	8.53
Tabla 8.25	Características del vertimiento en etapa de construcción. ....	8.62
Tabla 8.26	Cantidad de agua demandada para esta actividad. ....	8.63
Tabla 8.27	Personal a contratar etapa de operación proyecto Pantágoras Antioquia.	8.65
Tabla 8.28	Caudales de interés en la etapa de operación. ....	8.68
Tabla 8.29	Conteo impactos e interacciones según signo para el medio abiótico- con proyecto.....	8.74
Tabla 8.30	Conteo impactos e interacciones según signo para el medio biótico - con proyecto.....	8.76
Tabla 8.31	Conteo impactos e interacciones según signo para el medio socioeconómico- con proyecto.....	8.78
Tabla 8.32	Relevancia de impactos medio abiótico – con proyecto.....	8.82
Tabla 8.33	Relevancia de impactos medio biótico– con proyecto.....	8.83
Tabla 8.34	Relevancia de impactos medio socioeconómico– con proyecto.....	8.83
Tabla 8.35	Priorización de impactos medio abiótico– con proyecto. ....	8.84
Tabla 8.36	Clasificación del impacto del medio abiótico- con proyecto.....	8.85
Tabla 8.37	Priorización de impactos medio biótico– con proyecto. ....	8.85
Tabla 8.38	Clasificación del impacto del medio biótico- con proyecto.....	8.86
Tabla 8.39	Priorización de impactos medio socioeconómico– con proyecto.....	8.86
Tabla 8.40	Clasificación del impacto del medio socioeconómico- con proyecto. ....	8.87
Tabla 8.41	Impacto total por ASPI- con proyecto. ....	8.95
Tabla 8.42	Impacto total por fase del proyecto PCH Pantágoras Antioquia.....	8.96
Tabla 8.43	Impacto total por medio- con proyecto. ....	8.97
Tabla 8.44	Relevancia total de los impactos- con proyecto.....	8.98
Tabla 8.45	Análisis de tendencias desfavorables. ....	8.100
Tabla 8.46	Análisis de tendencias favorables.....	8.101
Tabla 8.47	Ficha de descripción del proyecto PCH El Popal.....	8.105
Tabla 8.48	Calificación del atributo Extensión. ....	8.107

Tabla 8.49	Escala de homologación de impactos proyecto Pantágoras Antioquia con los demás proyectos .....	8.108
Tabla 8.50	Homologación de impactos .....	8.110
Tabla 8.51	Rangos de clasificación de los impactos acumulativos. ....	8.114
Tabla 8.52	Atributos para calificación de impactos acumulativos. ....	8.115
Tabla 8.53	Resultados del análisis de impactos acumulativos. ....	8.118
Tabla 8.54	Clasificación de la sinergia por impacto. ....	8.121
Tabla 8.55	Proyectos de los Planes De Manejo Ambiental- PMA, evaluados. ....	8.124
Tabla 8.56	Clasificación y valores de tiempo de recuperación de impactos residuales. ....	8.126
Tabla 8.57	Calificación de la eficacia de las medidas de manejo. ....	8.126
Tabla 8.58	Clasificación de la Intensidad en el manejo y factor de reducción de la afectación. ....	8.127
Tabla 8.60	Análisis de internalización de impactos en la evaluación ex ante. ....	8.133
Tabla 8.60	Impactos económicos sujetos a valoración económica ambiental .....	8.1
Tabla 8.61	Costo de disminución de la disponibilidad de agua en el tramo intervenido ....	8.3
Tabla 8.63	Ingresos anuales generados por la contratación de mano de obra .....	8.5
Tabla 8.64	Estimación del Fomento el desarrollo económico e Incremento en la demanda de bienes y servicios. ....	8.7
Tabla 8.65	Conceptos de pago para las entidades públicas .....	8.7
Tabla 8.66	Incremento de ingresos de las entidades públicas .....	8.8
Tabla 8.67	Resultados Análisis Costos Beneficio. ....	8.10
Tabla 8.68	Cambios en la RBC y el VPN por cambios en la TSD .....	8.10

## LISTAS DE FIGURAS

Figura 8.1	Mapa de amenazas por movimiento en masa en Cocorná .....	8.8
Figura 8.2	Mapa de amenazas por movimiento en masa 1:100.000 .....	8.8
Figura 8.3	Eventos de remoción en masa ocurridos en la zona del proyecto. ....	8.9
Figura 8.4	Mapa de amenazas sísmica .....	8.12
Figura 8.5	Mapa de intensidad sísmica esperada. ....	8.13
Figura 8.6	Mapa de amenazas por avenida torrencial .....	8.15
Figura 8.7	Mapa de amenazas por inundación .....	8.15
Figura 8.8	Temperatura máxima en Cocorná .....	8.16
Figura 8.9	Usuarios legalizados y no legalizados del agua .....	8.19
Figura 8.10	Títulos mineros presentes en cercanía con el proyecto. ....	8.22
Figura 8.11	Desplazamiento en el municipio de Cocorná .....	8.24
Figura 8.12	Matriz de interacciones sin proyecto para el medio abiótico. ....	8.27
Figura 8.13	Matriz de interacciones sin proyecto para el medio biótico. ....	8.29
Figura 8.14	Matriz de interacciones sin proyecto para el medio socioeconómico. ....	8.33
Figura 8.15	Impacto total por factor medio abiótico – sin proyecto. ....	8.42
Figura 8.16	Impacto total por factor medio biótico – sin proyecto. ....	8.43
Figura 8.17	Impacto total por factor medio socioeconómico – sin proyecto. ....	8.44

Figura 8.18	Impacto total por elemento ambiental - sin proyecto. ....	8.45
Figura 8.19	Impacto total por actividad generadora – sin proyecto. ....	8.46
Figura 8.20	Impacto total por origen de actividad- sin proyecto. ....	8.47
Figura 8.21	Relevancia total para el escenario Sin Proyecto. ....	8.48
Figura 8.22	Impacto total Sin Proyecto, por medio. ....	8.49
Figura 8.23	Vías de acceso del proyecto Pantágoras Antioquia. ....	8.55
Figura 8.24	Sistema de desvío para la construcción del azud. ....	8.59
Figura 8.25	Caudal ecológico mensual. ....	8.69
Figura 8.26	Matriz de interacciones con proyecto para el medio abiótico. ....	8.75
Figura 8.27	Matriz de interacciones con proyecto para el medio biótico. ....	8.77
Figura 8.28	Matriz de interacciones con proyecto para el medio socioeconómico. ....	8.81
Figura 8.29	Impactos significativos con proyecto. ....	8.88
Figura 8.30	Impacto total por factor medio abiótico – con proyecto. ....	8.91
Figura 8.31	Impacto total por factor medio biótico – con proyecto. ....	8.92
Figura 8.32	Impacto total por factor medio socioeconómico– con proyecto. ....	8.93
Figura 8.33	Impacto total componente– con proyecto. ....	8.94
Figura 8.34	Impacto total por actividad generadora. ....	8.95
Figura 8.35	Impacto total por fase del proyecto PCH Pantágoras Antioquia. ....	8.96
Figura 8.36	Impacto total por medio – con proyecto. ....	8.97
Figura 8.37	Relevancia de los impactos totales- con proyecto. ....	8.98
Figura 8.38	Impactos negativos significativos- Sin proyecto. ....	8.103
Figura 8.39	Impactos negativos significativos- Con proyecto. ....	8.103
Figura 8.40	Línea del tiempo para la evaluación de impactos acumulativos. ....	8.106
Figura 8.41	Matriz de interacciones y selección de impactos a analizar. ....	8.113
Figura 8.42	Evaluación de impactos acumulativos- medio abiótico y biótico. ....	8.118
Figura 8.43	Cantidad de impactos acumulativos por medio. ....	8.119
Figura 8.44	Impacto acumulativo diferencial. ....	8.119
Figura 8.45	Número de impactos acumulativos generados según tipo de acumulación. ....	8.120
Figura 8.46	Impactos sinérgicos. ....	8.122
Figura 8.47	Cantidad de relaciones sinérgicas para los impactos significativos. ....	8.123
Figura 8.48	Resultados del análisis de residualidad para los impactos significativos negativos. ....	8.129
Figura 8.49	Resultados del análisis de residualidad para los impactos significativos positivos. ....	8.130
Figura 8.50	Flujo de caja ambiental. ....	8.9

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 8.1	Trabajos de descapote (PCH Juan García).....	8.54
Fotografía 8.2	Planta de concreto, proyecto Cantayús. ....	8.56
Fotografía 8.3	Ilustración de proyectos similares, excavación y construcción de la conducción. ....	8.58
Fotografía 8.4	Ilustración de proyectos similares, excavación y construcción de la ataguía, contrataguía y azud. ....	8.59
Fotografía 8.5	Ilustración de proyectos similares, excavación y construcción de desarenadores y casa de máquinas, entre otros. ....	8.61
Fotografía 8.6	Ejemplo de conformación de área de oficinas.....	8.62
Fotografía 8.7	Manejo de sobrantes de excavación.....	8.64
Fotografía 8.8	Sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, PCH Juan García.....	8.67
Fotografía 8.9	Ejemplo de conducción del caudal remanente, PCH La Herradura. ....	8.70

## 8 EVALUACIÓN AMBIENTAL

La evaluación de impactos tiene como objetivo la identificación, predicción e interpretación de las afectaciones ambientales que un proyecto puede producir en caso de ser ejecutado. Partiendo de lo anterior, se establecen las acciones o medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación, las cuales serán estructuradas en el Plan de Manejo Ambiental del presente Estudio de Impacto Ambiental.

Este proceso, se desarrolló partiendo de la caracterización ambiental de las áreas de influencia del Proyecto Hidroeléctrico (Capítulo 5. Caracterización del área de influencia), en donde se especifican las condiciones generales de la zona sin los efectos del Proyecto, así como sus principales sensibilidades a la hora de poner en marcha las actividades y obras del mismo (aspectos técnicos del proyecto - descritas a detalle en el Capítulo 3: Descripción del Proyecto). Adicionalmente, se tuvo en cuenta la demanda de recursos naturales para el desarrollo de las obras y actividades.

El análisis de impactos contempla los siguientes escenarios: Los impactos que se están generando en la actualidad por las actividades naturales o antrópicas propias del área (escenario Sin Proyecto) y los impactos que podrían generarse en la fase transversal, construcción, operación y abandono del proyecto PCH Pantágoras Antioquia (escenario Con Proyecto).

Para lo anterior, se utilizó la Metodología Conesa Fernández Vítora (2010). Se seleccionó esta metodología, ya que cumple con los lineamientos establecidos en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018). La presente evaluación también cuenta con un análisis de impactos acumulativos, sinérgicos y residuales.

### 8.1 METODOLOGÍA PARA EVALUACIÓN AMBIENTAL

Con el fin de detallar el procedimiento realizado, en el Capítulo 2 Generalidades, numeral 2.3.6, se presentan los lineamientos establecidos según los Términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental- EIA en proyectos de construcción y operación de centrales generadoras de energía eléctrica (Ministerio de Medio Ambiente, 2017) y la Metodología General para la presentación de estudios ambientales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018), la exposición de las limitaciones del método propuesto, y a continuación, se presentan los resultados obtenidos.

### 8.2 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL

En esta sección se presentan los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología propuesta para la evaluación de los impactos ambientales. A continuación, se indican estos resultados para los escenarios sin y con proyecto.

### 8.2.1 Impacto ambiental del escenario sin proyecto

En este acápite se presenta la descripción de las actividades sin proyecto que fueron estudiadas en el área de influencia de los diferentes medios abiótico, biótico y socioeconómico, así como los resultados obtenidos de la identificación y evaluación de impactos ambientales.

#### 8.2.1.1 Descripción de actividades sin proyecto

El escenario sin proyecto describe el estado actual del área sobre la cual será desarrollado el proyecto PCH Pantágoras Antioquia y los impactos ambientales existentes como consecuencia de la dinámica propia de la zona entre el ser humano y la naturaleza.

Para el análisis de impactos ambientales sin proyecto, se tuvo en cuenta una serie de actividades naturales y antrópicas que generan cambios importantes sobre las diferentes áreas de influencia del proyecto PCH Pantágoras Antioquia. Estos cambios, se basan en el análisis de la caracterización ambiental de las áreas de influencia del proyecto (Capítulo 5. Caracterización del área de influencia).

##### 8.2.1.1.1 Descripción de actividades naturales sin proyecto: Movimientos en masa

Antes de presentar una síntesis del análisis de este evento, es preciso sugerir que para mayor detalle se remita al capítulo 10.1.3 Plan de gestión del riesgo.

Según un estudio realizado por Cornare sobre amenazas por movimientos en masa (Cornare, 2011), las veredas donde se emplazarán las obras están catalogadas con amenazas de la siguiente manera:

- Amenaza muy baja: El Coco, Los Cedros, Montañita.
- Amenaza baja: San Antonio.
- Amenaza alta: Cabecera municipal, Santa Bárbara, El Jordán y La Aurora
- Amenaza muy alta: La Peña y la Piñuela

Y específicamente, las zonas donde se emplazarán las obras del proyecto están catalogadas como se muestra en la Figura 8.1.



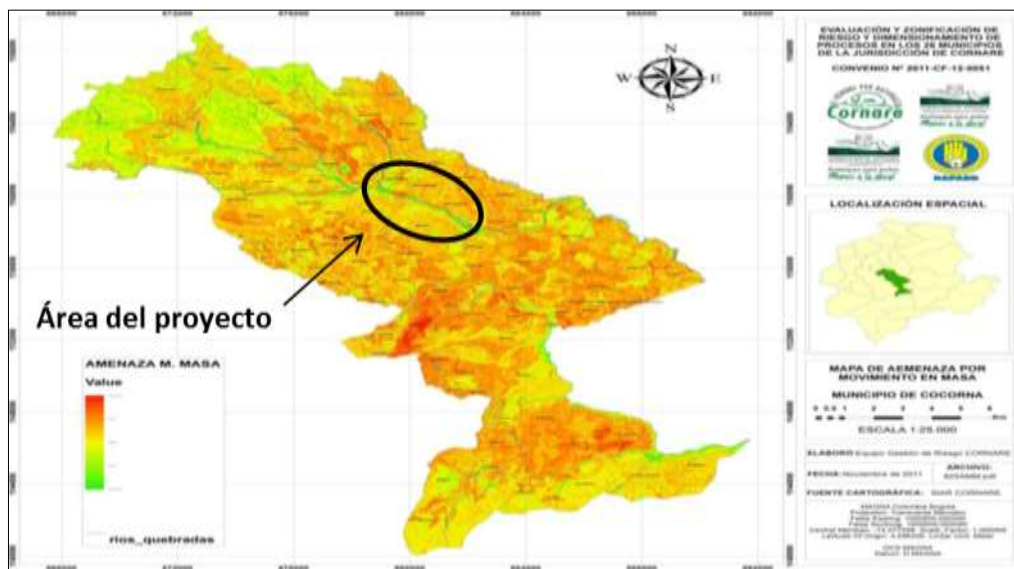


Figura 8.1 Mapa de amenazas por movimiento en masa en Cocorná  
Fuente: Adaptado de (Cornare, 2011)

Así mismo, según el mapa a escala 1:100.000 del (SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO, 2011), la zona donde se emplazarán las obras del proyecto, presenta una amenaza media a movimientos en masa.



Figura 8.2 Mapa de amenazas por movimiento en masa 1:100.000  
Fuente: Elaboración propia a partir de (SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO, 2011)

Por otro lado, en el POMCA del río Samaná Norte (Consorcio POMCAS Oriente Antioqueño, 2016), se presenta la localización de eventos de remoción en masa ocurridos en la cuenca. De esa información se puede ver que en la zona del proyecto se han presentado numerosos eventos de remoción en masa.



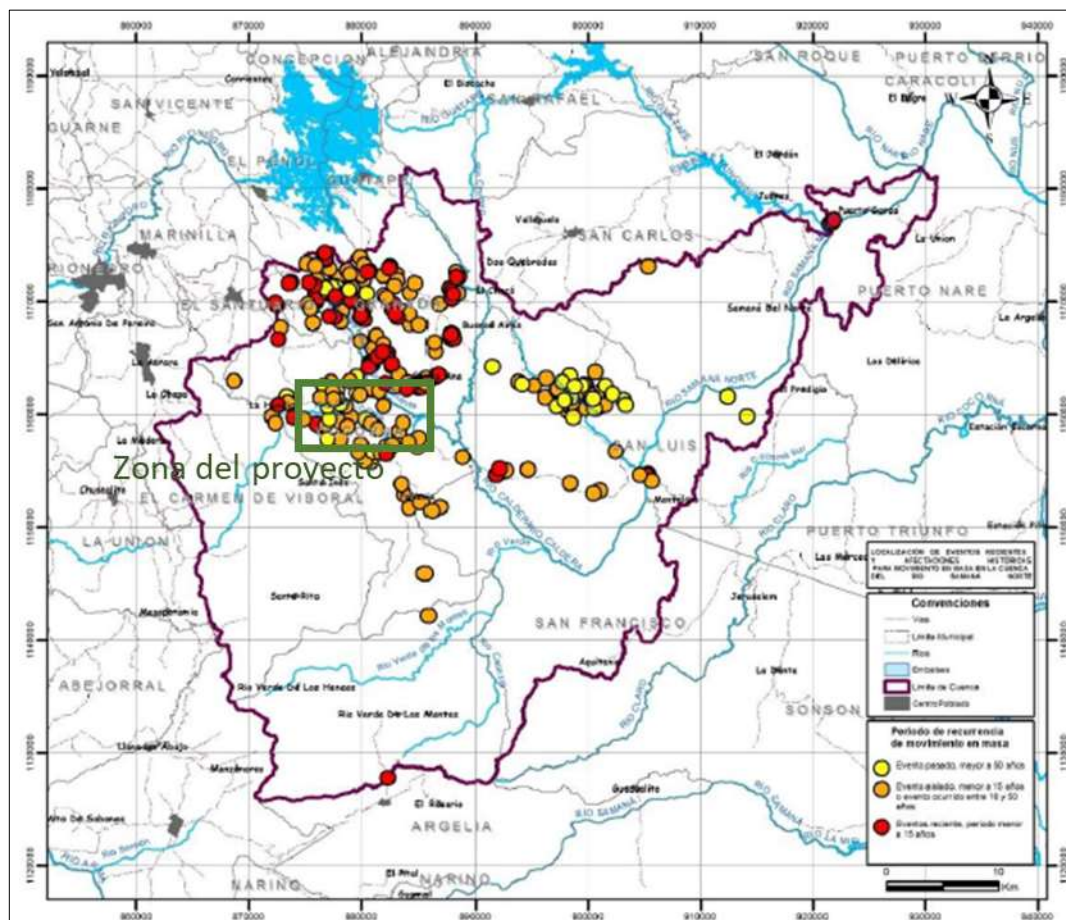


Figura 8.3 Eventos de remoción en masa ocurridos en la zona del proyecto

Fuente: Elaboración propia a partir de (Consorcio POMCAS Oriente Antioqueño, 2016)

En la siguiente tabla, se presenta el registro histórico de los eventos acontecidos desde 1937 a la fecha.

Tabla 8.1      Reporte de eventos de movimiento en masa en Cocorná

Fecha			Municipio	Sitio	Causa	Observaciones de causa
Día	Mes	Año				
13	09	1937	Cocorná	Estación La Cristalina.	Lluvias	Época invernal.
22	04	1954	Cocorná		Lluvias	Fuertes llluvias.
05	06	1957	Cocorná		Lluvias	Fuertes llluvias.
19	11	1977	Cocorná	La Secreta.	Lluvias	Época invernal.
13	06	1983	Cocorná	Autopista Medellín-Bogotá	Lluvias	Época de llluvias.
09	07	1983	Cocorná	Autopista Medellín-Bogotá (El Truchero).	Lluvias	Época invernal.
24	09	1983	Cocorná	V. La Piñuela Y La Garrucha.	Lluvias	El invierno.
01	11	1983	Cocorná	Vía Medellín-Bogotá (La Tebaida).	Lluvias	El invierno

Fecha			Municipio	Sitio	Causa	Observaciones de causa
Día	Mes	Año				
17	05	1984	Cocorná	Vía Medellín-Bogotá.	Lluvias	El invierno.
31	10	1984	Cocorná	Vía Cocorná-La Piñuela-San Francisco km 10.	Lluvias	Época invernal.
31	10	1984	Cocorná	V. La Granja. Vía Medellín-Bogotá km 90.	Lluvias	Época invernal.
31	10	1984	Cocorná	V. Vallesol Y La Habana. Autopista Medellín-Bogotá km112 115	Lluvias	Fuertes lluvias.
01	11	1984	Cocorná	Vía Rio Caldera-San Luis.	Lluvias	Fuertes lluvias.
06	11	1984	Cocorná	Autopista Medellín-Bogotá km 90.	Lluvias	Fuertes lluvias.
07	11	1984	Cocorná	Vía Cocorná-San Francisco. km 5 10.	Lluvias	Fuertes lluvias.
09	09	1985	Cocorná	Autopista Medellín-Bogotá km 60.	Lluvias	Fuertes lluvias.
23	10	1986	Cocorná	Autopista Medellín-Bogotá km 60 161	Lluvias	Época invernal.
04	08	1987	Cocorná	Autopista Medellín-Bogotá km 76	Otra causa	Fuertes lluvias.
19	06	1988	Cocorná	Autopista Medellín-Bogotá km 74.	Lluvias	Fuertes lluvias.
10	12	1988	Cocorná	Vía Medellín-Bogotá km75.	Lluvias	Fuertes lluvias
11	10	1990	Cocorná	Vía Medellín-Bogotá km66.	Lluvias	Época invernal.
07	11	1990	Cocorná	Vía Medellín-Bogotá km 73.	Lluvias	Época invernal.
11	03	1995	Cocorná		Lluvias	Fuertes lluvias.
06	01	1996	Cocorná	Vía Medellín-Bogotá.	Otra causa	No reportada
09	05	1996	Cocorná	Vereda La Tolda.	Otra causa	No se reporta.
20	07	1996	Cocorná	Vía Cocorná-Autopista Medellín-Bogotá. km 2 + 300 M.	Lluvias	Aguas lluvias. Fuerte invierno.
26	10	1996	Cocorná	Vereda La Milagrosa. km 1+ 500 Dos Cuadras Antes De La Escuela	Error humano	Mala construcción de un lleno.
26	11	1996	Cocorná	Barrio Montecarlo.	Otra causa	No reportada.
26	12	1996	Cocorná	Vereda La Chorrera Parte Baja km 4+505 De Vía Med-Bogt.	Error humano	Lleno anti técnico
26	12	1996	Cocorná	km 1+945 De La Entrada A Cocorná De La Vía Medellín-Bogotá.	Error humano	Dinamita de rocas.
16	09	1997	Cocorná	Vereda Los Cedros.	Error humano	Actividad antrópica.
22	07	1999	Cocorná	Vereda San Antonio km 5.	Otra causa	Características geológicas de la zona.
22	07	1999	Cocorná	Vía De Acceso Al Municipio De San Francisco.	Otra causa	Característica geológica de la zona.
03	09	1999	Cocorná	km 70 180 M Antes Del Puente Sobre El Río Cocorná.	Otra causa	No reportada.

Fecha			Municipio	Sitio	Causa	Observaciones de causa
Día	Mes	Año				
22	11	2001	Cocorná	La Chorrera	Lluvias	Deslizamiento sobre la banca de la vía
30	05	2007	Cocorná	Área urbana y rural	Lluvias	Fuertes lluvias motivaron deslizamientos
11	07	2008	Cocorná	Vereda Las Playas	Lluvias	Torrencial que origino la creciente del rio San Matías
14	08	2008	Cocorná		Vendaval	
20	01	2009	Cocorná		Lluvias	Alud de tierra tapa quebrada
30	01	2009	Cocorná	El Entablado - Quebrada Negra	Lluvias	Erosión y derrumbe de piedra y lodo
24	02	2009	Cocorná		Vendaval	
10	03	2009	Cocorná	Buenos Aires Santa Cruz Palmita Alto De Santo Domingo	Lluvias	Lluvias afectan tres acueductos viviendas y cultivos
12	04	2009	Cocorná	Veredas La Florida y El Entablado	Vendaval	
29	10	2010	Cocorná	Rural Quebrada Pisquina	Vendaval	
18	11	2010	Cocorná	Veredas Cruces, Viadal, Palmita	Vendaval	
26	11	2010	Cocorná	Viadal	Vendaval	
04	05	2011	Cocorná	Rural	Vendaval	
29	09	2011	Cocorná	Varias	Vendaval	
13	10	2011	Cocorná	Urbana	Vendaval	
24	04	2012	Cocorná		Lluvias	
03	07	2012	Cocorná		Lluvias	
03	04	2013	Cocorná			
12	08	2013	Cocorná	Vereda La Milagrosa	Lluvias	
14	08	2013	Cocorná			
09	10	2014	Cocorná	Vereda San José, Santo Domingo, Mazotes	Lluvias	
24	04	2015	Cocorná		Vendaval	
01	05	2017	Cocorná	Vereda Los Limones, a 40 minutos del casco urbano.	Lluvias	Las últimas semanas ha llovido mucho en el municipio y el riesgo de nuevas emergencias es alto
02	05	2017	Cocorná	Vereda la Paila en límites con San Francisco	Lluvias	Fuertes lluvias de las últimas horas

Fuente: (Desinventar, 2019), (Departamento Administrativo para la Gestión del Riesgo de Desastres de Antioquia, 2017)

Finalmente, los movimientos en masa en el área de estudio, se traducen en afectaciones en la estabilidad de laderas, propiedades del suelo, usos del suelo, calidad del agua, dinámica fluvial, calidad del paisaje, flora terrestre, infraestructura vial, actividades agropecuarias y, patrimonio arqueológico. Adicionalmente, ante estos fenómenos se puede causar daños sobre la infraestructura de servicios sociales.

#### 8.2.1.1.2 Descripción de actividades naturales sin proyecto: Actividad sísmica

Según el mapa de amenaza sísmica de Colombia presentado por el Reglamento de Construcciones Sismo Resistentes NSR-10, el proyecto de aprovechamiento hidroeléctrico Pantágoras Antioquia se sitúa en una zona de amenaza intermedia, tal como se muestra en la Figura 8.4.



Figura 8.4 Mapa de amenazas sísmica

Fuente: (Servicio Geológico Colombiano, 2010)

Así mismo, según el mapa a escala 1:500.000 del (Servicio Geológico Colombiano, 2010), la zona donde se emplazará el proyecto tiene un potencial ligero de intensidad esperada.

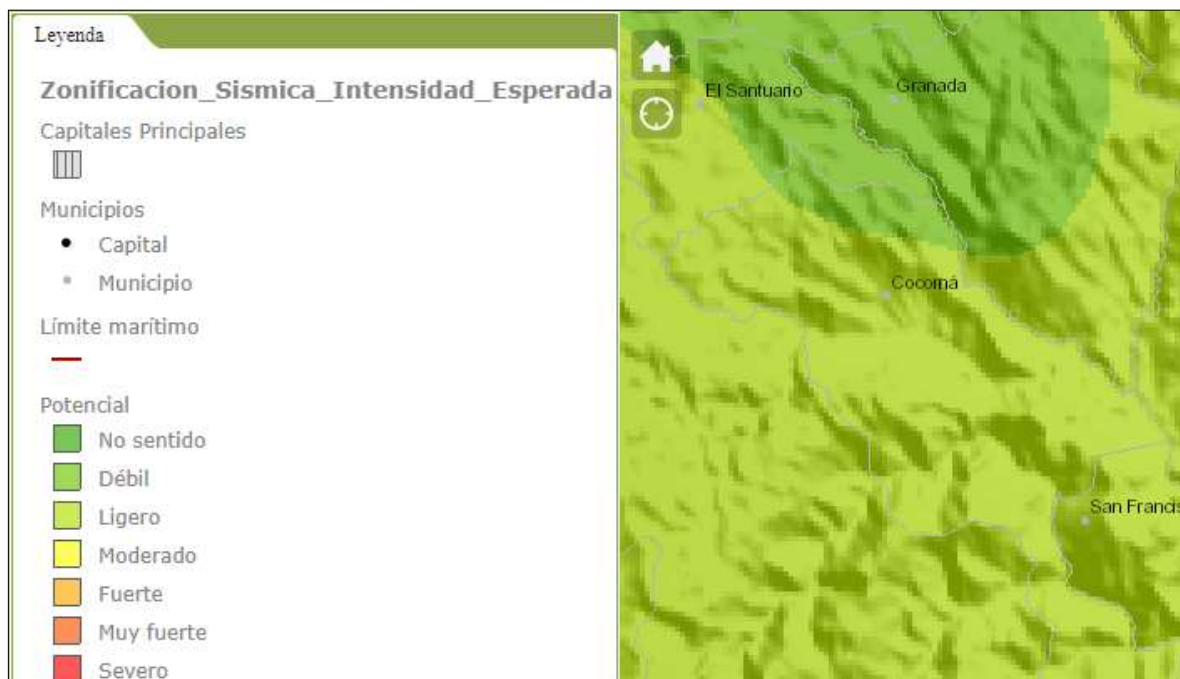


Figura 8.5 Mapa de intensidad sísmica esperada.

Fuente: (Servicio Geológico Colombiano, 2010)

De acuerdo con el catálogo de eventos sísmicos, en el municipio de Cocorná se han registrado 21 sismos desde el año 1995. La mayor magnitud registrada es de 3,1 lo que muestra que los eventos registrados no han sido significativos.

Tabla 8.2 Reporte de eventos sísmicos en Cocorná

Fecha	Hora	Lat (°)	Long (°)	Prof (Km)	Magnitud MI	Municipio	# fases	RMS (Seg)	Gap (°)
1995-01-27	00:39:25	5,997	-75,181	1,8	2,8	Cocorná	9	0,6	130
1995-01-27	00:55:33	5,972	-75,195	9,9	2,7	Cocorná	6	0,2	125
1995-01-27	01:30:43	5,979	-75,188	5,4	2	Cocorná	5	0,3	209
1995-01-27	02:36:59	5,96	-75,212	2,7	2	Cocorná	7	0,8	144
1995-01-27	02:59:31	6,006	-75,177	4,4	2,6	Cocorná	10	0,8	133
1999-02-10	16:12:53	6,102	-75,209	26,7	2,8	Cocorná	5	0,4	110
2000-01-04	00:36:43	5,958	-75,216	10,2	2,9	Cocorná	6	0,9	124
2000-06-10	22:12:56	5,995	-75,13	82,2	2,3	Cocorná	5	0,7	133
2001-01-19	22:57:45	6,036	-75,193	92,5	1,7	Cocorná	3	0,2	195
2002-08-14	22:41:03	6,07	-75,136	88,8	2,1	Cocorná	3	0,6	162
2005-04-22	02:16:53	6,043	-75,27	24	1,8	Cocorná	4	0,3	129
2007-11-11	10:13:47	6,032	-75,103	32,1	2,5	Cocorná	5	0,6	159
2009-05-31	22:23:27	5,952	-75,1	12	1,1	Cocorná	4	0,2	258
2011-01-09	22:59:41	6,07	-75,096	22,2	1,1	Cocorná	4	0,3	169
2012-04-23	08:22:13	6,027	-75,272	4	0,7	Cocorná	4	0,4	119



Fecha	Hora	Lat (°)	Long (°)	Prof (Km)	Magnitud MI	Municipio	# fases	RMS (Seg)	Gap (°)
2012-07-26	01:50:42	5,947	-75,109	29,7	1,2	Cocorná	4	0,4	108
2012-10-23	22:53:23	5,944	-75,123	13	3,1	Cocorná	11	0,5	101
2012-10-25	23:35:18	5,943	-75,113	15,5	1,9	Cocorná	5	0,5	138
2012-12-13	04:26:20	6,027	-75,099	15,5	1,5	Cocorná	4	0,3	239
2018-08-01	10:05:01	5,898	-75,086	3,71	1,3	Cocorná	9	0,9	221
2018-10-08	3:17:27	5,924	-75,095	31,65	1	Cocorná	8	0,2	140

Fuente: (Servicio Geológico Colombiano, 2019)

De acuerdo a lo anterior, la actividad sísmica representa posibles cambios en el entorno actual sin proyecto, sobre los factores estabilidad de laderas y propiedades del suelo, entre otros. Esta actividad podría activar fenómenos de movimientos en masa, así como sus afectaciones.

#### 8.2.1.1.3 Descripción de actividades naturales sin proyecto: Pluviosidad extrema

En el área de estudio, estos eventos ocurren en los meses de abril, mayo, octubre, noviembre e inicios de diciembre, y con la fase niña del fenómeno ENSO (El Niño Oscilación del Sur). Estas temporadas de lluvia se asocian a avenidas torrenciales con arrastre de rocas grandes, material flotante, restos de troncos, vegetación, entre otros, así como aumento en los niveles del río Cocorná. En la siguiente tabla, se indican los eventos de mayor magnitud reportados por el Dapard.

Tabla 8.3 Reporte de inundaciones y avenidas torrenciales en el área de estudio

Fecha			Evento	Municipio	Sitio	Causa	Observaciones de causa
Día	Mes	Año					
02	06	1956	Avenida torrencial	Cocorná		Lluvias	Fuertes lluvias.
25	06	1966	Avenida torrencial	Cocorná		Lluvias	Fuertes lluvias.
18	05	2007	Inundación	Cocorná		Lluvias	Fuertes lluvias acompañadas de vientos
25	08	2010	Avenida torrencial	Cocorná	Media Cuesta El Vaho	Vendaval	
17	02	2011	Avenida torrencial	Cocorná	Santa Rita	Vendaval	
03	06	2011	Avenida torrencial	Cocorná	Varias	Vendaval	
18	03	2013	Avenida torrencial	Cocorná	Barrio Nuevo, Vereda La Chonta, Los Potreros	Lluvias	
25	06	2014	Inundación	Cocorná	Zona Urbana Y Rural	Lluvias	
17	09	2014	Inundación	Cocorná	Corregimiento Estación, Barrio La	Lluvias	

Fecha			Evento	Municipio	Sitio	Causa	Observaciones de causa
Día	Mes	Año					
					Vega		
11	11	2014	Inundación	Cocorná	Corregimiento Estación Cocorná, Barrio La Vega	Lluvias	
02	04	2015	Avenida torrencial	Cocorná		Lluvias	
03	04	2015	Avenida torrencial	Cocorná		Desconocida	
02	11	2015	Inundación	Cocorná		Desconocida	

Fuente: (Desinventar, 2019), (Departamento Administrativo para la Gestión del Riesgo de Desastres de Antioquia, 2017)

Adicionalmente, se tiene que, para la zona del proyecto, la amenaza por avenida torrencial es media, y por inundación es baja.

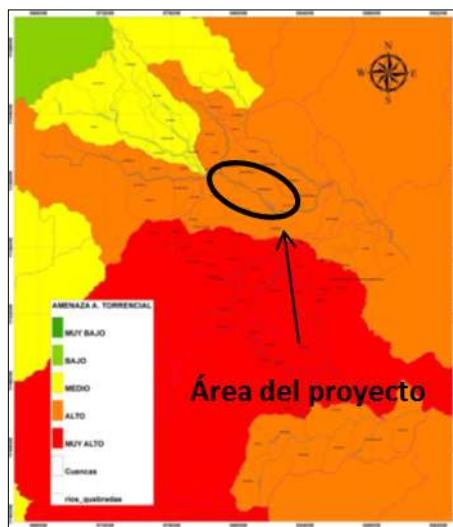


Figura 8.6 Mapa de amenazas por avenida torrencial

Fuente: Adaptado de (Cornare, 2011)

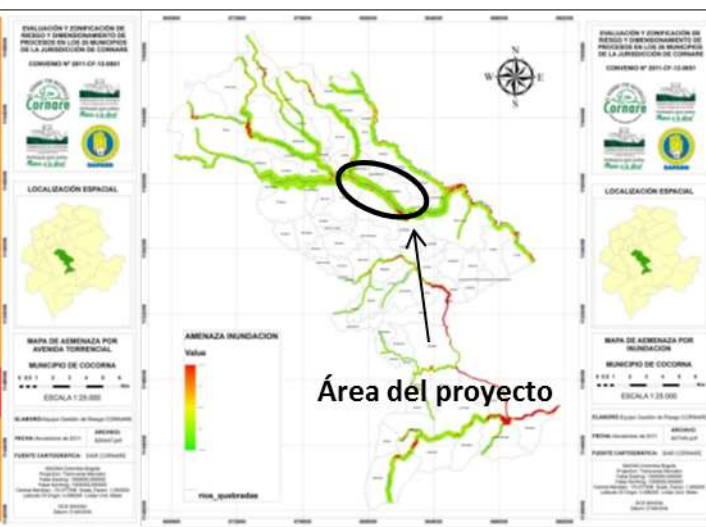


Figura 8.7 Mapa de amenazas por inundación

Fuente: Adaptado de (Cornare, 2011)

Los efectos de la pluviosidad extrema son desestabilización de laderas, cambios en las propiedades del suelo, cambio en las variables de calidad del agua, cambios en la cantidad de agua, cambios en la dinámica fluvial, cambios en la calidad del aire, cambio en la flora acuática, cambio en la fauna acuática, cambio en los servicios públicos, cambio en la infraestructura vial, cambio en la salud y cambio en las actividades agropecuarias. Esta actividad puede originar movimientos en masa, así como sus efectos.

#### 8.2.1.1.4 Descripción de actividades naturales sin proyecto: Escasez de lluvias/sequía

Este suceso ocurre cuando la precipitación es menor de lo habitual y empieza a generar efectos negativos. Es importante anotar que, para Cocorná, se no se han presentado



eventos de sequía de acuerdo con la información mostrada por Desinventar (Desinventar, 2019), esto desde el año 1894 hasta el 2019. Debido a que no se tiene registro de estos eventos de sequía, no se tendrá en cuenta para identificar y evaluar los impactos.

#### 8.2.1.1.5 Descripción de actividades naturales sin proyecto: Altas temperaturas

Las temperaturas alcanzadas durante una ola de calor se sitúan dentro de los valores máximos extremos y, pueden estar asociados al igual que la escasez de lluvias a la manifestación niño del fenómeno ENSO.

Las altas temperaturas, en el área de estudio se presentan generalmente los meses de julio, agosto y septiembre, con un cambio a temporada de lluvias. Tal como lo muestra la Figura 8.8, los meses con mayor número de días que superan los 30 °C, son agosto y septiembre.

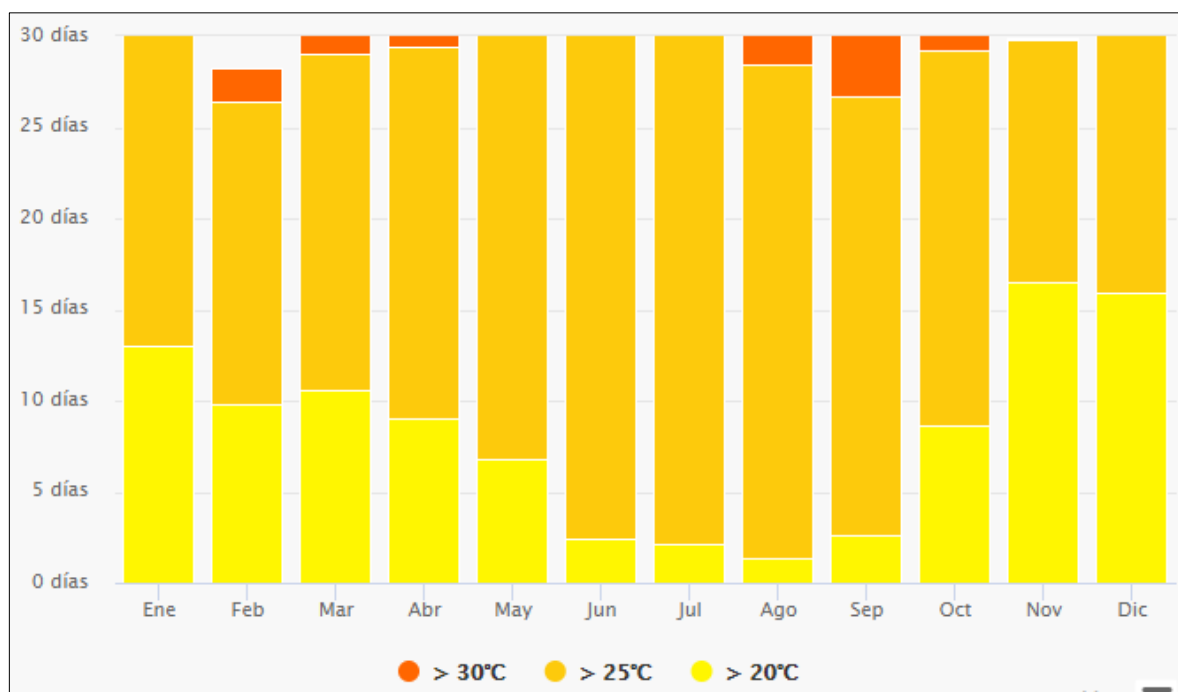


Figura 8.8 Temperatura máxima en Cocorná

Fuente: (Meteoblue, 2019)

Durante estas temporadas, se evidencian afectaciones sobre la flora terrestre, la fauna terrestre y cambios en las actividades agropecuarias. Lo anterior se asocia con un aumento en la radiación solar.

#### 8.2.1.1.6 Descripción de actividades antrópicas sin proyecto: Introducción de especies

De acuerdo con la caracterización biótica del proyecto, no se evidenció ninguna problemática asociada a la introducción de especies. Sin embargo, se puede decir que la

caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) es una especie introducida, cuyo origen es de nueva guinea.

Esta actividad tiene efectos positivos en las actividades agrícolas, el empleo y el fomento del desarrollo económico de la región.

#### 8.2.1.1.7 Descripción de actividades antrópicas sin proyecto: Construcción de infraestructura

Durante las visitas de campo a las diferentes áreas de influencia que comprende el proyecto PCH Pantágoras Antioquia, no se observó construcción de estructuras para actividades domésticas o industriales, ni ampliación de la red vial nacional, regional, municipal y veredal, etc.

Para constatar lo anterior, se hizo la revisión del Capítulo 5. Caracterización del proyecto, así como el Plan de Desarrollo Municipal del municipio de Cocorná 2016-2019 (Alcaldía de Cocorná, 2016). Sin embargo, dentro del plan antes mencionado se encuentran los siguientes proyectos:

- Construcción de un teatro municipal
- Construcción o adecuación de 1 morgue municipal.
- Construcción y dotación de la casa de la mujer
- Construcción de 150 unidades de vivienda en la zona urbana y rural
- 4 proyectos de construcción de zonas verdes / parques / plazoletas / plazas de mercado.
- 5 puentes mejorados y/o construidos en la zona urbana y rural.
- 4 km de vías y/o caminos construidos en la zona urbana y rural.

En este mismo sentido, se consultó a Cornare sobre la presencia de proyectos licenciados y permisos de Estudio existentes en los municipios de El Carmen de Viboral y Cocorná, y sobre el río Cocorná y en la respuesta, con número de radicado CS-130-1917-2019 se relacionaron los siguientes proyectos:

Tabla 8.4 Respuesta otros proyectos en el área estudiada

Proyecto	Observación
PCH El Popal	En operación desde 2014
PCH El Molino	En operación desde 2017
PCH San Matías	En operación desde 2017
PCH Santo Domingo	Licencia otorgada y modificada, se espera entrada en operación en 2021.
PE la Cimarrona	Empresa de servicios públicos del municipio del Carmen de Viboral.
PE Cocorná II	Estudio de la PCH Cocorná II

La construcción de infraestructura puede generar impactos sobre los factores suelo, aire, agua, paisaje, ecosistemas terrestres, económicos y espaciales.

#### 8.2.1.1.8 Descripción de actividades antrópicas sin proyecto: Uso de aguas superficiales

Se refiere a toda actividad que tenga que ver con captación y/o descarga de productos a fuentes de agua superficial, así como al manejo de escorrentías. Teniendo en cuenta la anterior definición, con el fin de analizar esta actividad en el área de interés del proyecto, a continuación, se presentan aspectos como prácticas de uso del agua, ahorro y uso eficiente del recurso y manejo de escorrentías.

El aprovechamiento del recurso hídrico en la zona, está diversificado en actividades domésticas, agrícolas, pecuarias, industrial, acuicultura, agroindustrial, turismo y recreativo. En los recorridos de campo y, en reuniones con las comunidades se pudo evidenciar que el recurso hídrico superficial es utilizado en las viviendas, y establecimientos institucionales, para el riego de cultivos y tenencia de animales, donde el recurso es captado de afluentes del río Cocorná; también hay actividades recreativas sobre el río Cocorná. Adicionalmente, aguas abajo del proyecto Pantágoras Antioquia se encuentra en operación la PCH El Popal, la cual utiliza las aguas del río Cocorná para la generación hidroeléctrica.

En el área de influencia del componente hidrológico de la PCH Pantágoras Antioquia, no se identifican usuarios del agua legalizados (de acuerdo con las coordenadas dadas por Cornare), así como usuarios no legalizados que se puedan afectar por la construcción y entrada en operación de la PCH.

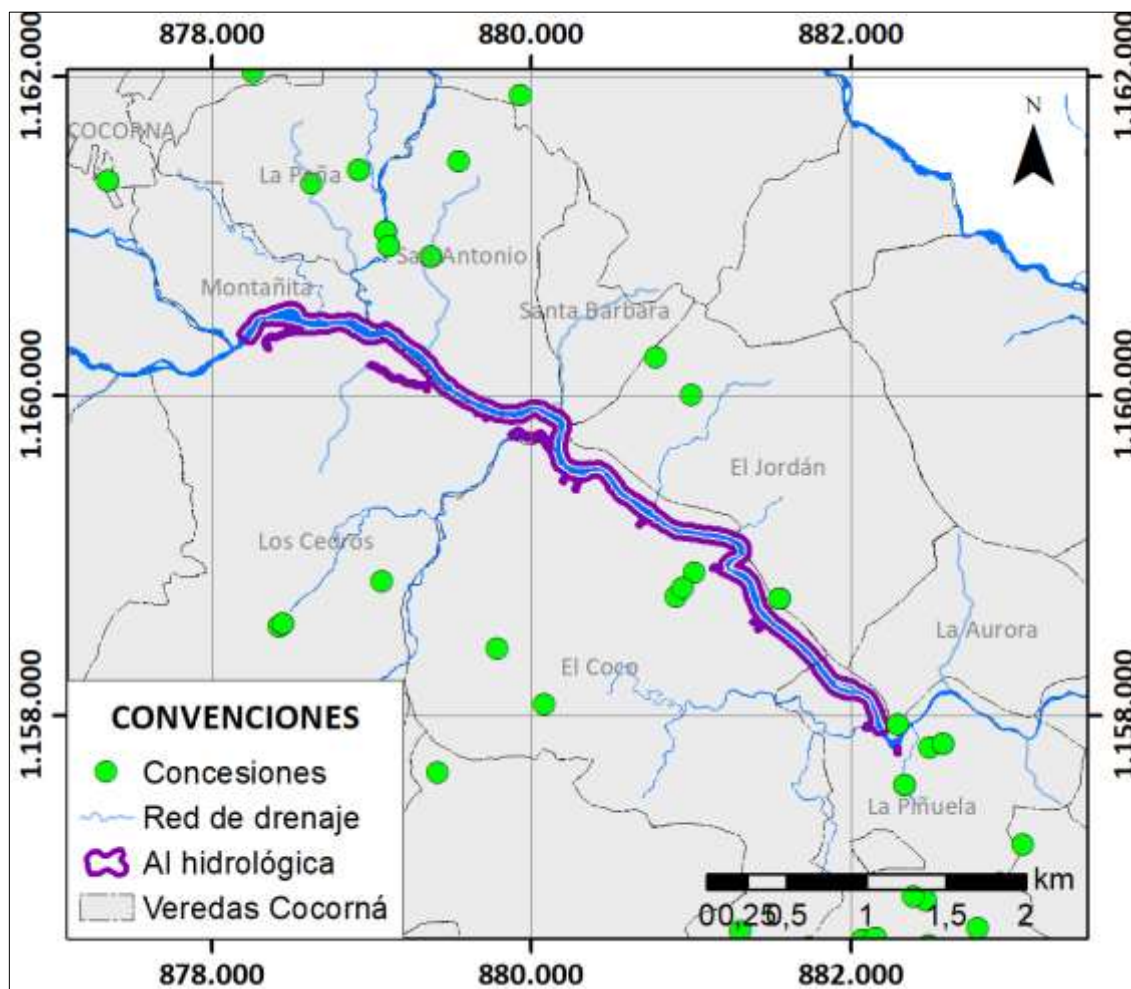


Figura 8.9 Usuarios legalizados y no legalizados del agua

Es así como, se prevé que los factores ambientales afectados por el uso de aguas superficiales en el área de estudio sean estabilidad de laderas, calidad del agua, cantidad del agua, flora acuática, fauna acuática, corredores fluviales, salud de la población, infraestructura de servicios públicos, actividades agropecuarias, actividades turísticas, ingresos de entidades públicas, molestias y conflictos sociales, y las prácticas culturales.

#### 8.2.1.1.9 Descripción de actividades antrópicas sin proyecto: Actividades domésticas

Las actividades propias de las viviendas de la zona de interés requieren insumos como energía, alimentos, agua, y generan residuos atmosféricos, sólidos y líquidos.

En la mayoría de las viviendas rurales se cocina con leña, lo cual genera gases. Por otro lado, en la preparación de alimentos es necesario el uso de agua y esta actividad genera residuos sólidos y líquidos. El uso de sanitarios y duchas, y las actividades de limpieza generan también residuos líquidos.

Por todo lo expuesto, por la generación de emisiones y de residuos, los factores ambientales que se ven afectados son las propiedades del suelo, usos del suelo, calidad del aire, calidad del agua, calidad del paisaje, flora acuática, fauna acuática, corredores fluviales, salud e infraestructura de servicios públicos.

#### **8.2.1.1.10 Descripción de actividades antrópicas sin proyecto: Actividades agropecuarias**

Las actividades agropecuarias en el área de estudio no son tecnificadas, por lo que la labor agrícola es manual. En la actualidad presentan dificultades relacionadas con la falta de renovación y modernización de los cultivos, baja productividad, escasa asesoría técnica e inadecuadas prácticas agrícolas, así como carencia de vías de acceso que impiden mejorar su sistema productivo del cual existe gran dependencia económica.

En las veredas es común encontrar el cultivo de algunos productos de pan coger que contribuyen a la soberanía alimentaria de las familias. Así mismo, cuentan con huertas caseras principalmente cuidadas por las mujeres.

En los predios circundantes al proyecto, las actividades agropecuarias son las más relevantes, siendo importante el cultivo de la caña de azúcar con su respectiva producción de panela y el ganado. Estas dos actividades son las fuentes principales de ingresos y empleo, aunque hay otros cultivos a menor escala como el plátano y yuca que complementan la dieta alimentaria de las familias.

De lo anterior, surgen afectaciones de los factores ambientales:

- Por la preparación del terreno, en factores como la estabilidad de laderas, propiedades del suelo, usos del suelo, nivel freático, paisaje, flora terrestre, fauna terrestre, organismos de especial importancia, tenencia de la tierra y estructura de la propiedad, y patrimonio arqueológico.
- Por la siembra, en el uso de agroquímicos, en factores como: calidad del aire, salud de la población, calidad del agua, y fauna acuática.
- Las afectaciones asociadas al transporte de personas materiales e insumos se dan en la calidad del aire, calidad acústica, y molestias y conflictos sociales.
- Contratación de mano de obra, en factores como el desarrollo económico, actividades comerciales, y empleo.

#### **8.2.1.1.11 Descripción de actividades antrópicas sin proyecto: Actividades forestales**

Esta actividad no es representativa del área de estudio del proyecto.

En cuanto a la conservación del bosque natural y ripario en la zona, se evidencia un aumento de la frontera agropecuaria. Predominan dentro de las coberturas los pastos limpios, el bosque denso y los mosaicos de pastos y espacios naturales, encontrando así,

como factores ambientales vulnerables las propiedades del suelo, el uso del suelo, la calidad del aire, del paisaje, la flora, la fauna y el hábitat terrestre.

#### 8.2.1.1.12 Descripción de actividades antrópicas sin proyecto: Actividades mineras

En el municipio se encuentran algunos títulos y licencias de explotación (Tabla 8.5). Se consultó además (Agencia Nacional de Minería, s.f.), lo que permitió observar la no superposición del área geofísica con los títulos mineros presentes en Cocorná (ver Figura 8.10).

Tabla 8.5 Títulos Mineros o licencias de exploración en Cocorná

Expediente	Fecha	Titulares	Grupo de trabajo	Modalidad
JBS-10531	16-12-2010	Sociedad Exploraciones Northern Colombia S.A.S.	Gobernación de Antioquia	Contrato de concesión (I 685)
ICQ-14451X	18-05-2010		Gobernación de Antioquia	Contrato de concesión (I 685)
IE7-11131	07-10-2010	Ingetierras de Colombia S.A.	Gobernación de Antioquia	Contrato de concesión (I 685)
JBS-14481	28-12-2011	Anglogold Ashanti Colombia S.A.	Gobernación de Antioquia	Contrato de concesión (I 685)
JBS-14501	27-10-2011	Anglogold Ashanti Colombia S.A.	Gobernación de Antioquia	Contrato de concesión (I 685)
JBS-10561	04-11-2011		Gobernación de Antioquia	Contrato de concesión (I 685)
JBS-11281	02-02-2012	Anglogold Ashanti Colombia S.A.	Gobernación de Antioquia	Contrato de concesión (I 685)
JBS-11261	20-09-2011	Sociedad Exploraciones Northern Colombia S.A.S.	Gobernación de Antioquia	Contrato de concesión (I 685)
HHNL-02	30-07-2007	Consorcio San Francisco 2006	Gobernación de Antioquia	Autorización temporal
7751	25-05-2007	Consorcio San Francisco 2006	Par Manizales	Autorización temporal
HHIN-05	17-05-2007	Consorcio San Francisco 2006	Gobernación de Antioquia	Autorización temporal
HHNL-03	30-07-2007	Consorcio San Francisco 2006	Gobernación de Antioquia	Autorización temporal
HHIN-06	16-05-2007	Consorcio San Francisco 2006	Gobernación de Antioquia	Autorización temporal
SJU-10291	12-02-2018	Municipio de Cocorná	Gobernación de Antioquia	Autorización temporal

Fuente: (Agencia Nacional de Minería, s.f.).

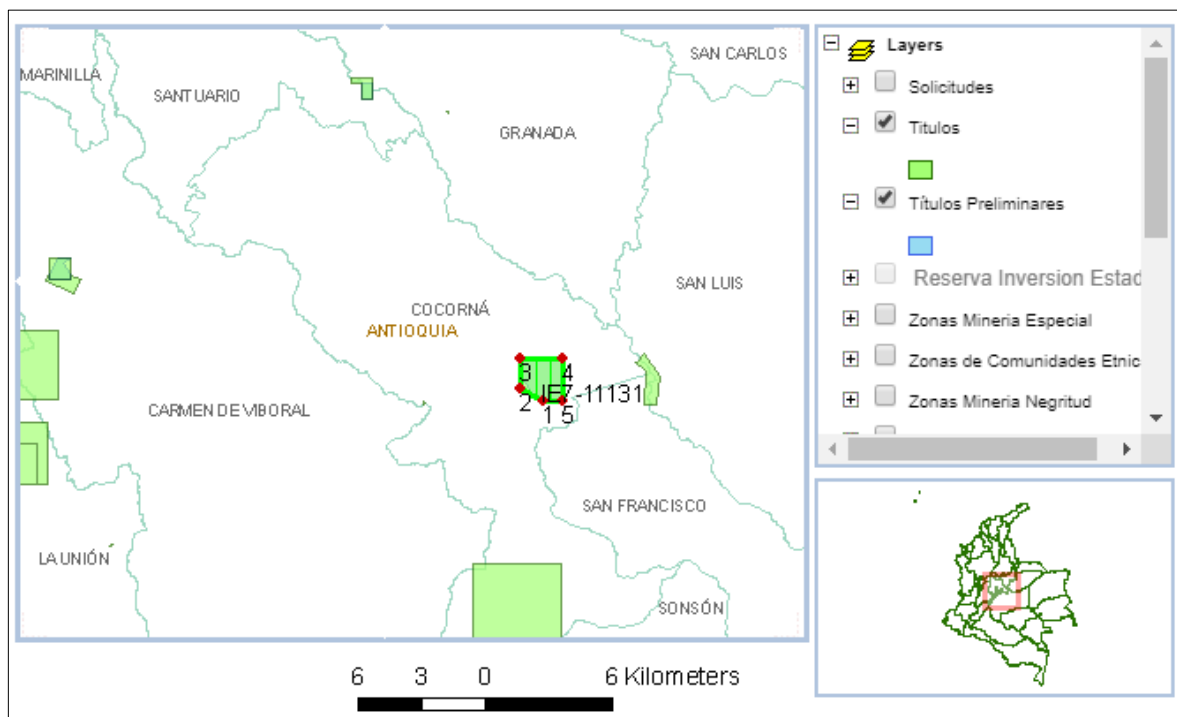


Figura 8.10 Títulos mineros presentes en cercanía con el proyecto.

Fuente: (Agencia Nacional de Minería, s.f.)

Dentro de los títulos con mayor cercanía al proyecto se encuentra el contrato de concesión L685, con un código de expediente IE7-11131, título vigente en ejecución, los minerales de explotación son granito, basalto, pórfido y otras piedras de talla o de construcción. De acuerdo a lo anterior, esta actividad a gran escala no se sobrepone con las actividades del proyecto.

Por otro lado, en las visitas de campo, se evidenció que en dos sitios cercanos al proyecto (en el tramo medio y aguas abajo de la descarga proyectada del proyecto Pantágoras Antioquia) hay aprovechamiento de material del río, el cual afecta la cantidad de materiales pétreos, la dinámica fluvial, el empleo y el desarrollo económico.

#### 8.2.1.1.13 Descripción de actividades antrópicas sin proyecto: Actividades industriales

En el área de estudio no se existe actividad industrial, por tal motivo no se evaluaron sus impactos.

#### 8.2.1.1.14 Descripción de actividades antrópicas sin proyecto: Actividades agroindustriales

La agroindustria en el área de influencia del proyecto Pantágoras Antioquia, se manifiesta de manera limitada en los trapiches existentes. La ganadería se desarrolla de forma tradicional, no se cuenta con tanques de leche, ni otro tipo de infraestructura asociada a su tecnificación.



Las actividades paneleras pueden traer efectos sobre la calidad del aire, calidad del agua, fauna acuática, salud de la población, desarrollo económico, actividades comerciales, y empleo.

#### *8.2.1.1.15 Descripción de actividades antrópicas sin proyecto: Caza y pesca*

De acuerdo con las encuestas semiestructuradas, realizadas para la caracterización del medio biótico no se existe una especie comercial de fauna íctica diferente a las actividades piscícolas en estanques y por ende no se realiza ningún tipo de aprovechamiento en cuanto al consumo ni a la comercialización de peces en los cuerpos de agua, por tanto, no hay una zona de pesca reconocida por los habitantes.

Así mismo, en conversaciones con los habitantes de la zona del proyecto, se permitió identificar la interacción y relación existente entre las comunidades y la fauna. Se evidenció que la población no caza de forma significativa, por lo que esta actividad no se tendrá en cuenta en la evaluación de impactos.

#### *8.2.1.1.16 Descripción de actividades antrópicas sin proyecto: Actividades turísticas*

A nivel de unidades territoriales existe un desarrollo del turismo sobre el río Cocorná. Los visitantes van a bañarse al río en diferentes puntos, sin embargo, no hay buena infraestructura para el turismo. Existen algunas fincas a margen izquierda del río que las alquilan para pasar temporadas, y hay un establecimiento que ofrece pesca deportiva en estanques, sin embargo, no utilizan el río.

Los factores susceptibles a ser afectados son: propiedades del suelo, calidad del agua, calidad acústica, calidad del paisaje, molestias y conflictos sociales, fomento de las actividades de pesca y desarrollo económico.

#### *8.2.1.1.17 Descripción de actividades antrópicas sin proyecto: Actividad comercial y de servicios*

Respecto a las actividades comerciales y de servicios, solo se tiene registro de una tienda pequeña para el expendio de alimentos de la canasta familiar y bebidas en la vereda La Aurora, esto para los predios circundantes al proyecto. Lo anterior, se potencializa debido al patrón de asentamiento disperso que presentan las veredas del AI. Teniendo presente lo mencionado, la actividad comercial y de servicios no se será sujeto de evaluación ambiental.

En la cabecera municipal de Cocorná, esta actividad se torna relevante, sin embargo considerando la localización del proyecto PCH Pantágoras Antioquia y sus obras, no se tuvo en cuenta en el análisis para el presente escenario.

#### 8.2.1.1.18 Descripción de actividades antrópicas sin proyecto: Influencia de grupos armados

Históricamente, el municipio de Cocorná ha sido golpeado por la violencia. En el municipio se vivió un período de alta influencia de grupos armados, que conllevó a un desplazamiento forzoso de gran cantidad de personas, especialmente entre el año 2000 y 2005 (ver Figura 8.11).

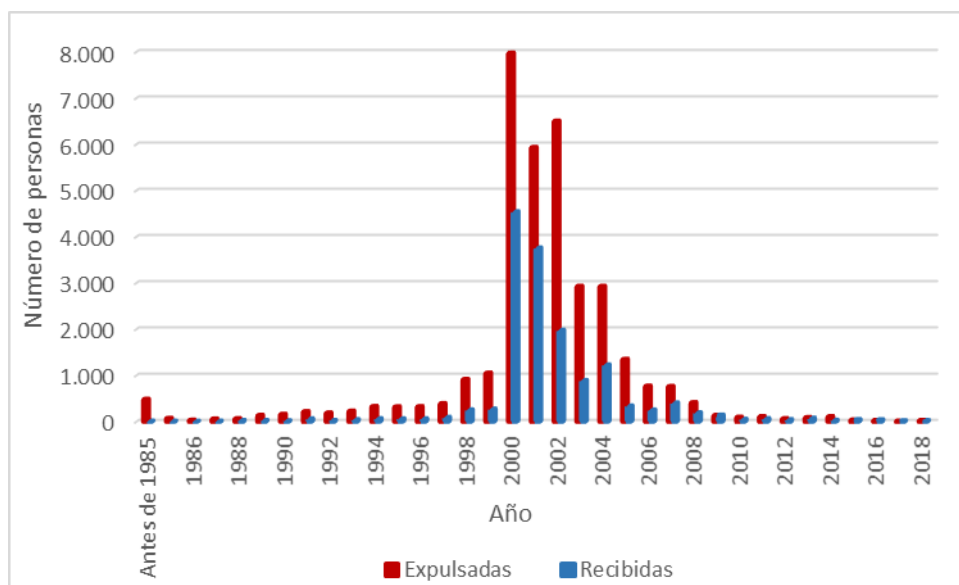


Figura 8.11 Desplazamiento en el municipio de Cocorná

Fuente: Elaboración propia con base en (Unidad de víctimas - Gobierno de Colombia, 2019)

La mayoría de las personas expulsadas del territorio, debido al arraigo por la tierra, retornaron a sus predios. En la actualidad no se presentan desplazamientos forzados en las veredas de interés, sin embargo, esta actividad es tomada en cuenta, ya que los efectos de los desplazamientos ocurridos a mediados del año 2000, todavía se visualizan en el territorio.

#### 8.2.1.1.19 Descripción de actividades antrópicas sin proyecto: Gestión gubernamental

Esta actividad se refiere a los proyectos, programas, actividades que desarrolla el Estado (en sus distintas instancias) para cumplir distintas metas y objetivos.

Para evaluar la gestión gubernamental en la zona de estudio, se acudió a la base de datos del SECOP, en donde se publican todos los proyectos que son financiados por entidades del estado (Colombia Compra Eficiente, 2019). Entre 2014 y 2019, se presentaron 3464 proyectos en el municipio de Cocorná. Del total de los proyectos, 137 son de servicios medio ambientales y entre las entidades que tienen intervención en la zona se destacan La Gobernación de Antioquia, Alcaldía de Cocorná, Instituto para el Desarrollo de Antioquia –IDEA-, Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de Ríos Negro y Nare – CORNARE-, Cámara de Comercio del Oriente Antioqueño, Corporación para el Fomento de

la Educación Superior – Medellín, Asociación de Municipios Corporación Agencia para el desarrollo de Los Municipios de la Subregión de Bosques Corpobosques, Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (Icbf), Dirección General de la Policía Nacional, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Empresa de Servicios Públicos de Cocorná E.S.P, E.S.E. Hospital San Juan de Dios – Cocorná.

De acuerdo a la caracterización social, en las veredas se realiza el programa HUELLAS de Cornare, en el cual se instalan estufas eficientes.

Esta actividad afecta diferentes factores ambientales, en mayor medida del medio socioeconómico, y en menor medida en el medio abiótico y biótico, por la inversión de presupuesto público.

Los factores con posible afectación son Estabilidad de laderas, propiedades del suelo, usos del suelo, calidad del aire, calidad acústica, calidad del agua, cantidad de agua, y, flora terrestre, fauna terrestre, flora acuática, fauna acuática, corredores fluviales, salud, infraestructura de servicios públicos, infraestructura de servicios sociales, infraestructura vial, tenencia de la tierra y estructura de la propiedad, actividades agropecuarias, actividades turísticas, ingresos a las entidades públicas, desarrollo económico, manifestaciones y prácticas culturales, conocimiento territorial, organización comunitaria, molestias y conflictos sociales, y actores sociales.

#### *8.2.1.1.20 Descripción de actividades antrópicas sin proyecto: Gestión no gubernamental*

En cercanías a la zona del proyecto Pantágoras Antioquia, se encuentra la PCH El Popal. La empresa dueña de esta central es Lareif, empresa que hace presencia en el territorio debido a la aplicación del PMA del proyecto Popal y demás actividades que se desprenden de la operación de la central.

Los factores que se ven impactados son la infraestructura vial, empleo, ingreso de entidades públicas, desarrollo económico, y molestias y conflictos sociales.

#### *8.2.1.2 Identificación de impactos sin proyecto*

Luego de exponer y describir las actividades y tendencias del territorio sin proyecto, en esta sección se presentan los impactos ambientales identificados, en los medios abiótico, biótico y socioeconómico.

##### *8.2.1.2.1 Identificación de impactos sin proyecto - medio abiótico*

Para el medio abiótico, se identificaron interacciones con tres actividades naturales, y nueve antrópicas como se muestra en la Figura 8.12.

Para el medio abiótico, se identificó un total de 60 interacciones con las actividades sin proyecto, de las cuales 50 son interacciones negativas, y 10 positivas. Las interacciones

negativas, indican que la actividad que se relaciona con el factor ambiental en la matriz de interacciones (ver Figura 8.12), surte un efecto negativo sobre este, el cual es representando en un impacto con signo negativo. Por su parte, las interacciones positivas, indican manifestación de impactos con signo positivo.

Las interacciones identificadas se representan en 19 impactos ambientales, de los cuales 11 son negativos y ocho positivos. En la Tabla 8.6, se pueden ver los impactos identificados y el número de interacciones para cada uno de ellos.

Tabla 8.6 Conteo impactos e interacciones según signo para el medio abiótico – sin proyecto.

Impactos	No. de interacciones
<b>Negativos (-)</b>	
Aparición y/o aceleración de procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa	6
Alteración de las propiedades del suelo	8
Disminución de disponibilidad de materiales pétreos	2
Cambio negativo en el uso del suelo	4
Alteración de la calidad del aire por aumento de emisión de gases contaminantes y/o material particulado	6
Aumento en los niveles de ruido	3
Alteración de las características fisicoquímicas y biológicas del agua	8
Disminución de la disponibilidad de agua en el tramo intervenido	2
Perturbación de la dinámica fluvial	3
Disminución del nivel freático	1
Deterioro de la calidad paisajística	7
<i>Subtotal</i>	50
<b>Positivos (+)</b>	
Desaceleración de procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa	1
Mejoramiento de las propiedades del suelo	1
Cambio positivo en el uso del suelo	1
Alteración a la calidad del aire por disminución de emisión de gases contaminantes y/o material particulado	2
Disminución en los niveles de ruido	1
Mejoramiento de las características fisicoquímicas y biológicas del agua	1
Aumento de la disponibilidad de agua en el tramo intervenido	2
Aumento del nivel freático	1
<i>Subtotal</i>	10
<i>Total interacciones medio abiótico</i>	60

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

De acuerdo a lo anterior, los impactos sobre el medio abiótico con mayores interacciones son Alteración de las propiedades del suelo y Alteración de las características fisicoquímicas y biológicas del agua, seguido por el Deterioro de la calidad paisajística.

Acciones Susceptibles de Producir Afectación (ASPI) →  Factores Ambientales Susceptibles de Recibir Afectación (FARI) ↓			Naturales				Antrópicas												IMPACTOS		
			Movimientos en masa	Actividad sísmica	Pluviosidad extrema	Altas temperaturas	Introducción de especies	Construcción de Infraestructura	Uso de aguas superficiales	Actividades domésticas	Actividades agropecuarias	Actividades forestales	Actividades mineras	Actividades agroindustriales	Caza y pesca	Actividades turísticas	Influencia de grupos armados	Gestión gubernamental		Gestión no gubernamental	
Abiótico	Suelo	Estabilidad de laderas	-	-	-		-	-		-										Aparición y/o aceleración de procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa	
																				Desaceleración de procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa	
		Propiedades del suelo	-	-	-		-		-	-	-				-					Alteración de las propiedades del suelo	
																					Mejoramiento de las propiedades del suelo
		Material es pétreos							-				-								Disminución de disponibilidad de materiales pétreos
	Atmósfera	Calidad del aire	-					-		-	-										Cambio negativo en el uso del suelo
																					Cambio positivo en el uso del suelo
		Calidad acústica		-				-		-	-										Alteración de la calidad del aire por aumento de emisión de gases contaminantes y/o material particulado
																					Alteración a la calidad del aire por disminución de emisión de gases contaminantes y/o material particulado
	Agua	Calidad del agua			-			-	-	-	-				-						Alteración de las características fisicoquímicas y biológicas del agua
																					Mejoramiento de las características fisicoquímicas y biológicas del agua
		Cantidad de agua							-	-											Disminución de la disponibilidad de agua en el tramo intervenido
Nivel freático		-		-								-									Perturbación de la dinámica fluvial
Paisaje	Calidad del Paisaje																				Disminución del nivel freático
																					Aumento del nivel freático

Figura 8.12 Matriz de interacciones sin proyecto para el medio abiótico.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

#### 8.2.1.2.2 Identificación de impactos sin proyecto - medio biótico

Para el medio biótico, se identificaron interacciones con tres actividades naturales, y siete antrópicas como se muestra en la Figura 8.13.

En total se identificó un total de 26 interacciones con las actividades sin proyecto, de las cuales 21 son interacciones negativas y cinco son positivas.

Las interacciones identificadas se representan en 11 impactos ambientales, de los cuales cinco son positivos y seis son negativos. En la Tabla 8.7, se pueden ver los impactos identificados y el número de interacciones para cada uno de ellos.

Tabla 8.7 Conteo impactos e interacciones según signo para el medio biótico - sin proyecto.

Impactos	No. de interacciones
<b>Negativos (-)</b>	
Pérdida y/o deterioro de las coberturas vegetales	5
Desplazamiento de fauna terrestre	4
Disminución local de las poblaciones de fauna silvestre endémica o con algún grado de amenaza	2
Deterioro de flora acuática	3
Modificación del hábitat acuático natural	5
Alteración de los corredores fluviales	2
<i>Subtotal</i>	<b>21</b>
<b>Positivos (+)</b>	
Mejoramiento o recuperación de las coberturas vegetales	1
Afluencia de fauna terrestre	1
Mejoramiento de flora acuática	1
Recuperación parcial de hábitat acuático	1
Recuperación parcial corredores fluviales	1
<i>Subtotal</i>	<b>5</b>
<i>Total interacciones medio biótico</i>	<b>26</b>

De acuerdo a lo anterior, el impacto sobre el medio biótico con mayores interacciones es pérdida y/o deterioro de las coberturas vegetales, modificación del hábitat acuático natural y desplazamiento de fauna terrestre.

Acciones Susceptibles de Producir Afectación (ASPI) →  Factores Ambientales Susceptibles de Recibir Afectación (FARI) ↓			Naturales		Antrópicas														IMPACTOS
			Movimientos en masa	Actividad sísmica	Pluviosidad extrema	Altas temperaturas	Introducción de especies	Construcción de infraestructura	Uso de aguas superficiales	Actividades domésticas	Actividades agropecuarias	Actividades forestales	Actividades mineras	Actividades agroindustriales	Actividades turísticas	Influencia de grupos armados	Gestión gubernamental	Gestión no gubernamental	
Biótico	Ecosistemas terrestres	Flora terrestre	-		-		-			-	-								Pérdida y/o deterioro de las coberturas vegetales
																	+		Mejoramiento o recuperación de las coberturas vegetales
		Fauna terrestre			-		-			-	-								Desplazamiento de fauna terrestre
																	+		Afluencia de fauna terrestre
		Organismos de especial importancia									-	-							Disminución local de las poblaciones de fauna silvestre endémica o con algún grado de amenaza
	Ecosistemas acuáticos	Flora acuática			-			-	-										Deterioro de flora acuática
																	+		Mejoramiento de flora acuática
		Fauna acuática			-			-	-	-				-					Modificación del hábitat acuático natural
																	+		Recuperación parcial de hábitat acuático
		Corredores fluviales							-	-									Alteración de los corredores fluviales
																	+		Recuperación parcial corredores fluviales

Figura 8.13 Matriz de interacciones sin proyecto para el medio biótico.  
Fuente: I-Consult S.A.S, 2019



### 8.2.1.2.3 Identificación de impactos sin proyecto - medio socioeconómico

Para el medio socioeconómico, se identificaron interacciones con cuatro actividades naturales y once antrópicas como se muestra en la Figura 8.14. Se obtuvo un total de 72 interacciones con las actividades sin proyecto, de las cuales 34 son interacciones negativas y, 38 son positivas.

Las interacciones identificadas se representan en 35 impactos ambientales, de los cuales 18 son negativos y 17 son positivos. En la Tabla 8.8, se pueden ver estos impactos identificados y el número de interacciones para cada uno:

Tabla 8.8 Conteo impactos e interacciones según signo para el medio socioeconómico - sin proyecto.

Impactos	No. de interacciones
<b>Negativos (-)</b>	
Afectación de las condiciones de salud de la población	5
Disminución en la calidad/cobertura de servicios públicos	3
Deterioro de la infraestructura de servicios sociales	2
Deterioro en la infraestructura vial y la dinámica de conectividad	3
Afectación de tenencia de la tierra/desmejoramiento estructura de la propiedad	2
Afectación a las actividades agropecuarias	4
Afectación de las actividades mineras	1
Afectación de la actividad turística	3
Disminución en la demanda de bienes y servicios	1
Disminución de la población empleada	1
Afectación del desarrollo económico	1
Alteración negativa de las prácticas culturales	2
Disminución de la información territorial y apropiación del territorio y recursos naturales	1
Pérdida del patrimonio arqueológico	2
Limitación de acciones colectivas y organizaciones sociales	1
Surgimiento de expectativas, molestias o conflictos con la comunidad	4
Afectación de las condiciones de seguridad de la población	1
Disminución en la presencia institucional (públicas, privadas, otras)	1
<b>Subtotal</b>	<b>38</b>
<b>Positivos (+)</b>	
Mejoramiento de las condiciones de salud de la población	1
Incremento en la calidad/cobertura de servicios públicos	1
Mejoramiento en la calidad/cobertura de servicios sociales	2
Mejoramiento en la infraestructura vial y la dinámica de conectividad	2
Mejoramiento de tenencia de la tierra/mejoramiento de estructura de la propiedad	1
Potenciación de las actividades agropecuarias	3
Fomento de la actividad turística	2
Incremento en la demanda de bienes y servicios	2
Aumento de la población empleada	5
Incremento de ingresos de las entidades públicas (municipios, CARs)	2
Fomento al desarrollo económico	7

Impactos	No. de interacciones
Alteración positiva de las prácticas culturales	1
Aumento de la información territorial y apropiación del territorio y recursos naturales	1
Potenciación de acciones sociales y organizaciones sociales	1
Disminución de expectativas, molestias o conflictos con la comunidad	1
Mejoramiento de las condiciones de seguridad de la población	1
Aumento en la presencia institucional (públicas, privadas, otras)	1
<i>Subtotal</i>	34
<i>Total interacciones medio socioeconómico</i>	72

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Los impactos para el medio socioeconómico, con más interacciones son: Fomento al desarrollo económico, Aumento de la población empleada y Afectación de las condiciones de salud de la población.

Acciones Susceptibles de Producir Afectación (ASPI) →  Factores Ambientales Susceptibles de Recibir Afectación (FARI) ↓		Naturales				Antrópicas												IMPACTOS	
		Movimientos en masa	Actividad sísmica	Pluviosidad extrema	Altas temperaturas	Introducción de especies	Construcción de infraestructura	Uso de aguas superficiales	Actividades domésticas	Actividades agropecuarias	Actividades forestales	Actividades mineras	Actividades agroindustriales	Caza y pesca	Actividades turísticas	Influencia de grupos armados	Gestión gubernamental		Gestión no gubernamental
Socio-espacial	Salud			-			-	-	-			-					+	Afectación de las condiciones de salud de la población	
																		Mejoramiento de las condiciones de salud de la población	
	Infraestructura servicios públicos			-			-	-									+	Disminución en la calidad/coertura de servicios públicos	
																		+	Incremento en la calidad/coertura de servicios públicos
		Infraestructura servicios sociales	-	-														+	Deterioro de la infraestructura de servicios sociales
							+											+	Mejoramiento en la calidad/coertura de servicios sociales
	Infraestructura vial	-	-	-													+	+	Deterioro en la infraestructura vial y la dinámica de conectividad
							+											+	+
	Tenencia de la tierra y estructura de la propiedad										-					-		+	Afectación de tenencia de la tierra/desmejoramiento estructura de la propiedad
																		+	Mejoramiento de tenencia de la tierra/mejoramiento de estructura de la propiedad
		Actividades agropecuarias	-		-	-											-		Afectación a las actividades agropecuarias
								+		+								+	Potenciación de las actividades agropecuarias
		Actividades mineras							-										Afectación de las actividades mineras
		Actividades turísticas							+								-	+	Fomento de la actividad turística
			Actividades comerciales y de servicios															-	
												+		+					
		Empleo																-	
						+	+			+		+	+					+	Aumento de la población empleada
							+										+	+	Incremento de ingresos de las entidades públicas (municipios, CARs)
Desarrollo económico																-		Afectación del desarrollo económico	
					+	+			+		+	+		+		+	+	Fomento al desarrollo económico	
Socio-cultural	Manifestaciones y prácticas culturales							-								-	+	Alteración negativa de los prácticas culturales	
																		+	Alteración positiva de los prácticas culturales
	Conocimiento territorial																-	Disminución de la información territorial y apropiación del territorio y recursos naturales	
																	+	+	Aumento de la información territorial y apropiación del territorio y recursos naturales
Patrimonio arqueológico	-									-								Pérdida del patrimonio arqueológico	

Acciones Susceptibles de Producir Afectación (ASPI) →  Factores Ambientales Susceptibles de Recibir Afectación (FARI) ↓			Naturales				Antrópicas												IMPACTOS
			Movimientos en masa	Actividad sísmica	Pluviosidad extrema	Altas temperaturas	Introducción de especies	Construcción de infraestructura	Uso de aguas superficiales	Actividades domésticas	Actividades agropecuarias	Actividades forestales	Actividades mineras	Actividades agroindustriales	Caza y pesca	Actividades turísticas	Influencia de grupos armados	Gestión gubernamental	
Socio-político	Organización comunitaria																-		Limitación de acciones colectivas y organizaciones sociales
																	+		Potenciación de acciones sociales y organizaciones sociales
	Molestias y conflictos sociales								-		-					-	-	-	Surgimiento de expectativas, molestias o conflictos con la comunidad
																		+	
	Actores sociales																-		Afectación de las condiciones de seguridad de la población
																		+	
																	-		Disminución en la presencia institucional (públicas, privadas, otras)
																	+		Aumento en la presencia institucional (públicas, privadas, otras)

Figura 8.14 Matriz de interacciones sin proyecto para el medio socioeconómico.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

### 8.2.1.3 Evaluación de impactos sin proyecto: Reporte de resultados

Luego de describir las actividades sin proyecto, y de identificar sus interacciones con los factores ambientales. En esta sección se presentan los resultados de la evaluación de los atributos que permiten definir la significancia de cada uno de los impactos.

La valoración de cada atributo, por motivos de volumen de información, se puede ver en el “Anexo 8.1 Matriz\_EvIA” de este documento, en la hoja “E\_SP”.

De forma general son receptores de las afectaciones ambientales que para este escenario surgen, lo comprendido por los medios biótico, abiótico y socioeconómico, siendo esto, los componentes ambientales y factores ambientales.

A continuación, se presenta el reporte de resultados por relevancia, por medio, por factor, por componente y por actividad generadora.

#### 8.2.1.3.1 Reporte de relevancia de impactos – Sin proyecto

De los 19 impactos identificados y evaluados para el medio abiótico, dos resultaron como Importante negativo, siete como moderado negativo, y dos como irrelevante negativo; es de resaltar que, de acuerdo con las condiciones de la zona del proyecto, no resultaron impactos muy relevantes negativos. En los impactos positivos primaron los irrelevantes positivos (seis impactos) y posteriormente los moderados positivos (dos impactos). Lo mencionado se puede ver en la Tabla 8.9:

Tabla 8.9 Relevancia de impactos medio abiótico, sin proyecto.

Relevancia	Número de impactos
(+) Irrelevante positivo	6
(+) Moderado positivo	2
(+) Importante positivo	0
(+) Muy relevante positivo	0
<i>Total impactos positivos</i>	8
(-) Irrelevante negativo	3
(-) Moderado negativo	8
(-) Importante negativo	0
(-) Muy relevante negativo	0
<i>Total impactos negativos</i>	11
<b><i>Total de impactos</i></b>	<b>19</b>

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Los impactos con mayor calificación de la importancia fueron:

**Cambio negativo en el uso del suelo (calificación -43):**

El cambio de uso del suelo es producido por construcción de infraestructura, actividades agropecuarias y forestales. El territorio ha sido altamente intervenido, para establecer pastos para ganadería y cultivos.

A la intensidad se le dio una calificación alta. La extensión cubre gran parte del territorio, por tanto se calificó como extenso, el momento es inmediato, ya que el uso cambia en cuanto se generan las acciones. Con respecto a la persistencia se calificó como permanente, para la reversibilidad se tomó en cuenta que hay transformaciones del uso del suelo irreversibles. Este impacto se consideró no sinérgico. Por otro lado, el impacto no es acumulativo; de efecto directo; ocurre de manera irregular; y la recuperabilidad es mitigable, se pueden introducir medidas de manejo en ciertos casos.

**· Perturbación de la dinámica fluvial (calificación -42):**

Debido también a la presencia de la PCH El Popal en la zona, en el área se presenta una perturbación de la dinámica fluvial del río Cocorná.

Por lo anterior, el presente impacto se valoró con una intensidad muy alta. La extensión cubre el cauce principal del río, por tanto, se calificó como parcial crítico, el momento es inmediato, ya que la dinámica del río se ve afectada por la operación de la PCH. Con respecto a la persistencia se calificó como temporal; para la reversibilidad se tuvo en cuenta que la dinámica no se ve afectada únicamente por la cantidad de agua y los otros factores de los que dependen pueden ayudar a revertir el impacto, siendo ésta a mediano plazo. Este impacto se consideró de sinergia simple, debido a los demás factores que incluyen en la dinámica del río. Por otro lado, el impacto es acumulativo; de efecto indirecto; ocurre de manera discontinua; y se pueden tomar medidas que mitiguen el impacto.

En referencia al **medio biótico**, de los 11 impactos identificados y evaluados, cuatro resultaron como moderados negativos y dos como importantes negativos; no se obtuvieron impactos muy relevantes negativos. Con respecto a los impactos positivos, cuatro fueron irrelevantes positivos y uno moderado. Lo anterior se puede ver en la Tabla 8.10:

Tabla 8.10 Relevancia de impactos medio biótico sin proyecto.

Relevancia	Número de impactos
(+) Irrelevante positivo	4
(+) Moderado positivo	1
(+) Importante positivo	0
(+) Muy relevante positivo	0
<i>Total impactos positivos</i>	5
(-) Irrelevante negativo	0
(-) Moderado negativo	4
(-) Importante negativo	2
(-) Muy relevante negativo	0
<i>Total impactos negativos</i>	6
<b><i>Total de impactos</i></b>	<b>11</b>

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Los impactos negativos con mayor calificación de la importancia fueron:

- **Alteración de los corredores fluviales (calificación -66):**

Debido a la presencia de la central hidroeléctrica El Popal, los corredores fluviales del río Cocorná se ven muy impactados.

A los criterios de calificación de la importancia de este impacto, que mayor peso se les dio fue a la intensidad (muy alta) y la recuperabilidad, ya que la magnitud del impacto es considerable y son irrecuperable los corredores, debido a la barrera que implica el azud para la materia y la energía. La extensión cubre todo el cauce principal del río, por tanto, se calificó como extenso, el momento es inmediato. Con respecto a la persistencia se calificó como permanente, ya que la vida útil de la PCH es por 50 años, para la reversibilidad se tuvo en cuenta que el azud no se desmantela, siendo ésta a largo plazo. Este impacto se consideró con sinergia moderada. Por otro lado, el impacto es acumulativo; de efecto directo; y ocurre de manera continua.

- **Modificación del hábitat acuático natural (calificación -53):**

Este impacto también es generado principalmente por la PCH El Popal. Igualmente, a los criterios de calificación de la importancia de este impacto, que mayor peso se les dio fue a la intensidad (muy alta) y la recuperabilidad, ya que la magnitud del impacto es considerable y son irrecuperable los hábitats. La extensión cubre una parte del cauce principal del río, por tanto se calificó como parcial, el momento es a mediano plazo. Con respecto a la persistencia se calificó como temporal, ya que la fauna puede encontrar nuevos hábitats, para la reversibilidad se tuvo en cuenta la resiliencia de la fauna, siendo ésta a mediano plazo. Este impacto se consideró con sinergia moderada. Por otro lado, el impacto es acumulativo; de efecto indirecto; y puede ocurrir de manera continua.



Por su parte para el **medio socioeconómico**, de los 36 impactos identificados y evaluados, ninguno resultó como muy relevante negativo, uno fue importante negativo, catorce fueron impactos moderados negativos, y cuatro irrelevantes negativos. La mayoría de impactos fueron Irrelevantes positivos (14) y tres impactos fueron moderados positivos, tal como se puede ver en la Tabla 8.11.

Tabla 8.11 Relevancia de impactos medio socioeconómico sin proyecto

Relevancia	Número de impactos
(+) Irrelevante positivo	14
(+) Moderado positivo	3
(+) Importante positivo	0
(+) Muy relevante positivo	0
<i>Total impactos positivos</i>	17
(-) Irrelevante negativo	5
(-) Moderado negativo	13
(-) Importante negativo	1
(-) Muy relevante negativo	0
<i>Total impactos negativos</i>	19
<b>Total</b>	36

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Dentro de los impactos negativos con mayor calificación se encuentra:

#### **Surgimiento de expectativas, molestias o conflictos con la comunidad (calificación -55):**

Tal como se expone en la caracterización del área de influencia del medio socioeconómico, existe en la zona unas molestias altas por la existencia de proyectos en la zona. La calificación dada a la intensidad del impacto fue alta, la extensión toma gran parte del territorio, por lo que es extenso, el momento del impacto es inmediato, la persistencia es temporal, la reversibilidad es a mediano plazo. Existe sinergia moderada y acumulación, el impacto es directo, la periodicidad es irregular y la recuperabilidad es a largo plazo mediante unos buenos procesos de participación comunitaria.

#### **8.2.1.3.2 Reporte de impacto total por medio – sin proyecto**

Para el medio abiótico, se tuvo una calificación final de -166 unidades, resultantes de la suma del impacto total negativo (-331 unidades) y el impacto total positivo (165 unidades). En la Tabla 8.12, se presenta la priorización de los impactos (organización por orden de importancia de mayor a menor, de los impactos positivos y negativos).

Tabla 8.12 Priorización de los impactos sobre el medio abiótico – sin proyecto.

Impacto	Valor total de evaluación	Relevancia
<b>Negativos</b>		
Disminución de la disponibilidad de agua en el tramo intervenido	-13	(-) Irrelevante negativo
Perturbación de la dinámica fluvial	-42	(-) Moderado negativo
Alteración de las características fisicoquímicas y biológicas del agua	-35	(-) Moderado negativo
Cambio negativo en el uso del suelo	-43	(-) Moderado negativo
Disminución de disponibilidad de materiales pétreos	-32	(-) Moderado negativo
Alteración de las propiedades del suelo	-37	(-) Moderado negativo
Deterioro de la calidad paisajística	-37	(-) Moderado negativo
Aparición y/o aceleración de procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa	-27	(-) Moderado negativo
Disminución del nivel freático	-22	(-) Irrelevante negativo
Alteración de la calidad del aire por aumento de emisión de gases contaminantes y/o material particulado	-23	(-) Irrelevante negativo
Aumento en los niveles de ruido	-20	(-) Irrelevante negativo
Subtotal		-331
<b>Positivos</b>		
Mejoramiento de las características fisicoquímicas y biológicas del agua	27	(+) Moderado positivo
Cambio positivo en el uso del suelo	26	(+) Moderado positivo
Aumento de la disponibilidad de agua en el tramo intervenido	23	(+) Irrelevante positivo
Aumento del nivel freático	21	(+) Irrelevante positivo
Desaceleración de procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa	19	(+) Irrelevante positivo
Mejoramiento de las propiedades del suelo	17	(+) Irrelevante positivo
Alteración a la calidad del aire por disminución de emisión de gases contaminantes y/o material particulado	16	(+) Irrelevante positivo
Disminución en los niveles de ruido	16	(+) Irrelevante positivo
Subtotal		165
<b>Impacto total medio abiótico</b>		<b>-166</b>

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

El resultado obtenido para el medio abiótico indica que para el entorno sin proyecto se tiene bajo impacto negativo sobre el medio abiótico. Esto debido a que se identificaron once impactos de carácter negativo, y cada impacto pudo tener una valoración máxima de -100 unidades aplicando la ecuación de la importancia del impacto ambiental. Teniendo entonces que el impacto total negativo pudo ser de máximo -1100 unidades (resultantes de multiplicar los once impactos identificados con el valor máximo posible para cada uno), se estableció el siguiente rango de clasificación (Tabla 8.13):

Tabla 8.13 Clasificación del impacto total sobre el medio abiótico– sin proyecto.

Clasificación de impacto medio abiótico	
No. impactos negativos identificados	11
Puntaje máximo por impacto	-100
Valor mínimo posible	-100
Valor máximo posible	-1100
Impacto bajo	
-100	-367
Impacto medio	
-367	-733
Impacto alto	
-733	-1100

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Para el medio biótico, se tuvo una calificación final de -134 unidades, resultantes de la suma del impacto total negativo (-241 unidades) y el impacto total positivo (107 unidades), como se puede ver en la Tabla 8.14:

Tabla 8.14 Priorización de los impactos sobre el medio biótico – sin proyecto.

Impacto	Valor total de evaluación	Relevancia
<b>Negativos</b>		
Alteración de los corredores fluviales	-66	(-) Importante negativo
Modificación del hábitat acuático natural	-66	(-) Importante negativo
Pérdida y/o deterioro de las coberturas vegetales	-34	(-) Moderado negativo
Desplazamiento de fauna terrestre	-31	(-) Moderado negativo
Deterioro de flora acuática	-29	(-) Moderado negativo
Disminución local de las poblaciones de fauna silvestre endémica o con algún grado de amenaza	-28	(-) Moderado negativo
Subtotal	-241	
<b>Positivos</b>		
Mejoramiento de flora acuática	33	(+) Moderado positivo
Mejoramiento o recuperación de las coberturas vegetales	20	(+) Irrelevante positivo
Afluencia de fauna terrestre	18	(+) Irrelevante positivo
Recuperación parcial de hábitat acuático	18	(+) Irrelevante positivo
Recuperación parcial corredores fluviales	18	(+) Irrelevante positivo
Subtotal	119	
Impacto total medio biótico	-122	

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

El resultado obtenido indica que el entorno sin proyecto para el medio biótico, está siendo impacto en mediana magnitud de forma negativa. Lo anterior se debe a que se identificaron seis impactos de carácter negativo (ver Tabla 8.15), y cada impacto pudo tener una valoración máxima de -100 unidades aplicando de la importancia del impacto ambiental. Teniendo entonces que el impacto total negativo pudo ser de máximo -600 unidades (resultantes de multiplicar los seis impactos identificados con el valor máximo posible para cada uno), se estableció el siguiente rango de clasificación de la Tabla 8.15:

Tabla 8.15 Clasificación del impacto total sobre el medio biótico – sin proyecto.

Clasificación de impacto medio biótico	
No. impactos negativos identificados	6
Puntaje máximo por impacto	-100
Valor mínimo posible	-100
Valor máximo posible	-600
Impacto bajo	
-100	-200
Impacto medio	
-200	-400
Impacto alto	
-400	-600

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Finalmente, para el medio socioeconómico, se tuvo una calificación final de -279 unidades, resultantes de la suma del impacto total negativo (-579 unidades) y el impacto total positivo (350 unidades), tal como se muestra en la Tabla 8.16.

Tabla 8.16 Priorización de los impactos sobre el medio socioeconómico– sin proyecto.

Impacto	Valor total de evaluación	Relevancia
<b>Negativos</b>		
Afectación de la actividad turística	-37	(-) Moderado negativo
Surgimiento de expectativas, molestias o conflictos con la comunidad	-55	(-) Importante negativo
Afectación de las actividades mineras	-37	(-) Moderado negativo
Disminución en la demanda de bienes y servicios	-25	(-) Moderado negativo
Limitación de acciones colectivas y organizaciones sociales	-41	(-) Moderado negativo
Afectación del desarrollo económico	-27	(-) Moderado negativo
Afectación de las condiciones de seguridad de la población	-24	(-) Irrelevante negativo
Disminución en la presencia institucional (públicas, privadas, otras)	-35	(-) Moderado negativo
Alteración negativa de los prácticas culturales	-33	(-) Moderado negativo
Deterioro en la infraestructura vial y la dinámica de conectividad	-31	(-) Moderado negativo
Disminución de la información territorial y apropiación del territorio y recursos naturales	-30	(-) Moderado negativo
Pérdida del patrimonio arqueológico	-30	(-) Moderado negativo
Disminución de la población empleada	-16	(-) Irrelevante negativo
Afectación de tenencia de la tierra/desmejoramiento estructura de la propiedad	-27	(-) Moderado negativo
Afectación de las condiciones de salud de la población	-24	(-) Irrelevante negativo
Afectación a las actividades agropecuarias	-24	(-) Irrelevante negativo
Disminución en la calidad/cobertura de servicios públicos	-20	(-) Irrelevante negativo
Deterioro de la infraestructura de servicios sociales	-19	(-) Irrelevante negativo
Subtotal	-579	
<b>Positivos</b>		
Incremento de ingresos de las entidades públicas	34	(+) Irrelevante positivo

Impacto	Valor total de evaluación	Relevancia
(municipios, CARs)		
Aumento de la información territorial y apropiación del territorio y recursos naturales	28	(+) Moderado positivo
Potenciación de las actividades agropecuarias	26	(+) Moderado positivo
Mejoramiento de las condiciones de salud de la población	24	(+) Irrelevante positivo
Fomento al desarrollo económico	24	(+) Irrelevante positivo
Mejoramiento en la infraestructura vial y la dinámica de conectividad	23	(+) Irrelevante positivo
Disminución de expectativas, molestias o conflictos con la comunidad	23	(+) Irrelevante positivo
Aumento en la presencia institucional (públicas, privadas, otras)	21	(+) Irrelevante positivo
Aumento de la población empleada	19	(+) Irrelevante positivo
Mejoramiento de tenencia de la tierra/mejoramiento de estructura de la propiedad	18	(+) Irrelevante positivo
Incremento en la calidad/cobertura de servicios públicos	17	(+) Irrelevante positivo
Mejoramiento en la calidad/cobertura de servicios sociales	17	(+) Irrelevante positivo
Alteración positiva de los prácticas culturales	17	(+) Irrelevante positivo
Fomento de la actividad turística	15	(+) Irrelevante positivo
Potenciación de acciones sociales y organizaciones sociales	15	(+) Irrelevante positivo
Mejoramiento de las condiciones de seguridad de la población	15	(+) Irrelevante positivo
Incremento en la demanda de bienes y servicios	14	(+) Irrelevante positivo
Subtotal		350
Impacto total medio socioeconómico		-229

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

El resultado obtenido para este medio muestra que el impacto total para entorno sin proyecto es medio, porque se identificaron 18 impactos de carácter negativo, y cada impacto pudo tener una valoración máxima de -100 unidades aplicando de la importancia del impacto ambiental. Teniendo entonces que el impacto total negativo pudo ser de máximo -1700 unidades (resultantes de multiplicar los nueve impactos identificados con el valor máximo posible para cada uno), se estableció el siguiente rango de clasificación ():

Tabla 8.17):

Tabla 8.17 Clasificación del impacto total sobre el medio biótico – sin proyecto.

Clasificación de impacto medio socioeconómico	
No. impactos negativos identificados	18
Puntaje máximo por impacto	-100
Valor mínimo posible	-100
Valor máximo posible	-1700
Impacto bajo	
-100	-600
Impacto medio	
-600	-1200

**Clasificación de impacto medio socioeconómico**

Impacto alto	
-1200	-1800

**8.2.1.3.3 Reporte de impactos por factor ambiental – Sin proyecto**

Los resultados de los factores ambientales más afectados negativamente por medio, se presentan a continuación de la Figura 8.15 a la Figura 8.17

Los factores ambientales para el medio abiótico, más afectados sin proyecto son la cantidad de agua, la dinámica fluvial y la calidad del agua. Los de mayor afectación positiva son la calidad del agua y el uso del suelo

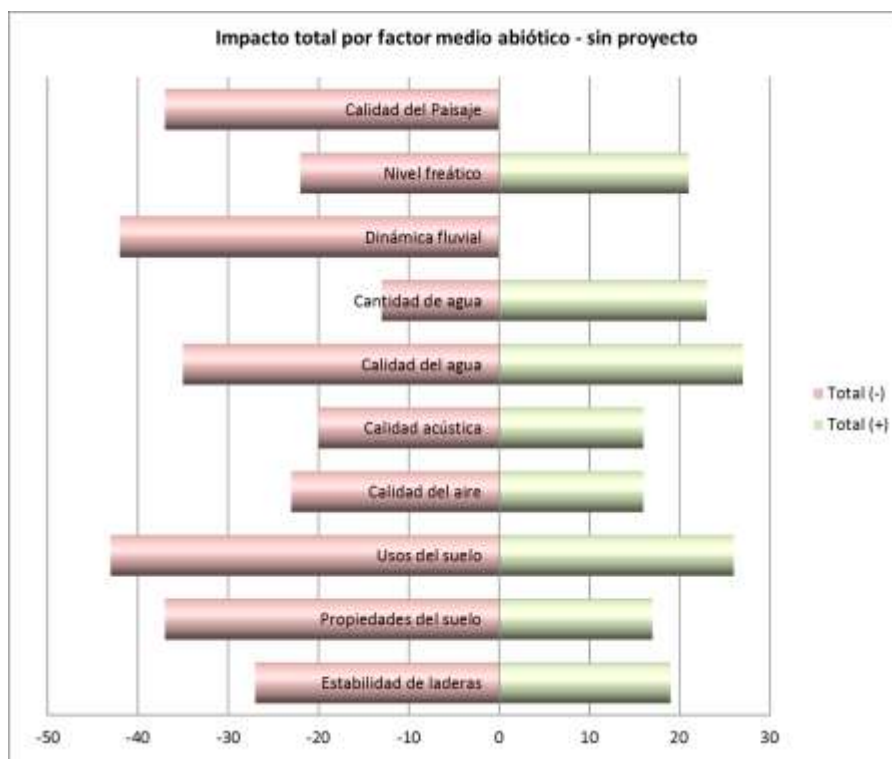


Figura 8.15 Impacto total por factor medio abiótico – sin proyecto.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Para el medio biótico, los corredores fluviales es el factor con mayor afectación negativa, seguido por la fauna acuática. La mayor afectación positiva la presenta la flora acuática.

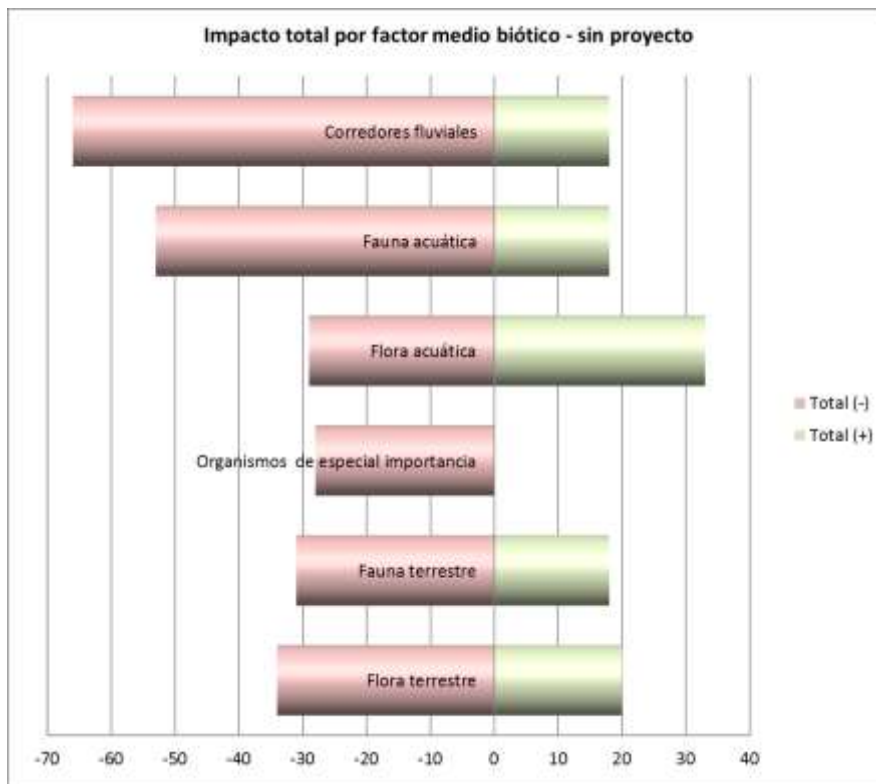


Figura 8.16 Impacto total por factor medio biótico – sin proyecto.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Finalmente, para el medio socioeconómico, los factores como actores sociales, actividades turísticas, y molestias y conflictos sociales son los más afectados. El factor de mayor afectación positiva son los actores sociales.



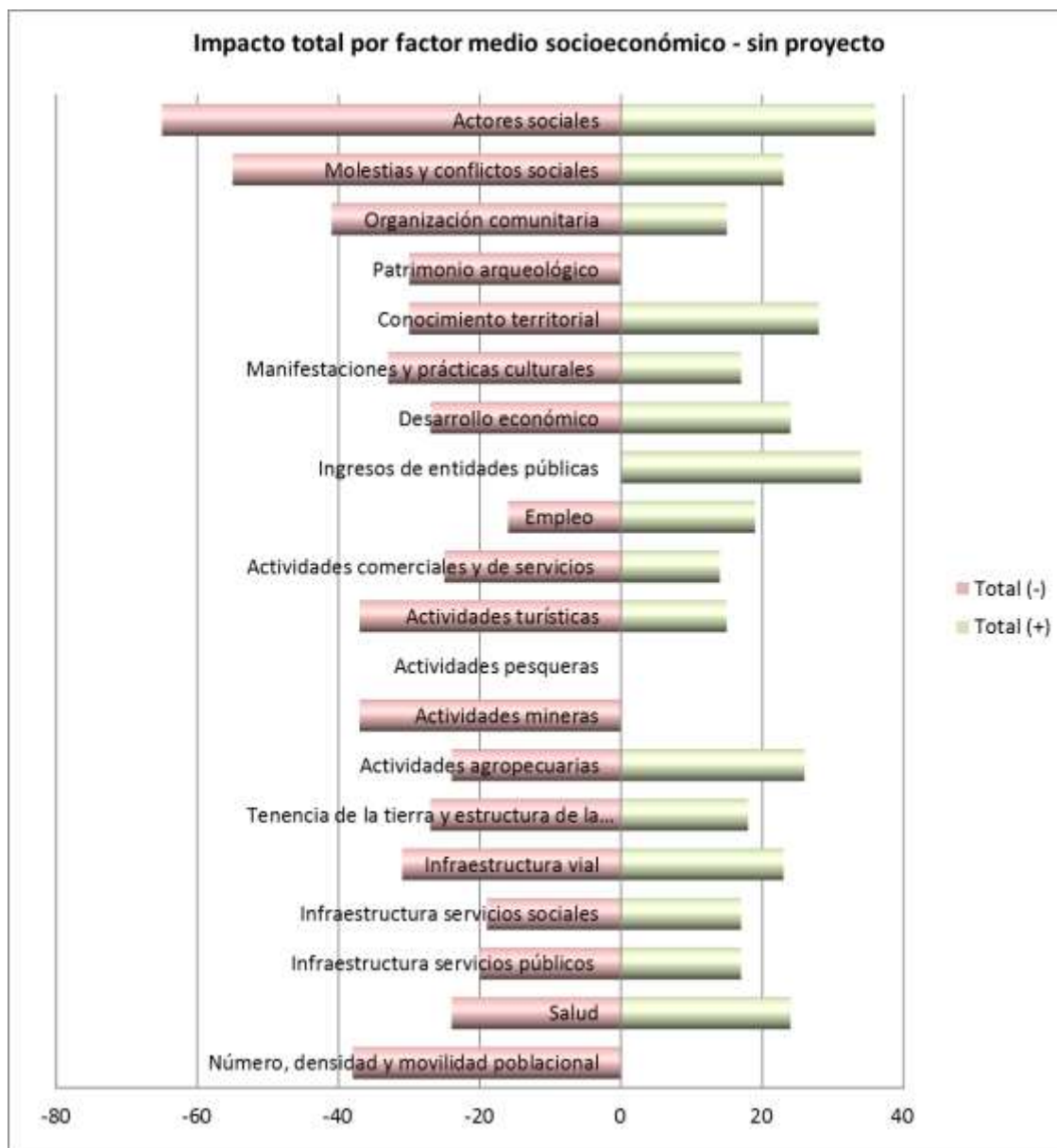


Figura 8.17 Impacto total por factor medio socioeconómico – sin proyecto.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

#### 8.2.1.3.4 Reporte de impactos por componente ambiental – sin proyecto

Los elementos ambientales en orden de afectación negativa son el socioeconómico, recurso hídrico, el sociopolítico y los ecosistemas acuáticos, tal como se ve en la Figura 8.18

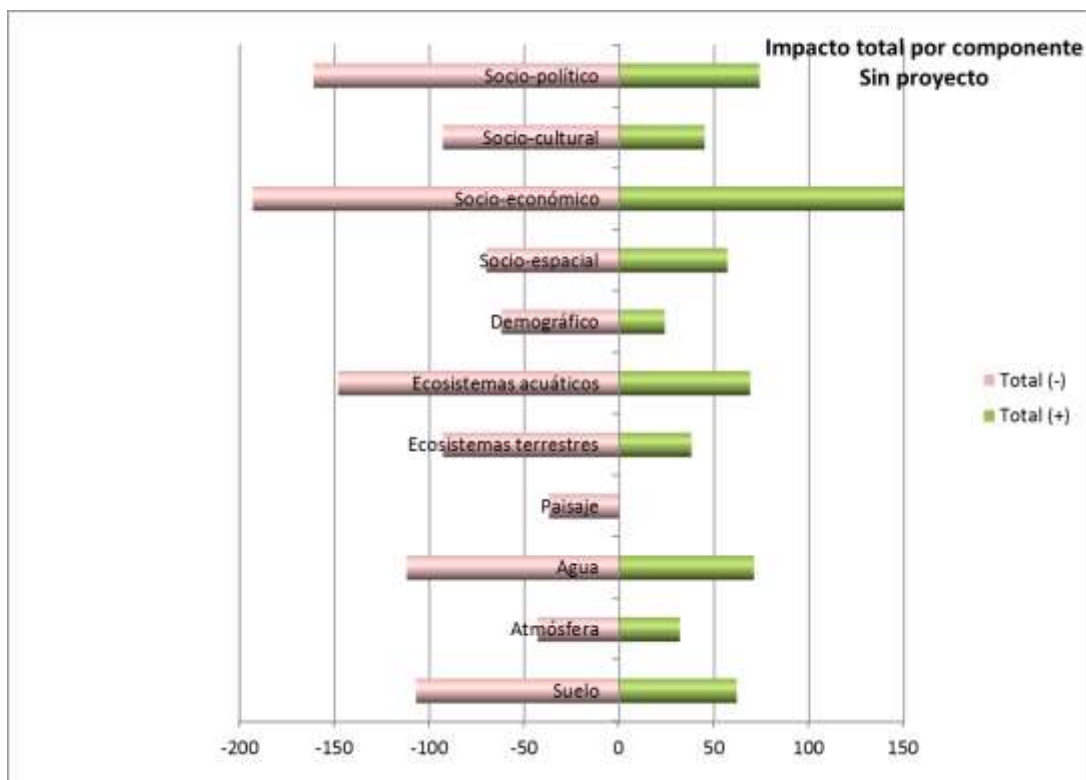


Figura 8.18 Impacto total por elemento ambiental - sin proyecto.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

#### 8.2.1.3.5 Reporte de impactos por actividad generadora – sin proyecto

De las actividades evaluadas sin proyecto, la afectación total es generada mayormente por actividades antrópicas, donde las más representativas o de mayor incidencia en la generación del impacto ambiental negativo es la influencia de grupos armados (que, si bien en la actualidad no hay gran influencia, el conflicto armado durante la década del 2000 dejó altos impactos en la zona que aún permanecen), seguidamente de las actividades agropecuarias y construcción de infraestructura. De las actividades naturales, la que mayor impacto genera son los movimientos en masa. Las afectaciones positivas se relacionan en mayor medida con la gestión gubernamental. Lo anterior, se ve en la Figura 8.19 y en la Tabla 8.18.

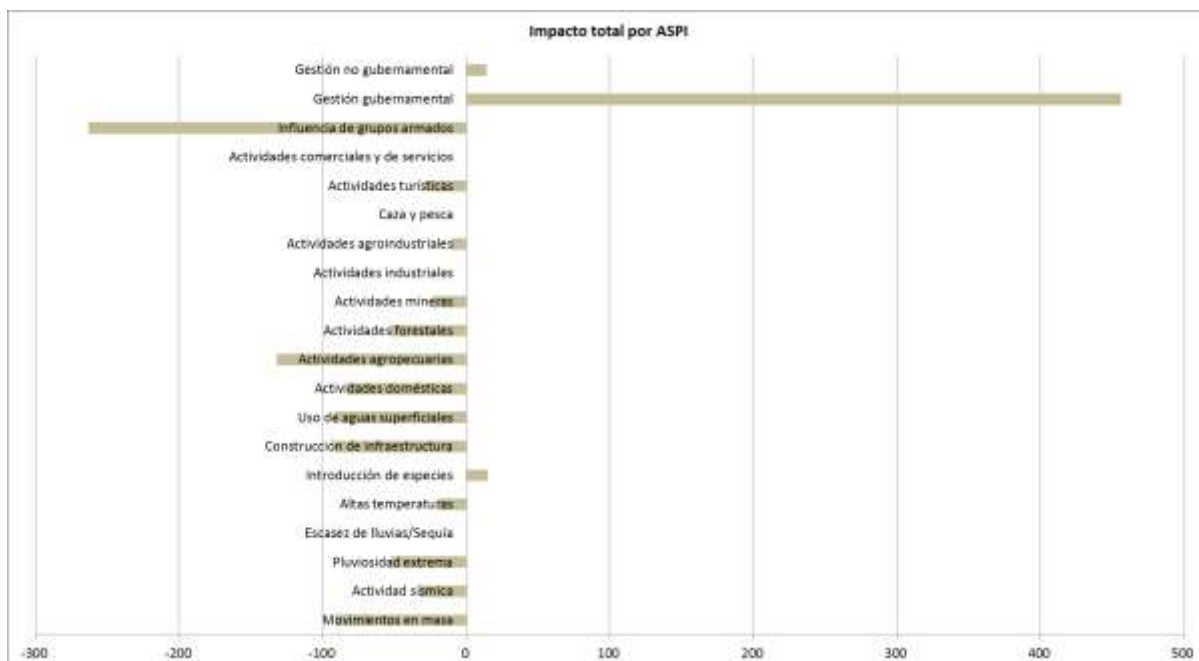


Figura 8.19 Impacto total por actividad generadora – sin proyecto.  
Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Tabla 8.18 Impacto total por actividad generadora – sin proyecto.

ASPI	Impacto
Movimientos en masa	-91
Actividad sísmica	-33
Pluviosidad extrema	-53
Altas temperaturas	-21
Introducción de especies	15
Construcción de infraestructura	-92
Uso de aguas superficiales	-92
Actividades domésticas	-83
Actividades agropecuarias	-132
Actividades forestales	-53
Actividades mineras	-24
Actividades agroindustriales	-10
Actividades turísticas	-29
Influencia de grupos armados	-263
Gestión gubernamental	456
Gestión no gubernamental	14
<b>Total</b>	<b>-491</b>

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019.



Figura 8.20 Impacto total por origen de actividad- sin proyecto.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

De lo anterior, se puede inferir que la zona es muy intervenida por acciones antrópicas, y que la mayoría de afectaciones negativas se ven influenciadas por modificaciones al medio natural y social por acciones antrópicas. Así mismo se puede decir que la gestión gubernamental es clave en las localidades del área de influencia socioeconómica, ya que los principales beneficios se relacionan con la presencia de la alcaldía, la gobernación, Cornare, entre otras entidades públicas, los resultados mostrados evidencian la dependencia del territorio con las mismas.

#### 8.2.1.3.6 Reporte de impacto total sin proyecto

Finalmente, luego de obtener los impactos totales por medio, se tiene un impacto global del escenario sin proyecto de -657 unidades, lo que mantiene la tendencia a un mediano impacto negativo (Tabla 8.19).

Tabla 8.19 Clasificación del impacto negativo total– sin proyecto.

Medio	Calificación	Clasificación
Abiótico	-331	Impacto bajo
Biótico	-241	Impacto medio
Socioeconómico	-579	Impacto medio
<b>Total</b>	<b>-1151</b>	<b>Impacto medio</b>

Esto debido a que para los tres medios en conjunto, se identificó 35 impactos de carácter negativo y, como el impacto total negativo máximo para cada impacto es de -100 unidades, aplicando la ecuación de la importancia del impacto ambiental, se tiene un impacto máximo posible de -3500 unidades (producto del número de impactos “35”, y -100), donde se pueden clasificar los resultados en tres rangos así (Tabla 8.20):

Tabla 8.20 Clasificación del impacto total– sin proyecto.

Clasificación de impacto total sin proyecto	
No. impactos negativos identificados	35
Puntaje máximo por impacto	-100
Valor mínimo posible	-100
Valor máximo posible	-3500
Impacto bajo	
-100	-1167
Impacto medio	
-1167	-2333
Impacto alto	
-2333	-3500

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

A continuación, en la Tabla 8.21 y en la Figura 8.21 se hace una síntesis de la relevancia total del escenario sin proyecto. La relevancia o clasificación de la importancia del impacto ambiental predominante para los impactos negativos es moderado, seguido por irrelevante. Para los impactos positivos priman los impactos irrelevantes.

Tabla 8.21 Relevancia total para el escenario Sin Proyecto.

Relevancia	Número de impactos
(+) Irrelevante positivo	24
(+) Moderado positivo	6
(+) Importante positivo	0
(+) Muy relevante positivo	0
<i>Total impactos positivos</i>	30
(-) Irrelevante negativo	9
(-) Moderado negativo	24
(-) Importante negativo	3
(-) Muy relevante negativo	0
<i>Total impactos negativos</i>	36
<b>Total</b>	66

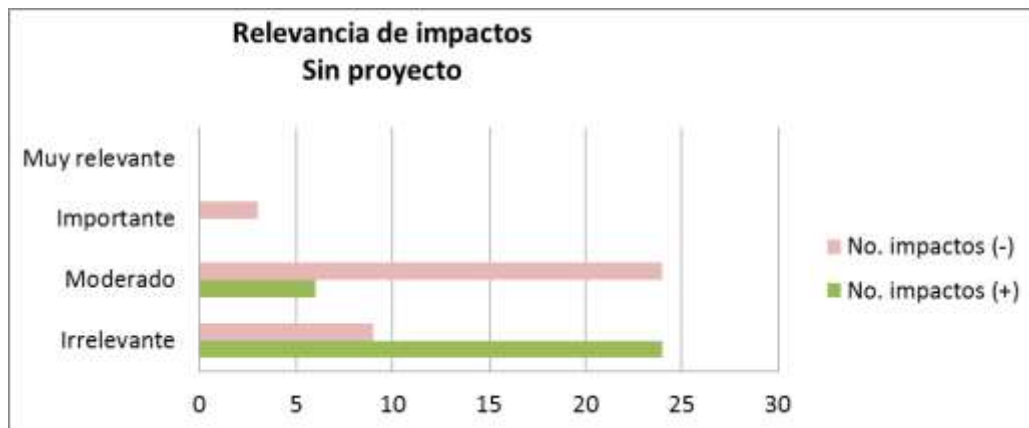


Figura 8.21 Relevancia total para el escenario Sin Proyecto.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

A modo de resumen se tiene que el medio con mayor afectación total es social, seguido por el medio abiótico (ver Figura 8.22).

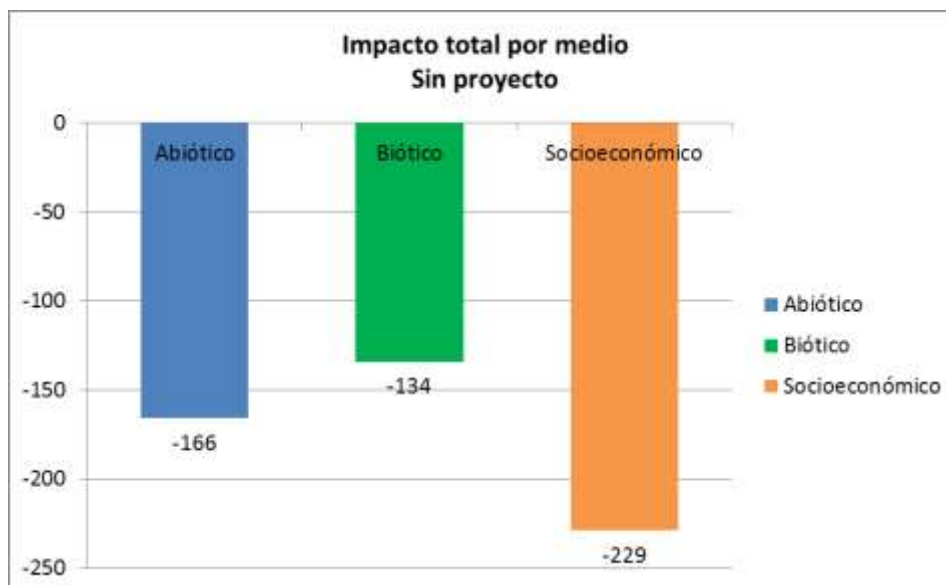


Figura 8.22 Impacto total Sin Proyecto, por medio.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

## 8.2.2 Impacto ambiental del escenario con proyecto

### 8.2.2.1 Descripción de actividades con proyecto

Tal como se presentó en el Capítulo 2. Generalidades (metodología de evaluación ambiental), para el análisis de impactos ambientales con proyecto, se identificaron las afectaciones que generarán las actividades a desarrollar en las diferentes etapas del proyecto.

#### 8.2.2.1.1 Descripción de actividades transversales al proyecto Pantágoras Antioquia

Las actividades transversales al proyecto, consisten en aquellas que se presentan durante todas las etapas del mismo. Para el caso del proyecto PCH Pantágoras Antioquia, se tendrá la siguiente actividad transversal:

**Contratación de bienes y servicios:** Con esta actividad se tendrá el sostenimiento continuo de la demanda de mano de obra, bienes y servicios para el proyecto, durante toda la vida útil del mismo.

Esta actividad representa cambios en factores ambientales como materiales pétreos, actividades comerciales y de servicios, y desarrollo económico.

Para la contratación de bienes y servicios se hará el mayor esfuerzo para que servicios tales como hospedaje, alimentación, transporte, arriería, aseo, arrendamientos de bodegas, venta de material pétreo, etc., sean contratados en el área de influencia del proyecto Pantágoras Antioquia.

#### 8.2.2.1.2 Descripción de actividades con proyecto: Etapa de estudios

La etapa de estudios consiste en la fase inicial del proyecto Pantágoras Antioquia, en ella se realizan todos los trámites y diseños para la viabilidad del proyecto, así como la negociación de predios y servidumbres. Esta etapa dura aproximadamente seis (6) meses.

**Levantamiento y consolidación de información:** Esta actividad durará seis meses y, consiste en la adquisición de información y realización de diseños, así como trámite de todos los permisos que se requieren para que el proyecto se pueda construir y operar. En la Tabla 8.22, se presentan las tareas a desarrollar para los componentes legal, abiótico, biótico, social y técnico del proyecto, indicando que tipo de intervenciones se tendrán para cada tarea:

Tabla 8.22 Estudios a desarrollar para el proyecto Pantágoras Antioquia.

Componente	Tarea a desarrollar	Descripción de las intervenciones
Legal	Trámite de permiso de estudio de recursos naturales (Recurso hídrico), ante Cornare.	No implica toma de muestras, socializaciones, etc.
	Trámite de licencia ambiental ante Cornare	Implica socializaciones en dos momentos con las comunidades de las veredas Montañita, La Peña, San Antonio, Santa Bárbara, El Jordán, La Aurora, La Piñuela, Los Cedros y El Coco, y la Cabecera municipal del Municipio de Cocorná; así mismo con las autoridades municipales de Cocorná y el Carmen de Viboral. Estos momentos son: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Socialización inicial de caracterización del proyecto y, determinación de los impactos ambientales.</li> <li>- Socialización de las medidas de manejo ambiental.</li> </ul>
	Gestión predial	Con la licencia obtenida, se inicia la contratación de servidumbres y la adquisición de predios necesarios para el desarrollo de las obras.
Abiótico	Geología, geomorfología, geotecnia y suelos	Recorridos de campo, toma de muestras superficiales a lo largo del área de influencia.
Biótico	Trámite y ejecución de permiso de estudio para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de elaboración de estudios ambientales, ante Cornare	Implica trabajo en campo con el fin de caracterizar los ecosistemas acuáticos y terrestres. En algunos casos se tomarán muestras de plantas y, se dará el sacrificio de algunos individuos de fauna. En esta tarea se incluye la toma de muestras de agua superficial para análisis de calidad, los inventarios forestales, y el muestreo/rescate de epífitas.
Social	Levantamiento de información primaria en	Se levantan fichas de caracterización familiar, las cuales se diligencian familia a familia en las viviendas que hacen parte



Componente	Tarea a desarrollar	Descripción de las intervenciones
	campo	del área de influencia sociopredial del proyecto.
Técnico	Elaboración del estudio de prefactibilidad	No requiere intervenciones.
	Elaboración del estudio de factibilidad	Visitas, recorridos de campo, revisión de puntos considerados en el diseño para las obras.
	Diseños definitivos	Implica levantamientos topográficos de detalle.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Adicional a las tareas que se muestran en la Tabla 8.22, se tiene toda la caracterización de los medios del ambiente, el trabajo en oficina que corresponde al análisis y procesamiento de la información primaria y secundaria, así como, la elaboración de documentos por las áreas técnica y ambiental de la empresa I-Consult.

Con todo lo expuesto, se prevén cambios en los factores:

- Propiedades del suelo por la realización de apiques y sondeos.
- Calidad de agua, por los trabajos de toma de muestras y caracterización en las fuentes hídricas.
- Nivel freático y en la cantidad de agua, por los sondeos a profundidad.
- Flora terrestre, por la toma de muestras de algunos individuos.
- Fauna terrestre y acuática: por los muestreos de fauna que implican el sacrificio de individuos para su reconocimiento y, por el ahuyentamiento de ésta al momento de hacer recorridos, inventarios forestales.
- Organismos de especial importancia: Por la toma de muestras de epífitas y su identificación o por la captura de algún espécimen de fauna para su identificación.
- Empleo: Para el levantamiento de información siempre es necesario emplear a personas de la zona para que sirvan de guías y ayudantes.
- Ingresos de entidades públicas por concepto de pago por evaluación de trámites ambientales, uso y aprovechamiento de recursos naturales.
- Conocimiento territorial, debido a que la información primaria levantada para la caracterización de los diferentes medios del ambiente, así como la información secundaria consultada.
- Molestias y conflictos sociales, por las expectativas que generan los estudios que se desarrollan.

**Negociación de predios y servidumbres:** El proyecto PCH Pantágoras Antioquia, lleva consigo la posible afectación a los predios mostrados en la Tabla 8.23, por tanto, se consideran susceptibles a la negociación y gestión predial.

Tabla 8.23 Predios con posible afectación por la PCH Pantágoras Antioquia.

Id	Pedio	Vereda	Área (ha)	x centroide	y centroide
1	1972001000002800092	El Coco	1,8	880.260	1.159.375
2	1972001000002800083	El Coco	7,9	880.510	1.159.267
3	1972001000002800094	El Coco	4,2	879.888	1.159.604
4	1972001000002800093	El Coco	6,5	880.050	1.159.469
5	1972001000002700054	El Jordán	3,1	880.293	1.159.587
6	1972001000001900095	Los Cedros	15,9	879.630	1.159.659
7	1972001000001900100	Los Cedros	31,9	879.184	1.160.006
8	1972001000001900105	Los Cedros	37,5	878.273	1.160.117
9	1972001000002800089	El Coco	1,6	880.464	1.159.315
10	1972001000002800079	El Coco	1,1	881.320	1.158.699
11	1972001000001200017	Montañita	5,8	878.143	1.160.485
12	1972001000001200015	Montañita	6,0	878.562	1.160.612
13	1972001000003900129	La Piñuela	28,7	881.991	1.157.868
14	1972001000002700001	El Jordán	1,1	881.879	1.158.284
15	1972001000002800074	El Coco	4,3	881.596	1.158.287
16	1972001000002700002	El Jordán	1,8	881.992	1.158.361
17	1972001000002800073	El Coco	2,4	881.465	1.158.331
18	1972001000002800081	El Coco	20,9	880.972	1.158.937
19	1972001000002800075	El Coco	1,0	881.501	1.158.459
20	1972001000002800076	El Coco	1,0	881.421	1.158.502
21	1972001000002700003	El Jordán	7,6	881.866	1.158.469
22	1972001000002800077	El Coco	1,5	881.377	1.158.571
23	1972001000002800078	El Coco	2,2	881.244	1.158.622
24	1972001000002600061	La Aurora	37,1	882.342	1.158.394
25	1972001000002800090	El Coco	2,9	880.286	1.159.320
26	1972001000001200014	Montañita	5,4	878.439	1.160.736

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Con la posible negociación de predios y servidumbres, se presentarán afectaciones sobre los factores usos del suelo por modificación sustancial, total o parcial del uso original; tenencia de la tierra y estructura de la propiedad debido a cambios en tenedores; y, molestias y conflictos sociales por resistencia al proyecto y las negociaciones que este genere. De lo anterior se desprenden afectaciones sobre las manifestaciones y prácticas culturales, y las actividades agropecuarias.

### 8.2.2.1.3 Descripción de actividades con proyecto: Etapa de construcción proyecto Pantágoras Antioquia

La etapa de construcción, consiste en aquella donde se materializa el proyecto, es decir, se hacen las instalaciones, montajes, adecuaciones, y se desarrolla la infraestructura necesaria para una posterior operación. Se estima que los trabajos constructivos duren 20 meses.

- **Contratación de mano de obra para la fase de construcción:** Con esta actividad se tendrá el sostenimiento continuo de la demanda de mano de obra durante la fase constructiva, se plantea que el proyecto Pantágoras Antioquia contrate el siguiente personal:

Tabla 8.24 Personal a contratar fase construcción proyecto Pantágoras Antioquia.

Etapa	Número de trabajadores				
	Zona captación	Descarga	Conducción	Administración	Vías
Construcción: 20 meses	30	44	34	12	8
<b>Total</b>				128	

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

La contratación de personal es una actividad que representa cambios en factores ambientales como, número densidad y movilidad poblacional por la llegada de personal de otros lugares, actividades comerciales y de servicios por la demanda de estos para el sostenimiento de la mano de obra contratada, empleo, desarrollo económico por las transacciones de dinero y movimiento de este en el área local, manifestaciones y prácticas culturales por la llegada de personas con culturas y prácticas distintas, organización comunitaria, porque dentro de la política de empleo se dará prioridad a aquellas personas recomendadas por las organizaciones de base, molestias y conflictos sociales por los procesos de contratación, y sobre actores sociales que pueden afectar la seguridad de la zona.

- **Remoción de vegetación y descapote:** Consiste en el desmonte y limpieza del terreno natural en las áreas que ocuparán las obras del proyecto, que se encuentren cubiertas de vegetación secundaria, bosque, pastos, cultivos, etc. Incluyendo la remoción de troncos, raíces, escombros y basuras, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los demás trabajos. Se incluye la poda, tala y rocería de la vegetación existente, entre otros. Aplica también para el desmonte y limpieza a realizar en las áreas destinadas a ser depósitos de materiales de construcción (véase Fotografía 8.1).

De esta manera, se identifican afectaciones sobre: la estabilidad de laderas, las propiedades del suelo, el uso del suelo, la calidad del aire, calidad del paisaje, la flora terrestre, y la fauna terrestre, dentro de ésta, sobre los organismos de especial importancia, así mismo se pueden generar molestias y conflictos sociales.



Fotografía 8.1 Trabajos de descapote (PCH Juan García).

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

- **Transporte de equipos, maquinaria y materiales de construcción:** Los principales equipos que se necesitarán en las actividades previas iniciando con la construcción, son motoniveladoras, buldócer, mezcladoras, retroexcavadora, volquetas, pala excavadora, cargadoras, entre otros.

También se deberá transportar todas las materias primas para la construcción de las obras, así como de escombros, materiales de construcción, material vegetal removido. Involucra el flujo de vehículos y maquinaria pesada. Lo anterior trae consigo afectaciones sobre las propiedades del suelo, calidad del aire, calidad acústica, fauna terrestre, la salud de la población, la infraestructura vial, y molestias y conflictos sociales.

La humectación de las vías se demanda del recurso hídrico proveniente del río Cocorná, lo que corresponde a un caudal de 0,085 l/s. Lo anterior, implica una afectación sobre el factor cantidad del agua.

- **Rehabilitación y construcción de vías:** Con el proyecto, no se plantea la rehabilitación de largas extensiones de vías, sino de rehabilitaciones puntuales. Por otro lado, se planea la construcción de 700 m de nuevos accesos (zona de captación 150 metros, zona de casa de máquinas 550 metros).

Las nuevas vías a construir, serán hechas con una capa de afirmado, serán compactadas y tendrán cunetas laterales. Estas actividades implican pocos cortes y movimientos de tierra. En total, se estima que este proceso dure dos meses.

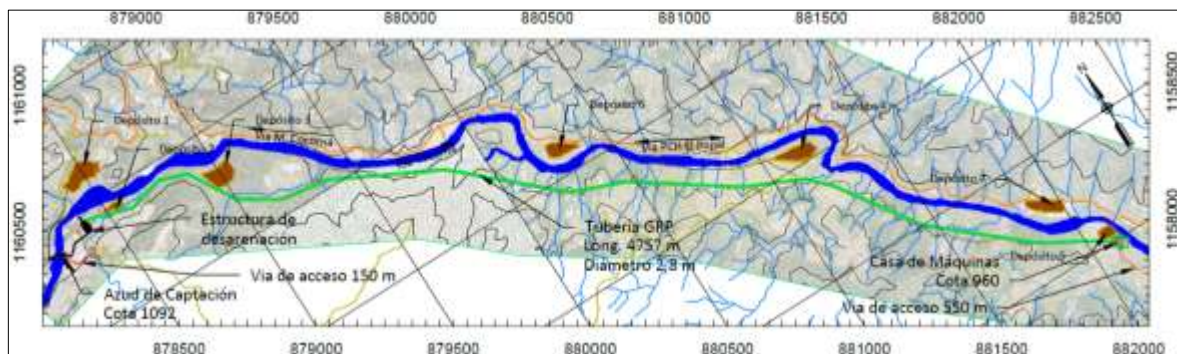


Figura 8.23 Vías de acceso del proyecto Pantágoras Antioquia.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Se prevén excavaciones del suelo para la posterior conformación de la vía. Adicionalmente involucra la escarificación, la conformación, nivelación y compactación del afirmado existente o adicionado, para su posterior uso.

Lo anterior se relaciona con las siguientes afectaciones sobre los factores ambientales: Estabilidad de laderas, propiedades del suelo, calidad del aire por emisiones de material particulado, calidad acústica, calidad del agua, calidad del paisaje, flora terrestre, fauna terrestre, infraestructura vial, actividades agropecuarias, debido a que el cultivo de caña de captación será intervenido, el patrimonio arqueológico, y molestias y conflictos sociales.

**Instalación y operación de plantas de concreto:** El proyecto Pantágoras Antioquia, plantea el uso de dos plantas de concreto(concretadoras), que estarán ubicadas una en captación y otra en descarga. Estas plantas son de pequeño tamaño, contienen una concretadora y una bomba de concreto que funciona con energía eléctrica. La instalación y operación de estas plantas se asocia a las emisiones atmosféricas, ya que involucra la generación de ruido y material particulado, además para su funcionamiento se requiere de energía eléctrica o combustible. Esta actividad también demanda de recursos naturales, tal como lo es el recurso hídrico. Los factores del ambiente con posible afectación son: calidad del aire, calidad acústica, cantidad de agua, fauna terrestre, y molestias y conflictos sociales.

El caudal demandado para el funcionamiento de las plantas de concreto corresponde a 0,397 l/s, la fuente de abastecimiento corresponde al río Cocorná.

En la Fotografía 8.2, se presenta una planta de concreto similar a la requerida para el proyecto Pantágoras Antioquia.



Fotografía 8.2 Planta de concreto, proyecto Cantayús.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

- **Excavación y construcción de tubería de conducción:** En esta actividad se incluye la excavación manual y mecánica, y de ser necesario el uso de explosivos para remoción de rocas de tamaño considerable. Para el proyecto Pantágoras Antioquia, se tendrá una conducción a presión de 4.757 metros y 2,8 metros de diámetro, enterrada, por lo que se deberá excavar una zanja en donde se instalará la tubería. Parte del material excavado será utilizado para reconformar el terreno y el restante en las demás obras del proyecto. El proceso de construcción de esta obra será de 16 meses.

Por lo anterior, se podrán manifestar impactos sobre los factores:

- Estabilidad de taludes, por las excavaciones y movimientos de tierra.
- Propiedades del suelo, por la impermeabilización y compactación del suelo.
- Materiales pétreos, por la extracción de materiales pétreos para la instalación de la tubería.
- Usos del suelo, por el emplazamiento de las diferentes obras se puede limitar el uso del suelo.
- Calidad del aire, por la emisión de partículas debido a excavaciones.
- Calidad acústica, por el uso de diferente maquinaria y explosivos en caso de requerirse.
- Calidad del agua, el arrastre de sólidos a la fuente de agua.
- Dinámica fluvial, por el cruce con cuerpos de agua.
- Nivel freático, por el cruce con cuerpos de agua o con agua de escorrentía subterránea.
- Calidad del paisaje, principalmente en la etapa de construcción a la hora de excavar para el emplazamiento de las obras.
- Fauna terrestre, por posible desplazamiento debido al ruido.



- Actividades agropecuarias, las cuales se pueden ver restringidas por la instalación de la tubería.
- Patrimonio arqueológico histórico arquitectónico, por las excavaciones, movimientos de tierra, compactación del suelo y movimiento de maquinaria pesada.
- Molestias y conflictos sociales, por el movimiento de tierras, maquinaria pesada, solicitud constante de entrada y salida a predios. Así como por las afectaciones mencionadas anteriormente.

En la Fotografía 8.3, se muestran ejemplos de proyectos similares a Pantágoras Antioquia, en donde se llevó a cabo la excavación e instalación de la conducción.



Excavación mecánica (PCH Juan García)



Excavaciones manuales (PCH Juan García)



Izaje de tubería (PCH Juan García)



Alineamiento de tubería (PCH Juan García)





Vista en planta de las excavaciones para conducción (PCH Cantayús)



Reconformación de área excavada (PCH Juan García)

Fotografía 8.3 Ilustración de proyectos similares, excavación y construcción de la conducción.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

- **Excavación y construcción de los canales, la ataguía, contraataguía, y azud:** El azud se definió como una estructura maciza en concreto, que se encargará de darle un nivel constante al agua para garantizar que esta sea captada adecuadamente mediante una toma lateral. La captación del caudal para generación se hará mediante una reja lateral ubicada sobre la margen derecha del cauce del río, aguas arriba del azud. Sobre el costado derecho del azud se dispuso un desripiador, para remover del agua las partículas de gran tamaño (gravas) y para garantizar el aporte del caudal ecológico, y un canal de aducción, para conducir el agua hacia el desarenador.

Para la construcción del azud, gracias a las facilidades constructivas que ofrece la topografía de la zona, se desviaré el río Cocorná por un canal excavado en la margen izquierda con capacidad de evacuar la creciete de 25 años de periodo de retorno. Se estima que la construcción de las obras de captación y el azud, durarán alrededor de 7 meses.

El sitio de las obras será protegido con una ataguía y una contra-ataguía de 4 metros de altura. Una vez terminado el azud, el agua del río se reencausará para que pase por encima del azud.

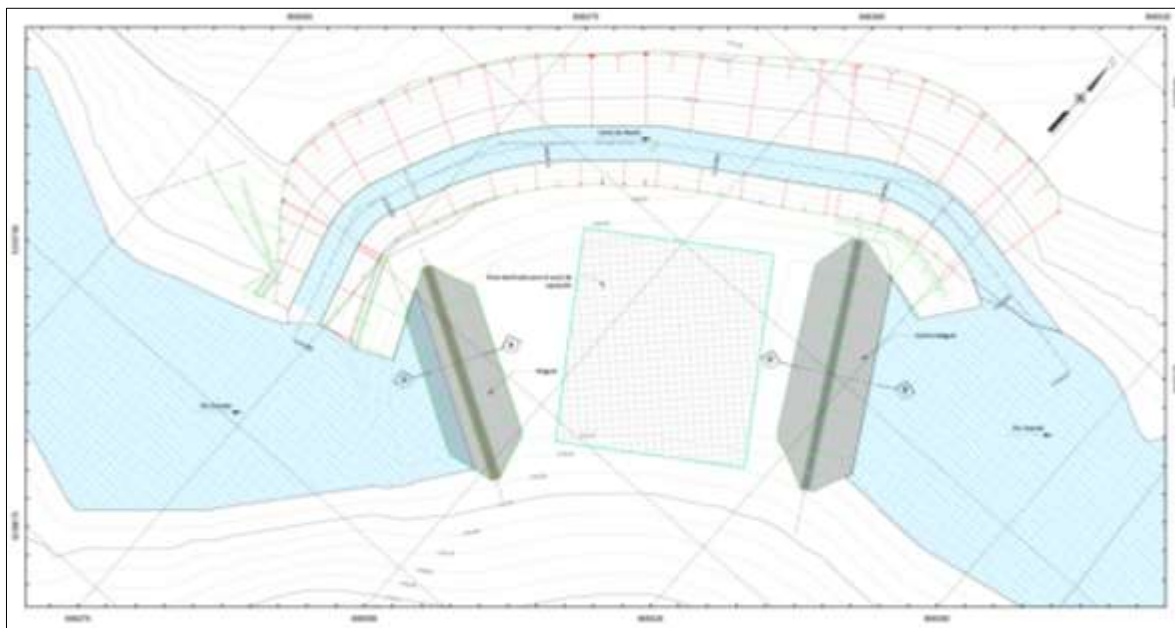


Figura 8.24 Sistema de desvío para la construcción del azud

El proceso constructivo detallado de estas obras, se puede consultar en el capítulo 3 de este estudio (Descripción del proyecto). En la Fotografía 8.4, se presentan algunos ejemplos de esta actividad, los cuales corresponden a proyectos similares:



PCH Cantayús



PCH Cantayús

Fotografía 8.4 Ilustración de proyectos similares, excavación y construcción de la ataguía, contrataguía y azud.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Por esta actividad se podrán ver afectada la estabilidad de laderas, las propiedades del suelo, la cantidad de materiales pétreos, calidad del aire, calidad acústica, calidad del agua, cantidad del agua, nivel freático, dinámica fluvial, calidad del paisaje, fauna terrestre, fauna y flora acuática, corredores fluviales, así como actividades agropecuarias, actividades mineras, turísticas, patrimonio arqueológico y molestias y conflictos con la comunidad.

- **Excavación y construcción de desarenadores, tanque de carga, casa de máquinas, canal de excesos y canal de descarga, talleres, oficinas:**

Las excavaciones implican la adecuación del terreno para la construcción de todas las obras principales mencionadas que necesita el proyecto.

El desarenador, tanque de carga, casa de máquinas, canal de excesos, canal de descarga y oficinas, son obras definitivas, es decir que se mantendrán durante la operación del proyecto.

En cuanto a las oficinas, se tendrán dos, una ubicada en captación y otra en descarga. La que se localiza en captación se mantendrá durante la vida útil del proyecto, así como la que se localiza en descarga. Los talleres se constituyen como instalaciones provisionales, que serán abandonadas con la finalización de la etapa constructiva.

El proceso constructivo de las obras mencionadas, implica afectaciones en general sobre el recurso suelo. Se puede asociar a la generación de emisiones y ruido, así como a afectaciones sobre el recurso hídrico.

Los factores ambientales con posible afectación se muestran a continuación:

- Estabilidad de laderas, por las excavaciones y movimientos de tierra.
- Propiedades del suelo, por la impermeabilización y compactación del suelo.
- Materiales pétreos debido a las excavaciones
- Uso del suelo, por el emplazamiento de las diferentes obras se puede limitar el uso del suelo.
- Calidad del aire, por la proyección de partículas debido a excavaciones.
- Calidad acústica, por el uso de diferente maquinaria y explosivos en caso de requerirse.
- Calidad del agua, el arrastre de sólidos a la fuente de agua.
- Dinámica fluvial, por el cruce con cuerpos de agua.
- Calidad paisajística, principalmente en la etapa de construcción a la hora de excavar para el emplazamiento de las obras.
- Fauna terrestre por ahuyentamiento debido a la construcción.
- Actividades agropecuarias, ya que la zona presenta pastos y cultivos.
- Patrimonio arqueológico por las excavaciones, movimientos de tierra, compactación del suelo y movimiento de maquinaria pesada.
- Molestias y conflictos sociales, por la generación de emisiones atmosféricas y ruido.

En la Fotografía 8.5, se muestran algunos ejemplos de la excavación y construcción de las obras mencionada, las cuales corresponden a algunos proyectos similares.





Desarenador y canal de purga (PCH Cantayús)



Desarenador (PCH Cantayús)



Casa de máquinas (PCH Cantayús)



Instalación de turbinas (PCH Cantayús)

Fotografía 8.5 Ilustración de proyectos similares, excavación y construcción de desarenadores y casa de máquinas, entre otros.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

- **Operación de la infraestructura adicional (talleres y oficina):** Esta operación consiste en el funcionamiento normal de las instalaciones conexas al proyecto. Como se dijo, se tendrán dos talleres uno captación y otro en descarga, y dos oficinas, una en captación y otra en descarga. El funcionamiento implica el tratamiento de las aguas residuales, el manejo de combustibles y grasas en los talleres, manejo de residuos sólidos y peligrosos, y las labores administrativas que allí se desarrollen. El emplazamiento de la infraestructura, provoca afectaciones sobre el paisaje de la zona, y sobre el recurso aire por las emisiones de ruido. Esta actividad también genera afectación sobre la dimensión cultural y sociopolítica.



Fotografía 8.6 Ejemplo de conformación de área de oficinas

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Son susceptibles a afectar los siguientes factores ambientales:

- Propiedades del suelo: se pueden ver alteradas, debido a una inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos.
- Calidad del aire, por el flujo vehicular se tendrán emisiones atmosféricas y de ruido.
- Calidad acústica, por el flujo vehicular y de personas en zonas de oficinas y talleres, se generará ruido.
- Calidad del agua, por la generación de vertimientos de aguas residuales (ver Tabla 8.25).

Tabla 8.25 Características del vertimiento en etapa de construcción.

Parámetro	Vertimiento 1		Vertimiento 2	
	ARD	ARnD	ARD	ARnD
Tipo de vertimiento				
Caudal máximo de descarga etapa de construcción (l/s)	0,061	0,761	0,075	0,761

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

- Cantidad del agua, se demandará del recurso hídrico para las diferentes el funcionamiento de talleres y oficinas (ver Tabla 8.26).

Tabla 8.26 Cantidad de agua demandada para esta actividad.

Fase	Actividad	Captaciones (l/s)	
		C2	C3
		Zona de captación	Zona de descarga
Construcción	Baños y oficinas	0,061	0,075
	Talleres	0,761	0,761
<b>Total, construcción</b>		<b>1,071</b>	<b>1,069</b>
Operación y mantenimiento	Baños y oficinas	0,002	0,009
<b>Total, operación</b>		<b>0,002</b>	<b>0,159</b>

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

- Calidad paisajística, la operación de vehículos, el emplazamiento de las oficinas y talleres produce cambios en el paisaje.
- Manifestaciones y prácticas culturales, por la presencia de personal en la infraestructura adicional, así como las actividades que allí se realizan. En estas zonas será restringido el acceso a personal que no pertenezca al proyecto.
- Molestias y conflictos sociales, por las afectaciones mencionadas sobre el recurso aire, el agua, entre otros.

• **Disposición de excedentes de construcción y excavación:** Para el proyecto Pantágoras Antioquia, se plantea una producción de sobrantes de excavación, los cuáles se harán los mayores esfuerzos para que sean aprovechados en las mismas obras. Los demás excedentes que no puedan ser aprovechados, serán llevados a zonas de depósito.

Se producirán afectaciones sobre los factores como uso del suelo, patrimonio arqueológico, así como en las propiedades del suelo. Lo anterior se asocia a la disposición de dichos materiales.

Adicionalmente se contempla que, por la conformación de los depósitos de materiales, se introduzcan cambios en la estabilidad de laderas, calidad del aire, calidad acústica, calidad del paisaje, fauna terrestre, actividades agropecuarias, así como, molestias y conflictos sociales.

En la Fotografía 8.7, se presenta un ejemplo del manejo que se le da sobrantes de excavación.



Fotografía 8.7 Manejo de sobrantes de excavación.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

- **Desmantelamiento de instalaciones y montajes temporales, campamentos, talleres, otros:** Esta actividad implica el desmonte de la planta de concreto y talleres, ya que estos solo se plantean para la etapa constructiva. El desmantelamiento consiste en la limpieza y retiro de elementos que hacen parte de las obras mencionadas, generando afectaciones sobre:
  - Propiedades del suelo, cambio en las por el desmantelamiento de la infraestructura.
  - Usos del suelo, posteriormente se destinará el suelo a otra actividad.
  - Calidad del aire y calidad acústica, por la demolición de la infraestructura se pueden generar emisiones atmosféricas y de ruido, esto también se asocia a la operación de vehículos y de maquinaria.
  - Fauna terrestre, por el ruido
  - Calidad del paisaje, al desmantelar la infraestructura.
  - Patrimonio arqueológico, histórico y arquitectónico, se asocia al movimiento de maquinaria pesada.
  - Molestias y conflictos sociales, asociadas a las afectaciones mencionadas anteriormente.



- **Adecuación de filtros:** Comprende la conformación de canales, tuberías, disipadores de energía y sedimentadores, cunetas, drenes y subdrenes y la instalación de geotextil, con el fin de drenar las aguas que se presentan en el área a intervenir para la construcción de las obras propias del proyecto PCH Pantágoras Antioquia.

Adicionalmente se asocia a las obras hidráulicas en las vías nuevas a construir, tales como box culvert, alcantarillas, los cuales involucran un cambio en el cauce del agua y una ocupación del mismo. Así mismo, incluye la construcción de este tipo de infraestructura, pero de carácter temporal.

En este caso se incluyen el drenaje de las áreas destinadas a los depósitos de materiales.

Los factores ambientales con afectaciones son estabilidad de laderas, propiedades del suelo, calidad del agua, cantidad de agua y dinámica fluvial.

- **Revegetación de áreas intervenidas:** Las zonas intervenidas en la construcción son la conducción, la zona de talleres, la zona de localización de planta de concreto y las zonas de depósito (ZODMES), y en general la infraestructura temporal usada en construcción. En todas ellas se realizará su reconfiguración paisajística, la cual involucra revegetación, limpieza y paisajismo.

Con esta actividad se esperan afectaciones, sobre diferentes factores ambientales, tales como estabilidad de laderas, propiedades del suelo, usos del suelo, calidad del aire, calidad acústica, calidad del agua, calidad del paisaje, flora terrestre, fauna terrestre, actividades agropecuarias, y molestias y conflictos sociales.

#### 8.2.2.1.4 Descripción de actividades con proyecto: Etapa de operación del proyecto Pantágoras Antioquia

La etapa de operación es la fase en donde el proyecto Pantágoras Antioquia entra en funcionamiento, lo que implica la generación de energía para su distribución al sistema interconectado nacional. Se estima que esta etapa dure 50 años, y que luego de cumplido este tiempo, se pueda evaluar la viabilidad de repotenciar o en su defecto abandonar la generación de energía. Durante esta etapa se desarrollan las actividades que se describen a continuación.

**Contratación de mano de obra fase de operación:** Con esta actividad se tendrá el sostenimiento continuo de la demanda de mano de obra durante la vida útil del proyecto en operación, así:

Tabla 8.27 Personal a contratar etapa de operación proyecto Pantágoras Antioquia.

Etapa	Cantidad	No. Trabajadores descarga
Operación de la central	4	2 por turno
Operación de la captación	1	Trabajo diurno

Etapas	Cantidad	No. Trabajadores descarga
Mantenimiento y seguridad	3	Oficios varios
<b>Total</b>	<b>8</b>	

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

La contratación de personal en la fase operativa es una actividad que representa cambios en factores ambientales, como:

- Número, densidad y movilidad, por la llegada de personal de otros lugares. Este aspecto posee menor afectación que en la etapa de construcción, ya que en esta etapa es menor el número de personal a contratar.
- Actividades comerciales y de servicios, por la demanda de estos para el sostenimiento del personal contratado.
- Empleo, por la contratación de personal (8 trabajadores).
- Desarrollo económico, por el movimiento del dinero en las localidades del área de influencia.

• **Operación y mantenimiento de la central:** Esta actividad se refiere al desarrollo de las tareas administrativas en las oficinas (captación y casa de máquinas), y operativas propias de la casa de máquinas. Adicionalmente incluye el mantenimiento rutinario (lavado de desarenador, chequeos de la conducción, calibración de medidores) y, el mantenimiento de las turbinas (abrir turbina, revisar en que condición se encuentra, etc.). El desarenador tendrá una válvula de compuerta que permitirá la purga paulatina de los sedimentos, esto con el fin de evitar vertimientos menos frecuentes, pero con grandes concentraciones de sedimentos.

También hace alusión a la presencia del proyecto en la zona, la gestión social y empresarial por parte del operador del proyecto, mediante la realización de estrategias que busquen generar confianza con las comunidades, tales como, diálogos y comunicación transparente, así como la solución a conflictos.

Con lo anterior, se pueden generar afectaciones sobre:

- Propiedades del suelo, por la disposición de residuos sólidos.
- Calidad acústica, por el funcionamiento de las turbinas, la afluencia de personal y vehículos.
- Calidad del agua, se generarán vertimientos de 0,011 l/s aguas residuales domésticas-ARD. El sistema propuesto para el tratamiento de las aguas residuales corresponde a un sistema séptico integrado (trampa de grasas, tanque séptico y Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente – FAFA) (véase Fotografía 8.8). Así mismo se relaciona con la descarga de los sedimentos de fondo.



Fotografía 8.8 Sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, PCH Juan García.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

- Cantidad de agua, se demanda del recurso hídrico para las actividades domésticas y para la red de incendios. El caudal a concesionar es de 0,011 l/s para el uso doméstico, lo cual suplirá las necesidades del recurso por parte de los 8 trabajadores que hay en etapa de operación. La red de incendios demandará 0,15 l/s.
- Dinámica fluvial, por la descarga de sedimentos de fondo.
- Calidad paisajística por presencia de vertimientos, captaciones asociadas a la operación y por la presencia de la infraestructura del proyecto.
- Flora acuática, por la generación de vertimientos y las captaciones a realizar.
- Fauna acuática, por la generación de vertimientos y las captaciones a realizar.
- Ingresos de las entidades públicas, por concepto de pago de impuestos de industria y comercio, pago de la inversión del 1 %, pago por permisos, entre otros.
- Conocimiento territorial, se relaciona con los estudios realizados por parte del proyecto, los cuales corresponden a monitoreos y seguimientos a los factores ambientales.
- Organización comunitaria, la presencia del proyecto incentiva proyectos que van de la mano con las juntas de acción comunal, instituciones educativas, grupos ambientales entre otros.
- Molestias y conflictos sociales, por las afectaciones mencionadas anteriormente.
- Actores sociales, la presencia del proyecto incentiva la presencia institucional y el mejoramiento de las condiciones de seguridad de la zona.

**Captación de agua para generación de energía:** En esta actividad el agua es captada por el azud y es conducida a los desarenadores para después llegar al tanque de carga. Los

caudales de interés para la etapa de operación y en general para la generación de energía se muestran en la Tabla 8.28.

Tabla 8.28 Caudales de interés en la etapa de operación.

Caudales	(m <sup>3</sup> /s)
Medio	16,42
Diseño	17,53
Mínimo turbinable	3,07

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Se pueden generar cambios sobre factores como:

- Cantidad de agua, por la captación del recurso hídrico procedente del río Cocorná para la generación de energía, para lo cual se requerirá un caudal de 17,53 m<sup>3</sup>/s.
- Dinámica fluvial, por la captación del recurso hídrico del río Cocorná para la generación de energía.
- Nivel freático, debido a la disminución de la lámina de agua en el río.
- Calidad del paisaje, por cambios en el nivel del agua en el río Cocorná, como la generación de zona de pondaje, cambios curso del agua, etc.
- Organismos de especial importancia, por cambios en el caudal disponible del río Cocorná.
- Flora acuática, por cambios en el caudal disponible del río Cocorná.
- Fauna acuática, por cambios en el caudal disponible del río Cocorná.
- Corredores fluviales, por cambios en el caudal disponible del río Cocorná.
- Actividades mineras, debido a que en el río se extrae material y la dinámica de arrastre de este puede cambiar.
- Actividades turísticas, ya que sobre el río hay zonas donde las personas van a meterse y se sobre el practica kayak.
- Manifestaciones y prácticas culturales, ya que las comunidades tienen actividades culturales asociadas al río.
- Molestias y conflictos sociales, por todas las afectaciones descritas anteriormente.
- Ingresos de entidades públicas, por los trámites ambientales para la captación del recurso y por las transferencias.

**Conducción del caudal remanente por el cauce natural:** El caudal remanente se considera como el volumen de agua comprendido por el caudal ecológico y el caudal de excesos. El caudal ecológico mensual para el proyecto Pantágoras Antioquia, se muestra en la Figura 8.25, este caudal ecológico será liberado por un orificio embebido al azud, con el fin de

garantizar que con el caudal turbinable (caudal mínimo requerido para la operación de la central), se siga garantizando dicho caudal.

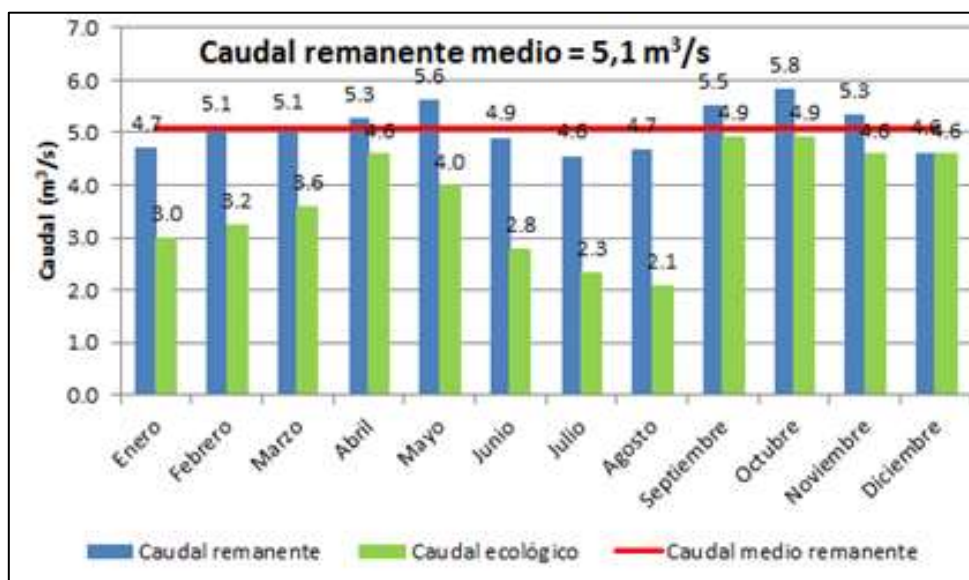


Figura 8.25 Caudal ecológico mensual.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Los factores ambientales a verse afectados por esta actividad son:

- Calidad del agua, por aumento de los niveles de oxígeno disuelto a la hora de retornar el caudal remanente y caudal ecológico.
- Cantidad de agua, por el retorno del caudal remanente y el caudal ecológico.
- Dinámica fluvial, por el cambio en el flujo original que tenía el río Cocorná.
- Calidad del paisaje, gracias a que, por la conducción de este caudal, el río no queda completamente seco.
- Flora, fauna acuática y corredores fluviales, ya que el caudal remanente, soporta los procesos ecológicos del río.
- Actividades mineras, ya que el caudal remanente contribuye al transporte de material del río.
- Actividades turísticas, debido a que, con el caudal remanente, el río conserva parte de su caudal y los sitios turísticos pueden conservarse.
- Manifestaciones y prácticas culturales, ya que las comunidades tienen actividades culturales asociadas al río y el caudal remanente asegura la continuidad del recurso en el río.
- Molestias y conflictos sociales, por todas las afectaciones positivas descritas anteriormente.

- **Descarga de aguas turbinadas:** Una vez el agua atraviesa la casa de máquinas para generar energía, esta vuelve a la corriente, con un canal de descarga de 47 metros de longitud, 3,2 metros de ancho y 1,6 metros de profundidad.

En la Fotografía 8.9, se presenta la manera en que es conducido el caudal remanente en la central La Herradura, como se puede ver es a través de un canal a flujo libre tal como se plantea para la PCH Pantágoras Antioquia:



Fotografía 8.9 Ejemplo de conducción del caudal remanente, PCH La Herradura.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Debido a la descarga de aguas turbinadas, se pueden generar afectaciones sobre factores ambientales como:

- Estabilidad de laderas, por la descarga de aguas se pueden activar procesos erosivos en el cuerpo de agua.
- Calidad del agua, por cambios en las concentraciones de oxígeno disuelto.
- Cantidad del agua, por el retorno del caudal usado para la generación de energía.
- Dinámica fluvial, porque el canal de descarga pasa a ser un nuevo afluente del río que se integra a su dinámica.
- Nivel freático, ya que aumenta la capa de agua, lo que favorece la infiltración del agua.
- Calidad del paisaje, ya que, con el reintegro del caudal de diseño, el paisaje asociado al río se ve beneficiado.
- Flora acuática, por los cambios que se generan en la calidad y cantidad del recurso hídrico del río Cocorná.
- Fauna acuática y corredores fluviales, por los cambios que se generan en la calidad y cantidad del recurso hídrico del río Cocorná.
- Actividades turísticas y manifestaciones y prácticas culturales, debido al reintegro del total del caudal.



- Molestias y conflictos sociales, por las afectaciones positivas mencionadas anteriormente.

#### 8.2.2.1.5 Descripción de actividades con proyecto: Etapa de abandono del proyecto PCH Pantágoras Antioquia

La etapa de abandono es la fase final del proyecto Pantágoras Antioquia, luego de que este cumple su vida útil. Luego de los 50 años de operación, se realizará una evaluación de la central, con el fin de determinar si se repotenciará o abandonará. En caso de su repotenciación se deberán actualizar los permisos existentes, así como el mejoramiento tecnológico y de infraestructura que se requiera para continuar operando.

En caso de que se determine su abandono, se tendrán seis meses para desarrollar las siguientes actividades.

**Desmantelamiento y abandono de infraestructura asociadas a la operación:** Una vez termina el ciclo de vida de la central hidroeléctrica se deben reconfigurar algunas obras asociadas al proyecto, como el canal de descarga, y los ZODMES. La casa de máquinas se conservará para otros usos, no se abandonan otras estructuras como las vías, el azud, el canal de aducción, y el desarenador. Los talleres y las oficinas serán desmontados. Lo anterior se contempla en el Capítulo 10 Planes y programas (Plan de desmantelamiento y abandono).

Con estas actividades se pueden generar cambios en los siguientes factores ambientales:

- Estabilidad de laderas, por el movimiento de tierras a la hora de realizar las labores de desmonte y reconfiguración.
- Propiedades del suelo, por la reconfiguración del canal de descarga, y de los Zodmes. Adicionalmente, por la generación de residuos peligrosos, los cuales deben ser dispuestos en sitios autorizados por la autoridad ambiental.
- Usos del suelo, por la reconfiguración paisajística de las zonas que eran destinadas a los Zodmes. Algunas estructuras como la tubería de conducción serán clausuradas y su uso podrá cambiarse a caminos, las oficinas y talleres se desmontarán y quedarán habilitadas para otros usos.
- Calidad del aire, por el movimiento de tierras e infraestructura demolida, operación de maquinaria y vehículos.
- Calidad acústica, por el ruido generado por el movimiento de maquinaria y la demolición de la infraestructura asociada al proyecto.
- Calidad paisajística, por la reconfiguración y desmonte de las diferentes obras.
- Flora y fauna terrestre, debido a la recuperación de su espacio.
- Actividades comerciales y de servicios, debido a disminución en la demanda de bienes y servicios por parte de los trabajadores del proyecto.

- Empleo, por la desvinculación del personal asociado al proyecto.
- Ingreso de entidades públicas, debido a la terminación de generación de energía y posterior venta, lo que deja de generar transferencias.
- Desarrollo económico, debido a una disminución en el flujo de dinero en las localidades del área de influencia socioeconómica.
- Manifestaciones y prácticas culturales, por los cambios que sufre el entorno ante el desmantelamiento y abandono del proyecto.
- Molestias y conflictos sociales, por las afectaciones mencionadas anteriormente.

**Restablecimiento del régimen natural del río Cocorná:** Una vez cesa la operación de la central hidroeléctrica, el tramo del cauce intervenido entre captación y descarga comienza un proceso de recuperación. Se asocia a la clausura de la tubería de conducción, al retorno del caudal remanente y caudal de diseño por el cauce del río Cocorná.

Conllevando a cambios en los siguientes factores ambientales:

- Calidad del agua, por el retorno del caudal remanente y de diseño al cauce del río Cocorná.
- Cantidad de agua, por el retorno del caudal remanente y de diseño al cauce del río Cocorná.
- Nivel freático, ya que aumenta la lámina de agua, lo favorece la infiltración.
- Dinámica fluvial, debido a que el caudal ya no es conducido en la tubería de conducción sino por el tramo original del río Cocorná.
- Calidad del paisaje, ya que, con el reintegro del caudal de diseño, el paisaje asociado al río se ve beneficiado.
- Organismos de especial importancia, puede propiciar la afluencia de este tipo de fauna o/y flora.
- Flora acuática y fauna acuática, debido al restablecimiento paulatino de las condiciones iniciales del hábitat acuático.
- Corredores fluviales, debido al restablecimiento paulatino de las condiciones iniciales del ecosistema acuático.
- Actividades mineras, ya que el río recupera la capacidad de transporte de material.
- Actividades turísticas, debido a que, con el caudal completo, el río conserva vuelve a ser utilizable en actividades turísticas.
- Molestias y conflictos sociales, por las afectaciones mencionadas anteriormente.

• **Revegetación de áreas abandonadas:** Al cumplirse con la vida útil de la PCH Pantágoras Antioquia, se proponen actividades de revegetación y recuperación de la

vegetación o de una cobertura vegetal que proteja el suelo y facilite la regeneración de vegetación, ya sea propia o no de la zona y de su fauna asociada.

Con esta actividad se esperan afectaciones, sobre diferentes factores ambientales, así:

- Estabilidad de laderas, debido a la siembra de árboles los cuales también tienen como objetivo una reconfiguración paisajística.
- Propiedades del suelo, debido a la siembra de árboles.
- Uso del suelo, afectado de manera positiva en áreas abandonadas.
- Calidad del aire y calidad acústica, por la demolición de la infraestructura se pueden generar emisiones atmosféricas y de ruido, esto también se asocia a la operación de vehículos y de maquinaria.
- Calidad acústica y Calidad del aire, los árboles establecidos actúan como barrera ante emisiones atmosféricas y de ruido.
- Calidad del paisaje, por mejoramiento y/o embellecimiento del mismo.
- Flora terrestre, se establecen individuos nativos.
- Fauna terrestre, debida a la siembra de árboles se propician hábitats para las diferentes especies.
- Organismos de especial importancia, ante el mejoramiento de hábitats se favorece la conservación de especies endémicas, migratorias o amenazadas.
- Molestias y conflictos sociales, por las afectaciones mencionadas anteriormente.

#### *8.2.2.2 Identificación de impactos con proyecto*

Luego de exponer y describir las actividades con proyecto, en esta sección se presentan los impactos ambientales identificados, en los medios abiótico, biótico y socioeconómico.

##### *8.2.2.2.1 Identificación de impactos con proyecto – medio abiótico*

Para el medio abiótico se presentan las actividades generadoras de impactos en la Figura 8.26, en esta se pueden observar tanto los impactos negativos como positivos.

Para el medio abiótico, se identificó un total de 118 interacciones con las actividades con proyecto, de las cuales 83 son interacciones negativas y, 35 positivas. En la Tabla 8.29, se pueden ver los impactos identificados y el número de interacciones para cada uno de ellos.

Tabla 8.29      Conteo impactos e interacciones según signo para el medio abiótico- con proyecto

Impactos	No. de interacciones
<b>Negativos (-)</b>	
Aparición y/o aceleración de procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa	8
Alteración de las propiedades del suelo	12
Disminución de disponibilidad de materiales pétreos	4
Cambio negativo en el uso del suelo	6
Alteración de la calidad del aire por aumento de emisión de gases contaminantes y/o material particulado	12
Aumento en los niveles de ruido	12
Alteración de las características fisicoquímicas y biológicas del agua	7
Disminución de la disponibilidad de agua en el tramo intervenido	5
Perturbación de la dinámica fluvial	5
Disminución del nivel freático	3
Deterioro de la calidad paisajística	9
<b>Subtotal</b>	<b>83</b>
<b>Positivos (+)</b>	
Desaceleración de procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa	3
Mejoramiento de las propiedades del suelo	2
Cambio positivo en el uso del suelo	3
Alteración a la calidad del aire por disminución de emisión de gases contaminantes y/o material particulado	2
Disminución en los niveles de ruido	2
Mejoramiento de las características fisicoquímicas y biológicas del agua	6
Aumento de la disponibilidad de agua en el tramo intervenido	4
Mejoramiento de la dinámica fluvial	4
Aumento del nivel freático	2
Mejoramiento de la calidad paisajística	7
<b>Subtotal</b>	<b>35</b>
<b>Total interacciones medio abiótico</b>	<b>118</b>

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

De acuerdo a lo anterior, los impactos negativos sobre el medio abiótico con mayores interacciones (o sea que son los impactos que son generados por más actividades) son alteración de las propiedades del suelo, alteración de la calidad del aire, aumento de los niveles de ruido y deterioro a la calidad paisajística. Los impactos positivos con mayor número de interacciones son mejoramiento de la calidad paisajística y mejoramiento de las características fisicoquímicas y biológicas del agua.

Acciones Susceptibles de Producir Afectación (ASPI) →  Factores Ambientales Susceptibles de Recibir Afectación (FARI) ↓			FASES Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO																							IMPACTOS	
			Tr	es	tu	di	C	o	n	s	t	u	c	c	o	n	O	p	er	ac	io	n	A	b	a		n
			Contratación de bienes y servicios	Levantamiento y consolidación de información	Negociación de predios y servidumbres	Contratación de mano de obra para la fase de construcción	Remoción de vegetación y descapote	Transporte de equipos, personal, maquinaria y materiales de construcción	Rehabilitación y construcción de vías	Instalación y operación de plantas de concreto	Excavación e instalación de la tubería de conducción	Excavación y construcción de ataguía, contraataguía, azud	Excavación y construcción de desarenadores (canal de purga), tanque de carga, casa de máquinas, canal de excesos y canal de descarga, talleres y oficinas	Operación de la infraestructura adicional (talleres y oficinas)	Disposición de excedentes de construcción y excavación	Desmantelamiento de instalaciones y montajes temporales, talleres, otros	Adecuación de filtros	Revegetación de áreas intervenidas en la construcción	Contratación de mano de obra para la fase de operación	Operación y mantenimiento de la central	Captación de agua para generación de energía	Conducción de caudal remanente por cauce natural	Descarga de aguas turbidas	Desmantelamiento y abandono de infraestructura asociada a la operación	Restablecimiento del régimen natural del tramo intervenido	Revegetación de áreas abandonadas	
Abiótico	Suelo	Estabilidad de laderas				-	-			-	-		-		-								-	-		Aparición y/o aceleración de procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa	
																	+	+							+	Desaceleración de procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa	
		Propiedades del suelo	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				-			-		+	Alteración de las propiedades del suelo
		Materiales pétreos	-								-	-	-	-					+							+	Meioramiento de las propiedades del suelo
	Atmósfera	Usos del suelo			-	-					-	-	-	-	-										-		Disminución de disponibilidad de materiales pétreos
		Calidad del aire					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									-		Cambio negativo en el uso del suelo
		Calidad acústica						-	-	-	-	-	-	-	-	-									-		Alteración de la calidad del aire por aumento de emisión de gases
	Agua	Calidad del agua	-						-	-	-	-	-	-	-							-				+	Alteración de las características fisicoquímicas y biológicas del agua
		Cantidad de agua									-	-	-	-	-							-	-			+	Mejoramiento de las características fisicoquímicas y biológicas del agua
		Dinámica fluvial									-	-	-	-	-							-	-			+	Disminución de la disponibilidad de agua en el tramo intervenido
		Nivel freático	-								-	-	-	-	-								-			+	Aumento de la disponibilidad de agua en el tramo intervenido
	Paisaje	Calidad del Paisaje					-	-			-	-	-	-	-									+	+	+	Mejoramiento de la dinámica fluvial
																+	+				-	-			+	+	+
																+	+					+	+	+	+	+	Mejoramiento de la calidad paisajística

Figura 8.26 Matriz de interacciones con proyecto para el medio abiótico.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

#### 8.2.2.2.2 Identificación de impactos con proyecto - medio biótico

Para el medio biótico se presentan las actividades generadoras de impactos en la Figura 8.27, en esta se pueden observar tanto los impactos negativos como positivos.

En total se identificó un total de 41 interacciones con las actividades con proyecto, de las cuales 24 son interacciones negativas y, 17 son positivas. En la Tabla 8.30, se pueden ver los impactos identificados y el número de interacciones para cada uno de ellos.

Tabla 8.30 Conteo impactos e interacciones según signo para el medio biótico - con proyecto.

Impactos	No. de interacciones
<b>Negativos (-)</b>	
Pérdida y/o deterioro de las coberturas vegetales	3
Desplazamiento de fauna terrestre	9
Disminución local de las poblaciones de fauna silvestre endémica o con algún grado de amenaza	3
Deterioro de flora acuática	3
Modificación del hábitat acuático natural	4
Alteración de los corredores fluviales	2
<i>Subtotal</i>	24
<b>Positivos (+)</b>	
Mejoramiento o recuperación de las coberturas vegetales	3
Afluencia de fauna terrestre	3
Aumento de las poblaciones de fauna silvestre endémica o con algún grado de amenaza	2
Mejoramiento de flora acuática	3
Recuperación parcial de hábitat acuático	3
Recuperación parcial corredores fluviales	3
<i>Subtotal</i>	17
<b>Total interacciones medio biótico</b>	41

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Según lo anterior, el impacto con mayor número de interacciones negativas es el desplazamiento de fauna terrestre, seguido de la modificación del hábitat acuático natural. Con respecto a los impactos positivos todos los impactos tienen la misma cantidad de interacciones (tres), excepto el aumento de las poblaciones de fauna silvestre endémica o con algún grado de amenaza que tiene 2 interacciones.



Acciones Susceptibles de Producir Afectación (ASPI) →  Factores Ambientales Susceptibles de Recibir Afectación (FARI) ↓			FASES Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO																									IMPACTOS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
			Tr	Es	tu	di	C	o	n	s	t	u	c	c	i	o	n	O	p	er	ac	i	o	n	A	b	a			n																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
			Contratación de bienes y servicios				Levantamiento y consolidación de información				Negociación de predios y servidumbres				Contratación de mano de obra para la fase de construcción				Remoción de vegetación y descapote				Transporte de equipos, personal, maquinaria y materiales de construcción				Rehabilitación y construcción de vías				Instalación y operación de plantas de concreto				Excavación e instalación de la tubería de conducción				Excavación y construcción de ataguía, contraataguía, aúd				Excavación y construcción de desarenadores (+canal de purga), tanque de carga, casa de máquinas, canal de excesos y canal de descarga, talleres y oficinas				Operación de la infraestructura adicional (talleres y oficinas)				Disposición de excedentes de construcción y excavación				Desmantelamiento de instalaciones y montajes temporales, talleres, otros				Adecuación de filtros				Revegetación de áreas intervenidas en la construcción				Contratación de mano de obra para la fase de operación				Operación y mantenimiento de la central				Captación de agua para generación de energía				Conducción de caudal remanente por cauce natural				Descarga de aguas turbinadas				Desmantelamiento y abandono de infraestructura asociada a la operación				Restablecimiento del régimen natural del tramo intervenido				Revegetación de áreas abandonadas																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Biótico	Ecosistemas terrestres	Flora terrestre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Figura 8.27 Matriz de interacciones con proyecto para el medio biótico

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

### 8.2.2.2.3 Identificación de impactos con proyecto - medio socioeconómico

Para el medio socioeconómico se presentan las actividades generadoras de impactos en la Figura 8.28, en esta se pueden observar tanto los impactos negativos como positivos

Asimismo se identificaron un total de 79 interacciones de los FARI con las actividades con proyecto, de las cuales 45 son interacciones negativas y, 34 son positivas.

Las interacciones identificadas se agrupan en 30 impactos ambientales, de los cuales 15 son negativos y 15 son positivos. En la Tabla 8.31, se pueden ver estos impactos identificados y el número de interacciones de cada uno:

Tabla 8.31 Conteo impactos e interacciones según signo para el medio socioeconómico- con proyecto.

Impactos	No. de interacciones
<b>Negativos (-)</b>	
Afluencia de población foránea	2
Afectación de las condiciones de salud de la población	1
Deterioro en la infraestructura vial y la dinámica de conectividad	1
Afectación de tenencia de la tierra/desmejoramiento estructura de la propiedad	1
Afectación a las actividades agropecuarias	6
Afectación de las actividades mineras	2
Afectación de la actividad turística	2
Disminución en la demanda de bienes y servicios	1
Disminución de la población empleada	1
Disminución de ingresos de las entidades públicas (municipios, CARs)	1
Afectación del desarrollo económico	1
Alteración negativa de las prácticas culturales	4
Pérdida del patrimonio arqueológico	5
Surgimiento de expectativas, molestias o conflictos con la comunidad	16
Afectación de las condiciones de seguridad de la población	1
<b>Subtotal</b>	<b>45</b>
<b>Positivos (+)</b>	
Estimulación de la fijación poblacional	1
Mejoramiento en la infraestructura vial y la dinámica de conectividad	1
Potenciación de las actividades agropecuarias	1
Fomento de las actividades mineras	2
Fomento de la actividad turística	3
Incremento en la demanda de bienes y servicios	3
Aumento de la población empleada	3
Incremento de ingresos de las entidades públicas (municipios, CARs)	3
Fomento al desarrollo económico	3
Alteración positiva de las prácticas culturales	3
Aumento de la información territorial y apropiación del territorio y recursos naturales	2
Potenciación de acciones sociales y organizaciones sociales	2
Disminución de expectativas, molestias o conflictos con la comunidad	5

Mejoramiento de las condiciones de seguridad de la población	1
Aumento en la presencia institucional (públicas, privadas, otras)	1
<i>Subtotal</i>	34
<b><i>Total interacciones medio socioeconómico</i></b>	<b>79</b>

Según lo expuesto, el mayor número de interacciones negativas las presenta el impacto surgimiento de expectativas, molestias o conflictos con la comunidad, seguido por la afectación a las actividades agropecuarias. Las interacciones positivas son mayores para el impacto disminución de expectativas, molestias o conflictos con la comunidad.

Acciones Susceptibles de Producir Afectación (ASPI) →  Factores Ambientales Susceptibles de Recibir Afectación (FARI)↓		FASES Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO																								IMPACTOS
		Tr	es	tu	di	C	o	n	s	t	u	c	i	ó	n	O	P	er	ac	i	ó	n	A	b	a	
		Contratación de bienes y servicios	Levantamiento y consolidación de información	Negociación de predios y servidumbres	Contratación de mano de obra para la fase de construcción	Remoción de vegetación y descapote	Transporte de equipos, personal, maquinaria y materiales de construcción	Rehabilitación y construcción de vías	Instalación y operación de plantas de concreto	Excavación e instalación de la tubería de conducción	Excavación y construcción de ataguía, contraataguía, azud	Excavación y construcción de desarenadores (+canal de purga), tanque de carga, casa de máquinas, canal de excesos y canal de descarga, talleres y oficinas	Operación de la infraestructura adicional (talleres y oficinas)	Disposición de excedentes de construcción y excavación	Demantelamiento de instalaciones y montajes temporales, talleres, otros	Adecuación de filtros	Revegetación de áreas intervenidas en la construcción	Contratación de mano de obra para la fase de operación	Operación y mantenimiento de la central	Captación de agua para generación de energía	Conducción de caudal remanente por cauce natural	Descarga de aguas turbidas	Desmantelamiento y abandono de infraestructura asociada a la operación	Restablecimiento del régimen natural del tramo intervenido	Revegetación de áreas abandonadas	
Demográfico	Número, densidad y movilidad poblacional			-														+								Estimulación de la fijación poblacional
	Salud																	-								Afluencia de población foránea
Socio-espacial	Infraestructura vial					-																				Afectación de las condiciones de salud de la población
	Infraestructura de la propiedad								+																	Deterioro en la infraestructura vial y la dinámica de conectividad
Socio-económico	Actividades agropecuarias		-																							Mejoramiento en la infraestructura vial y la dinámica de conectividad
	Actividades mineras		-			-		-	-		-															Afectación de tenencia de la tierra/mejoramiento estructura de la propiedad
	Actividades turísticas										-															Afectación a las actividades agropecuarias
	Actividades comerciales y de servicios	+	+														+									Potenciación de las actividades agropecuarias
	Empleo																									Afectación de las actividades mineras
	Ingresos de entidades públicas																					+		+		Fomento de las actividades mineras
	Desarrollo económico																									Afectación de la actividad turística
																						+	+		+	Fomento de la actividad turística
																								-		Disminución en la demanda de bienes y servicios
																								-		Incremento en la demanda de bienes y servicios
																										Disminución de la población empleada
																										Aumento de la población empleada
																										Disminución de ingresos de las entidades públicas (municipios, CARs)
																										Incremento de ingresos de las entidades públicas (municipios, CARs)
																										Afectación del desarrollo económico
																										Fomento al desarrollo económico

Acciones Susceptibles de Producir Afectación (ASPI) →  Factores Ambientales Susceptibles de Recibir Afectación (FARI) ↓			FASES Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO																				IMPACTOS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
			Tr	Es	tu	di	C										O																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
							Contratación de bienes y servicios	Levantamiento y consolidación de información	Negociación de predios y servidumbres	Contratación de mano de obra para la fase de construcción	Remoción de vegetación y descapote	Transporte de equipos, personal, maquinaria y materiales de construcción	Rehabilitación y construcción de vías	Instalación y operación de plantas de concreto	Excavación e instalación de la tubería de conducción	Excavación y construcción de ataguía, contrataguía, aúd	Excavación y construcción de desarenadores (+canal de purga), tanque de carga, casa de máquinas, canal de excesos y canal de descarga, talleres y oficinas	Operación de la infraestructura adicional (talleres y oficinas)	Disposición de excedentes de construcción y excavación	Desmantelamiento de instalaciones y montajes temporales, talleres, otros	Adecuación de filtros	Revegetación de áreas intervenidas en la construcción		Contratación de mano de obra para la fase de operación	Operación y mantenimiento de la central	Captación de agua para generación de energía	Conducción de caudal remanente por cauce natural	Descarga de aguas turbidas	Demantelamiento y abandono de infraestructura asociada a la operación	Restablecimiento del régimen natural del tramo	Revegetación de áreas abandonadas																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
																																n	o	n	st	ru	cc	ió	n	O	er	ac	ío	n	A	b	a	n																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													

Figura 8.28 Matriz de interacciones con proyecto para el medio socioeconómico.  
Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

### 8.2.2.3 Evaluación de impactos con proyecto: Reporte de resultados

Luego de describir la manifestación de las actividades con proyecto, de identificar las interacciones que estas tienen con los factores ambientales, y como se traducen en impactos de naturaleza positiva o negativa, en esta sección se presentan los resultados de la evaluación de los atributos, que permiten definir la significancia de cada uno de los impactos.

La valoración de cada atributo, por motivos de volumen de información, se puede ver en el Anexo 8.1 de este documento, en la hoja “E\_CP”. La justificación de las calificaciones dadas a cada atributo, correspondientes a la evaluación de cada impacto evaluado se muestra en las fichas de justificación del impacto, de manera específica en el Anexo 8.1 hoja “F”.

A continuación, se presenta el reporte de resultados por relevancia, por medio, por factor, por componente y por actividad generadora.

De forma general son receptores de las afectaciones ambientales que para este escenario surgen, lo comprendido por los medios biótico, abiótico y socioeconómico, siendo esto, los componentes ambientales y factores ambientales.

#### 8.2.2.3.1 Reporte de relevancia de impactos – con proyecto

De los 21 impactos ambientales identificados y evaluados para el medio abiótico, bajo el escenario con proyecto, resultó como impacto importante negativo: la disminución de la disponibilidad de agua en el tramo intervenido. Como moderados negativos se obtuvieron nueve impactos, siendo esta la clasificación predominante. No se evidenció la clasificación de muy relevante negativo. Para los impactos positivos, la mayoría se clasificaron como irrelevantes positivos. Lo mencionado se presenta en la Tabla 8.32.

Tabla 8.32 Relevancia de impactos medio abiótico – con proyecto.

Relevancia	Número de impactos
(+) Irrelevante positivo	6
(+) Moderado positivo	4
(+) Importante positivo	0
(+) Muy relevante positivo	0
<i>Total impactos positivos</i>	10
(-) Irrelevante negativo	1
(-) Moderado negativo	9
(-) Importante negativo	1
(-) Muy relevante negativo	0
<i>Total impactos negativos</i>	11
<b><i>Total de impactos</i></b>	<b>21</b>

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019



De los 12 impactos ambientales identificados y evaluados para el medio biótico, bajo el escenario con proyecto, se encontraron 2 impactos importantes negativos: modificación del hábitat acuático natural y alteración de los corredores fluviales. No se obtuvieron impactos muy relevantes negativos, y la mayoría de impactos se clasificaron como moderados negativos. Con respecto a los impactos positivos, no hubo importantes, ni muy relevantes positivos; la mayor parte resultaron moderados. En la Tabla 8.33, se presenta la clasificación de relevancia de los impactos para este medio.

Tabla 8.33 Relevancia de impactos medio biótico– con proyecto.

Relevancia	Número de impactos
(+) Irrelevante positivo	2
(+) Moderado positivo	4
(+) Importante positivo	0
(+) Muy relevante positivo	0
<i>Total impactos positivos</i>	6
(-) Irrelevante negativo	0
(-) Moderado negativo	4
(-) Importante negativo	2
(-) Muy relevante negativo	0
<i>Total impactos negativos</i>	6
<b><i>Total de impactos</i></b>	12

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

De los 30 impactos ambientales identificados y evaluados para el medio socioeconómico, bajo el escenario con proyecto, la mayoría se clasificaron como moderados negativos (11) y solo dos resultaron irrelevantes negativos. Se encontraron 2 impactos negativos importantes: Afectación de la actividad turística, surgimiento de expectativas, molestias o conflictos con la comunidad y Afluencia de población foránea y sus consecuentes procesos de aculturación. Con respecto a los impactos positivos se identificaron 2: el aumento de la población empleada y el fomento al desarrollo económico. En la Tabla 8.34, se presenta la clasificación de relevancia de los impactos para este medio.

Tabla 8.34 Relevancia de impactos medio socioeconómico– con proyecto.

Relevancia	Número de impactos
(+) Irrelevante positivo	0
(+) Moderado positivo	13
(+) Importante positivo	2
(+) Muy relevante positivo	0
<i>Total impactos positivos</i>	15
(-) Irrelevante negativo	2
(-) Moderado negativo	11
(-) Importante negativo	2
(-) Muy relevante negativo	0
<i>Total impactos negativos</i>	15
<b><i>Total de impactos</i></b>	30

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

### 8.2.2.3.2 Priorización de impactos – con proyecto

Para el medio abiótico, se tuvo una calificación final de -141 unidades, resultantes de la suma del impacto total negativo (-433 unidades) y el impacto total positivo (292 unidades). En la Tabla 8.35, se presenta la priorización (organización por orden de importancia de mayor a menor, de los impactos positivos y negativos).

Tabla 8.35 Priorización de impactos medio abiótico– con proyecto.

Impacto	Valor total de evaluación	Relevancia
<b>Negativos</b>		
Disminución de la disponibilidad de agua en el tramo intervenido	-66	(-) Importante negativo
Perturbación de la dinámica fluvial	-48	(-) Moderado negativo
Alteración de las propiedades del suelo	-42	(-) Moderado negativo
Cambio negativo en el uso del suelo	-42	(-) Moderado negativo
Deterioro de la calidad paisajística	-39	(-) Moderado negativo
Aparición y/o aceleración de procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa	-38	(-) Moderado negativo
Disminución de disponibilidad de materiales pétreos	-38	(-) Moderado negativo
Alteración de las características fisicoquímicas y biológicas del agua	-38	(-) Moderado negativo
Alteración de la calidad del aire por aumento de emisión de gases contaminantes y/o material particulado	-32	(-) Moderado negativo
Aumento en los niveles de ruido	-27	(-) Moderado negativo
Disminución del nivel freático	-23	(-) Irrelevante negativo
Subtotal	-433	
<b>Positivos</b>		
Aumento de la disponibilidad de agua en el tramo intervenido	44	(+) Moderado positivo
Mejoramiento de la dinámica fluvial	43	(+) Moderado positivo
Mejoramiento de la calidad paisajística	34	(+) Moderado positivo
Cambio positivo en el uso del suelo	30	(+) Moderado positivo
Alteración a la calidad del aire por disminución de emisión de gases contaminantes y/o material particulado	25	(+) Irrelevante positivo
Mejoramiento de las características fisicoquímicas y biológicas del agua	25	(+) Irrelevante positivo
Mejoramiento de las propiedades del suelo	24	(+) Irrelevante positivo
Aumento del nivel freático	24	(+) Irrelevante positivo
Desaceleración de procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa	23	(+) Irrelevante positivo
Disminución en los niveles de ruido	20	(+) Irrelevante positivo
Subtotal	292	
<b>Impacto total medio abiótico</b>	<b>-141</b>	

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Como el resultado para impactos negativos obtenido para el medio abiótico fue de -433, el proyecto PCH Pantágoras Antioquia, generará un moderado impacto. Esto debido a que se identificaron 11 impactos de carácter negativo y cada impacto pudo tener una

valoración máxima de -100 unidades aplicando la ecuación de la importancia del impacto ambiental. Teniendo entonces que el impacto total negativo pudo ser de máximo -1100 unidades (resultantes de multiplicar los 11 impactos identificados con el valor máximo posible para cada uno), se estableció el siguiente rango de clasificación (Tabla 8.36):

Tabla 8.36 Clasificación del impacto del medio abiótico- con proyecto.

Clasificación de impacto medio abiótico	
No. impactos negativos identificados	11
Puntaje máximo por impacto	-100
Valor mínimo posible	-100
Valor máximo posible	-1100
Impacto bajo	
-100	-367
Impacto medio	
-367	-733
Impacto alto	
-733	-1100

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Para el medio biótico, se tuvo una calificación final de -96 unidades, resultantes de la suma del impacto total negativo (-277 unidades) y el impacto total positivo (181 unidades). En la Tabla 8.37 se presenta la priorización (organización por orden de importancia de mayor a menor, de los impactos positivos y negativos).

Tabla 8.37 Priorización de impactos medio biótico– con proyecto.

Impacto	Valor total de evaluación	Relevancia
<b>Negativos</b>		
Alteración de los corredores fluviales	-68	(-) Importante negativo
Modificación del hábitat acuático natural	-57	(-) Importante negativo
Deterioro de flora acuática	-35	(-) Moderado negativo
Pérdida y/o deterioro de las coberturas vegetales	-45	(-) Moderado negativo
Disminución local de las poblaciones de fauna silvestre endémica o con algún grado de amenaza	-39	(-) Moderado negativo
Desplazamiento de fauna terrestre	-33	(-) Moderado negativo
Subtotal	-277	
<b>Positivos</b>		
Mejoramiento o recuperación de las coberturas vegetales	36	(+) Moderado positivo
Recuperación parcial corredores fluviales	36	(+) Moderado positivo
Recuperación parcial de hábitat acuático	31	(+) Moderado positivo
Mejoramiento de flora acuática	35	(+) Moderado positivo
Afluencia de fauna terrestre	23	(+) Irrelevante positivo
Aumento de las poblaciones de fauna silvestre endémica o con algún grado de amenaza	20	(+) Irrelevante positivo
Subtotal	181	
<b>Impacto total medio biótico</b>	<b>-96</b>	

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

El resultado obtenido para el medio biótico indica que con proyecto PCH Pantágoras Antioquia, se generará un impacto medio, dado a que se identificaron 6 impactos de carácter negativo y cada impacto pudo tener una valoración máxima de -100 unidades aplicando la ecuación de la importancia ambiental. Teniendo entonces que el impacto negativo fue de -284 y que el impacto total negativo pudo ser de máximo -600 unidades (resultantes de multiplicar los 6 impactos identificados con el valor máximo posible para cada uno), se estableció el siguiente rango de clasificación (Tabla 8.38):

Tabla 8.38 Clasificación del impacto del medio biótico- con proyecto.

Clasificación de impacto medio biótico	
No. impactos negativos identificados	6
Puntaje máximo por impacto	-100
Valor mínimo posible	-100
Valor máximo posible	-600
Impacto bajo	
-100	-200
Impacto medio	
-200	-400
Impacto alto	
-400	-600

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Para el medio socioeconómico, se tuvo una calificación final de 27 unidades, resultantes de la suma del impacto total negativo (-525 unidades) y el impacto total positivo (552 unidades). En la Tabla 8.39 se presenta la priorización (organización por orden de importancia de mayor a menor, de los impactos positivos y negativos).

Tabla 8.39 Priorización de impactos medio socioeconómico– con proyecto.

Impacto	Valor total de evaluación	Relevancia
<b>Negativos</b>		
Surgimiento de expectativas, molestias o conflictos con la comunidad	-57	(-) Importante negativo
Afluencia de población foránea y sus consecuentes procesos de aculturación	-56	(-) Importante negativo
Afectación de la actividad turística	-43	(-) Importante negativo
Afectación de las actividades mineras	-40	(-) Moderado negativo
Afectación de tenencia de la tierra/desmejoramiento estructura de la propiedad	-36	(-) Moderado negativo
Alteración negativa de las prácticas culturales	-35	(-) Moderado negativo
Afectación de las condiciones de seguridad de la población	-34	(-) Moderado negativo
Afectación del desarrollo económico	-33	(-) Moderado negativo
Deterioro en la infraestructura vial y la dinámica de conectividad	-32	(-) Moderado negativo
Afectación a las actividades agropecuarias	-31	(-) Moderado negativo
Pérdida del patrimonio arqueológico	-31	(-) Moderado negativo
Afectación de las condiciones de salud de la población	-25	(-) Moderado negativo

Impacto	Valor total de evaluación	Relevancia
Disminución en la demanda de bienes y servicios	-29	(-) Moderado negativo
Disminución de ingresos de las entidades públicas (municipios, CARs)	-21	(-) Irrelevante negativo
Disminución de la población empleada	-16	(-) Irrelevante negativo
<b>Subtotal</b>	<b>-519</b>	
<b>Positivos</b>		
Aumento de la población empleada	58	(+) Importante positivo
Fomento al desarrollo económico	58	(+) Importante positivo
Incremento de ingresos de las (municipios, CARs)	50	(+) Moderado positivo
Incremento en la demanda de bienes y servicios	47	(+) Moderado positivo
Aumento de la información territorial y apropiación del territorio y recursos naturales	38	(+) Moderado positivo
Fomento de las actividades mineras	37	(+) Moderado positivo
Mejoramiento de las condiciones de seguridad de la población	35	(+) Moderado positivo
Aumento en la presencia institucional (públicas, privadas, otras)	35	(+) Moderado positivo
Estimulación de la fijación poblacional	34	(+) Moderado positivo
Fomento de la actividad turística	32	(+) Moderado positivo
Potenciación de acciones sociales y organizaciones sociales	27	(+) Moderado positivo
Disminución de expectativas, molestias o conflictos con la comunidad	27	(+) Moderado positivo
Mejoramiento en la infraestructura vial y la dinámica de conectividad	26	(+) Moderado positivo
Alteración positiva de las prácticas culturales	26	(+) Moderado positivo
Potenciación de las actividades agropecuarias	22	(+) Irrelevante positivo
<b>Subtotal</b>	<b>556</b>	
<b>Impacto total medio socioeconómico</b>	<b>37</b>	

El resultado obtenido para el medio socioeconómico indica que, con proyecto, se generará un mediano impacto negativo (-519), porque se identificaron 15 impactos de carácter negativo y cada impacto pudo tener una valoración máxima de -100 unidades aplicando la ecuación de la importancia del impacto ambiental. Teniendo entonces que el impacto total negativo pudo ser de máximo -1500 unidades (resultantes de multiplicar los 15 impactos identificados con el valor máximo posible para cada uno), se estableció el siguiente rango de clasificación (Tabla 8.40):

Tabla 8.40 Clasificación del impacto del medio socioeconómico- con proyecto.

Clasificación de impacto medio socioeconómico	
No. impactos negativos identificados	16
Puntaje máximo por impacto	-100
Valor mínimo posible	-100
Valor máximo posible	-1500
Impacto bajo	
-100	-500
Impacto medio	

Clasificación de impacto medio socioeconómico	
-500	-1000
Impacto alto	
-1000	-1500

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

#### 8.2.2.3.2.1 Definición de impactos significativos

Los impactos identificados y posteriormente evaluados se definen como significativos de acuerdo con su importancia o relevancia, los cuales reciben los mayores valores evaluados, y que son clasificados como moderados negativos e importantes negativos, con calificaciones **entre menores o iguales a -45**, aplica también para las afectaciones positivas como los impactos importantes positivos con una calificación **mayor o igual a 45**. El resultado de su importancia o relevancia, se puede relacionar con la valoración de los atributos, en donde se ha calificado con fuerza atributos como: intensidad, extensión y momento.

Es de resaltar que los impactos significativos se pueden interpretar como afectaciones complejas, a los cuales corresponden medidas de manejo de compensación y corrección, y en el caso de los impactos positivos se pueden potencializar. Por tanto, tienen la capacidad de propiciar acumulación, sinergia y residualidad. De acuerdo con lo anterior, son afectaciones con un grado de priorización mayor a la hora de darles manejo y que por su relevancia se les debe valorar económicamente.

De acuerdo con la definición anterior, para la PCH Pantágoras Antioquia se encontraron 7 impactos significativos negativos, 2 para el medio abiótico, 3 para el biótico, y 2 para el socioeconómico, y se encontraron 4 impactos positivos significativos, todos estos últimos para el medio socioeconómico.

Medio Abiótico	Disminución de la disponibilidad de agua en el tramo intervenido	-66	(-) Importante negativo
	Perturbación de la dinámica fluvial	-48	(-) Moderado negativo
Medio Biótico	Pérdida y/o deterioro de las coberturas vegetales	-45	(-) Moderado negativo
	Modificación del hábitat acuático natural	-57	(-) Importante negativo
Medio Socioeconómico	Alteración de los corredores fluviales	-68	(-) Importante negativo
	Afluencia de población foránea y sus consecuentes procesos de aculturación	-56	(-) Importante negativo
	Incremento en la demanda de bienes y servicios	47	(+) Moderado positivo
	Aumento de la población empleada	58	(+) Importante positivo
	Incremento de ingresos de las entidades públicas (municipios, CARs)	50	(+) Moderado positivo
	Fomento al desarrollo económico	58	(+) Importante positivo
	Surgimiento de expectativas, molestias o conflictos con la comunidad	-57	(-) Importante negativo

Figura 8.29 Impactos significativos con proyecto.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Los impactos significativos para el proyecto Pantágoras Antioquia, se describen a continuación:

#### Componente Abiótico:



- **Disminución de la disponibilidad de agua en el tramo intervenido (-66):** Este impacto se manifiesta en gran medida, debido a la captación del recurso hídrico para la generación de energía eléctrica. El agua es conducida por una conducción de casi 5 km, para ser devuelta al cauce del río.

A los criterios de calificación de la importancia de este impacto, que mayor peso se les dio fue a la intensidad (muy alta) y la recuperabilidad, ya que el caudal de diseño es alto y es irre recuperable de la cantidad de agua en el tramo que se interviene el río. La extensión cubre una parte del cauce principal del río, por tanto, se calificó como parcial crítico, el momento es inmediato, ya que la cantidad del recurso se ve reducida por la operación de la PCH. Con respecto a la persistencia se calificó como permanente, ya que la vida útil de la PCH es de 50 años, para la reversibilidad se tuvo en cuenta los tributarios que hay en el tramo, siendo ésta a largo plazo. Este impacto se consideró no sinérgico, debido a que la disponibilidad de agua responde a una cantidad fija que no es sinérgica. Por otro lado, el impacto no es acumulativo, ya que el agua es devuelta en su totalidad; de efecto directo; y ocurre de manera continua, ya que la captación para la generación es permanente.

- **Perturbación de la dinámica fluvial (-48):** La actividad que mayor más contribuye a este impacto es también la captación de agua para generación de energía, ya que la dinámica fluvial depende, entre otras cosas, de la cantidad de agua disponible.

Por lo anterior, el presente impacto se valoró con una intensidad alta. La extensión cubre el cauce principal del río, por tanto, se calificó como parcial crítico, el momento es a mediano plazo, debido a que la dinámica cambia paulatinamente. Con respecto a la persistencia se calificó como permanente, ya que la disminución del agua se genera todo el tiempo; para la reversibilidad se tuvo en cuenta que la dinámica se ve afectada especialmente por la cantidad de agua, siendo ésta a largo plazo. Este impacto se consideró de sinergia simple. Por otro lado, el impacto no es acumulativo; de efecto directo; ocurre de manera continua; y se pueden tomar medidas que mitiguen el impacto.

#### **Componente Biótico:**

- **Pérdida y/o deterioro de las coberturas vegetales (-45):** Este impacto se genera debido al emplazamiento de las obras del proyecto, puesto que se debe realizar el aprovechamiento (tala) de coberturas vegetales. Se asume dicho impacto con una calificación que lo sitúa en un impacto significativo puesto que está sujeto a la implementación del plan de compensación por pérdida de la biodiversidad.

- **Deterioro de flora acuática (-45):** Este impacto también se genera en mayor parte debido a la reducción del caudal del río Cocorná, lo cual afecta directamente las condiciones del ambiente donde vive la flora acuática.

Debido a lo anterior, la intensidad dada a este impacto es alta. La aparición de este impacto se extiende por el río Cocorná, por tanto se calificó como extenso, el momento es

inmediato, ya que las condiciones para la flora sufren cambios apenas se dan las actividades generadoras del impacto. Con respecto a la persistencia se calificó como temporal, ya que puede durar de uno a diez años; para la reversibilidad se tomó en cuenta que hay lugares donde el daño es irreversible. Este impacto se consideró de sinergia moderada. Por otro lado, el impacto es acumulativo; de efecto directo; puede ocurrir de manera irregular; y es pueden aplicarse medidas de mitigación o compensación.

- **Modificación del hábitat acuático natural (-57):** Este impacto también es generado principalmente la construcción del azud y la captación de agua para generar energía. Igualmente, a los criterios de calificación de la importancia de este impacto, que mayor peso se les dio fue a la intensidad (alta) y la recuperabilidad, ya que la magnitud del impacto es considerable y son irre recuperable los hábitats. La extensión cubre una parte del cauce principal del río, por tanto, se calificó como parcial crítico, el momento es inmediato, ya que se genera en cuanto ocurren las actividades que lo generan. Con respecto a la persistencia se calificó como permanente, ya que la vida útil de la central es por más de 10 años, para la reversibilidad se tuvo la vida útil del proyecto, siendo ésta a largo plazo. Este impacto se consideró con sinergia alta, que ya el impacto puede ser potenciado por las relaciones de las distintas actividades que lo generan. Por otro lado, el impacto es acumulativo; de efecto directo; y puede ocurrir de manera irregular.

- **Alteración de los corredores fluviales (-68):** Debido a la construcción del azud, se forma una barrera para el transporte de materia y energía, por lo que los corredores fluviales se ven altamente impactados.

A los criterios de calificación de la importancia de este impacto, que mayor peso se les dio fue a la intensidad (muy alta) y la recuperabilidad, ya que la magnitud del impacto es considerable y son irre recuperable los corredores, debido a la barrera que implica el azud para la materia y la energía. La extensión cubre todo el cauce principal del río, por tanto, se calificó como extenso, el momento es inmediato, ya que la interrupción de los corredores se genera en cuanto se construye el azud. Con respecto a la persistencia se calificó como permanente, ya que la vida útil de la PCH es por 50 años, para la reversibilidad se tuvo en cuenta que el azud no se desmantela, siendo ésta a largo plazo. Este impacto se consideró con mucha sinergia, ya que se puede ver potenciado por todas las actividades que lo generan. Por otro lado, el impacto es acumulativo; de efecto directo; y ocurre de manera continua.

### **Componente Socioeconómico**

- **Surgimiento de expectativas, molestias o conflictos con la comunidad (-57):** Debido a las experiencias previas que ha tenido a comunidad, este impacto tiene una intensidad muy alta. La extensión toma gran parte del territorio, por lo que se clasificó como extenso, el momento del impacto es inmediato, debido a que desde los estudios del proyecto ya se han generado expectativas; la persistencia es temporal, ya que puede durar entre uno y diez años, la reversibilidad es a mediano plazo. Existe sinergia muy alta y

acumulación, el impacto es directo, continuo y la recuperabilidad puede ser inmediata implementando unos adecuados procesos de participación comunitaria.

• **Afluencia de población foránea y sus consecuentes procesos de aculturación (-56):** Debido a proyectos que se han dado en la zona, la población en distintos escenarios manifestó que fuertes procesos de aculturación, debido a la llegada de población foránea se pueden manifestar por la construcción de este tipo de proyectos. Debido a lo anterior, la intensidad del impacto se calificó como muy alta y se puede presentar puntualmente, pero en sitios críticos. Los efectos se presentan a mediano plazo, ya que estos procesos pueden tomar más de un año en presentarse, y pueden dejar efectos por más de diez años. Para recuperar las condiciones iniciales, pueden pasar más de 5 años y este efecto puede ser sinérgico y potenciarse. Además, puede ser acumulativo, indirecto ya que es una consecuencia de la llegada de la población foránea, se puede presentar de manera irregular y puede mitigarse con medidas de manejo.

#### 8.2.2.3.3 Reporte de impactos por factor ambiental – con proyecto

Para el medio abiótico, los factores ambientales a afectar con mayor intensidad son la cantidad de agua, la dinámica fluvial, las propiedades del suelo y usos del suelo, como se puede ver en la Figura 8.30

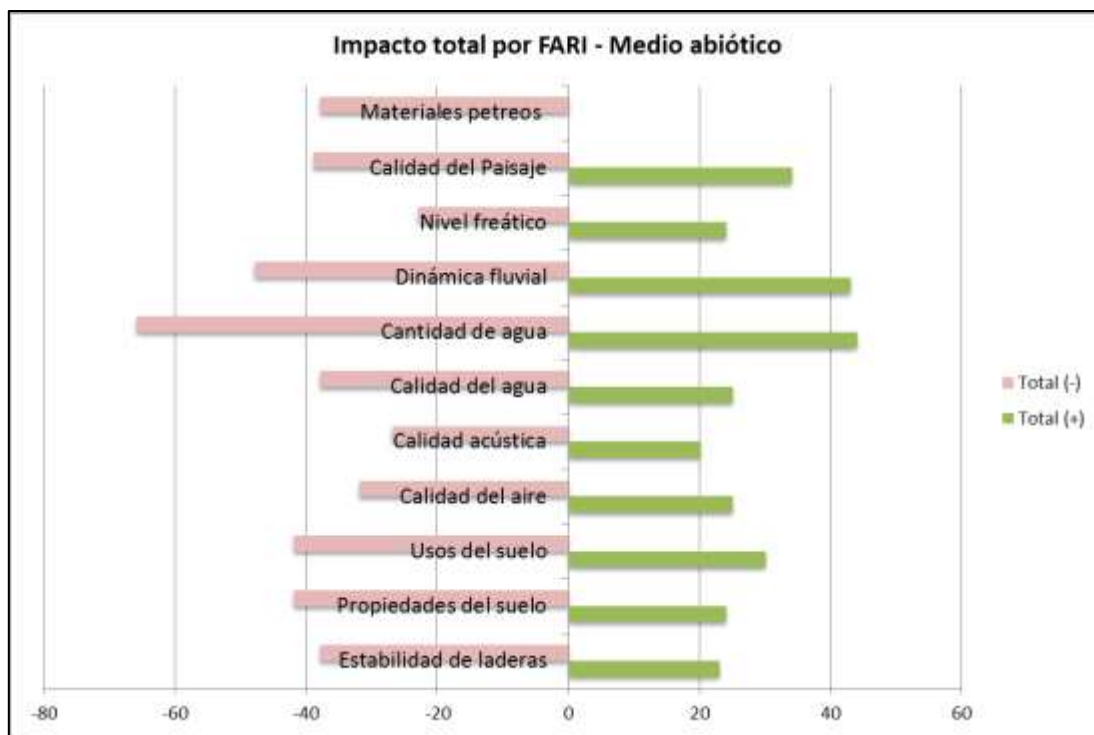


Figura 8.30 Impacto total por factor medio abiótico – con proyecto.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Para el medio biótico, los factores ambientales a afectar con mayor intensidad son los corredores fluviales y la fauna acuática, de manera positiva el factor con mayor afectación es la flora terrestre, como se puede ver en la Figura 8.31

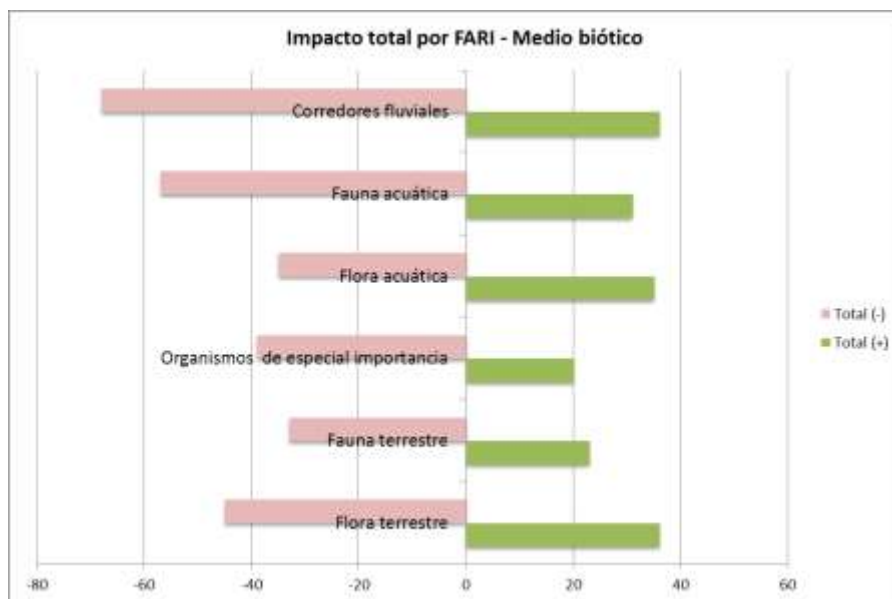


Figura 8.31 Impacto total por factor medio biótico – con proyecto.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Finalmente, para el medio socioeconómico, el factor ambiental a afectar con mayor intensidad es las molestias y conflictos sociales, seguido de las actividades turísticas. De manera positiva se impacta en mayor medida el factor actores sociales, el empleo y el desarrollo económico, como se puede ver en la Figura 8.32.

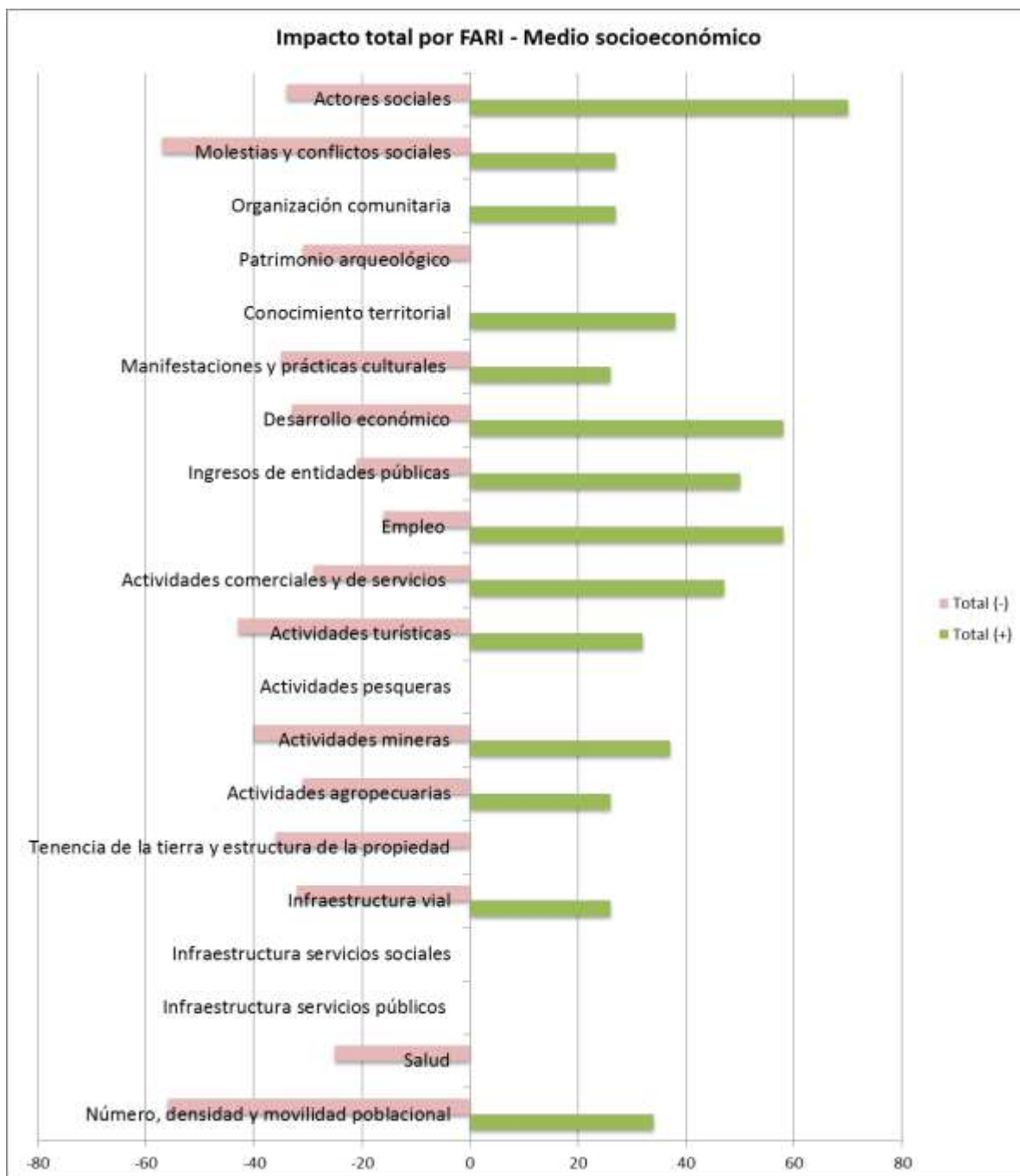


Figura 8.32 Impacto total por factor medio socioeconómico– con proyecto.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

#### 8.2.2.3.4 Reporte de impactos por componente ambiental – con proyecto

Continuando con el análisis de los resultados obtenidos en la evaluación de impactos ambientales para el proyecto PCH Pantágoras Antioquia, como se puede ver en la Figura 8.33, los componentes del ambiente, que se prevén mayormente afectados son el socioeconómico, los ecosistemas acuáticos y el recurso hídrico. Sin embargo, se presenta

una afectación positiva importante, para el componente socioeconómico y sociopolítico de las localidades del área de influencia del proyecto hidroeléctrico.

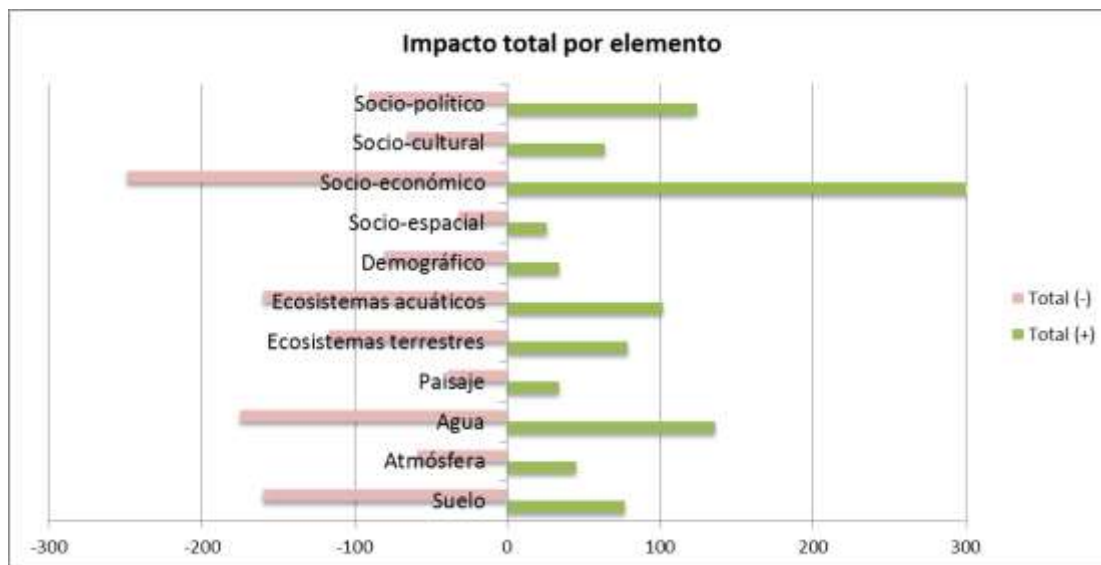


Figura 8.33 Impacto total componente– con proyecto.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

#### 8.2.2.3.5 Reporte de impactos por actividad generadora – con proyecto

En la Figura 8.34 y en la Tabla 8.41, se muestra como la actividad generadora con mayor influencia negativa la excavación y construcción de ataguía, contraataguía, azud; seguida de captación de agua para generación de energía. Sin embargo, también existe una influencia positiva por acción del restablecimiento del régimen natural del tramo intervenido y la revegetación de áreas intervenidas en la construcción.



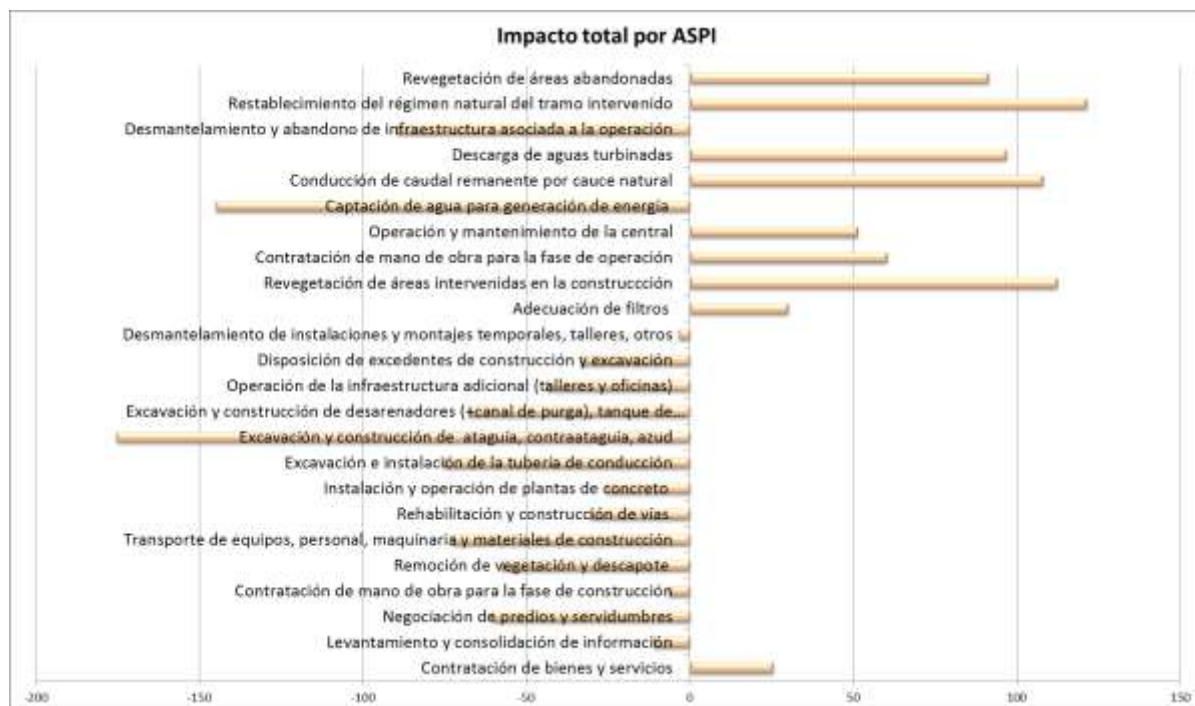


Figura 8.34 Impacto total por actividad generadora.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Tabla 8.41 Impacto total por ASPI- con proyecto.

Actividad	Valor
Contratación de bienes y servicios	26
Levantamiento y consolidación de información	-10
Negociación de predios y servidumbres	-60
Contratación de mano de obra para la fase de construcción	-6
Remoción de vegetación y descapote	-57
Transporte de equipos, personal, maquinaria y materiales de construcción	-73
Rehabilitación y construcción de vías	-31
Instalación y operación de plantas de concreto	-25
Excavación e instalación de la tubería de conducción	-75
Excavación y construcción de ataguía, contraataguía, azud	-175
Excavación y construcción de desarenadores (+canal de purga), tanque de carga, casa de máquinas, canal de excesos y canal de descarga, talleres y oficinas	-68
Operación de la infraestructura adicional (talleres y oficinas)	-44
Disposición de excedentes de construcción y excavación	-33
Desmantelamiento de instalaciones y montajes temporales, talleres, otros	-3
Adecuación de filtros	30
Revegetación de áreas intervenidas en la construcción	112
Contratación de mano de obra para la fase de operación	60
Operación y mantenimiento de la central	51
Captación de agua para generación de energía	-145
Conducción de caudal remanente por cauce natural	108

Actividad	Valor
Descarga de aguas turbinadas	97
Desmantelamiento y abandono de infraestructura asociada a la operación	-90
Restablecimiento del régimen natural del tramo intervenido	121
Revegetación de áreas abandonadas	91
<b>Total</b>	<b>-200</b>

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

#### 8.2.2.3.6 Reporte del impacto total- con proyecto

En la Figura 8.35 y en la Tabla 8.42, se presenta el impacto total por fase del proyecto, en donde en orden de afectación de mayor a menor se tiene la construcción y estudios. Es de indicar que las fases de actividades transversales, operación y abandono, al tener un impacto total positivo, evidencian una compensación de los impactos negativos con los positivos resultantes.



Figura 8.35 Impacto total por fase del proyecto PCH Pantágoras Antioquia.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Tabla 8.42 Impacto total por fase del proyecto PCH Pantágoras Antioquia.

Fase	Impacto total
Transversal	26
Estudios	-72
Construcción	-388
Operación	22
Abandono	213
<b>Total</b>	<b>-200</b>

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

El impacto total causado por el proyecto, después de realizar un balance de impactos positivos y negativos, afecta en mayor medida al medio abiótico (-141), luego al medio biótico (-96), el medio socioeconómico presenta un impacto positivo (37), tal como lo muestra la Figura 8.36y la Tabla 8.43. Para todos los medios que el proyecto produce un impacto bajo.

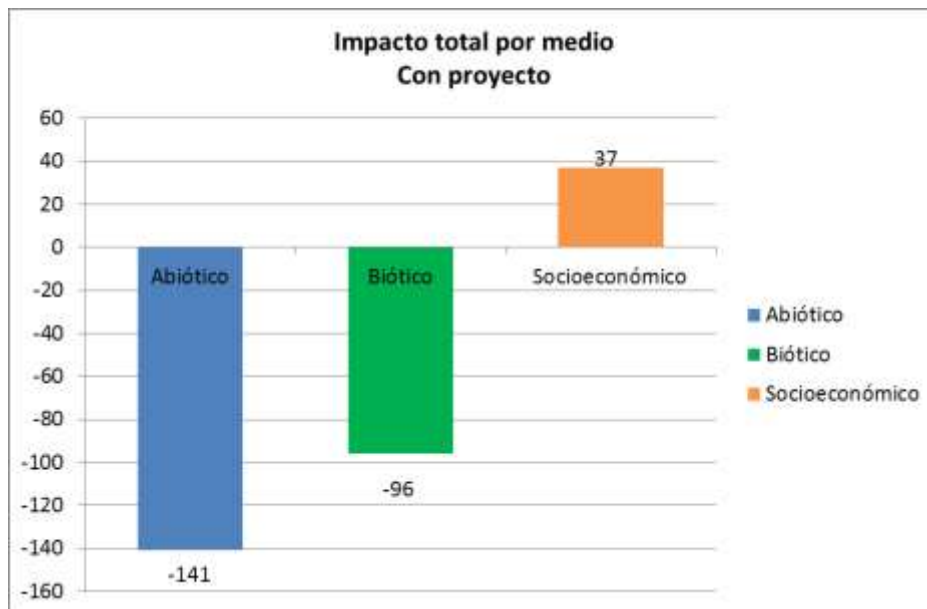


Figura 8.36 Impacto total por medio – con proyecto.  
Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Tabla 8.43 Impacto total por medio- con proyecto.

Medio	Valor
Abiótico	-141
Biótico	-96
Socioeconómico	37
<b>Total</b>	-200

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

De forma general, la relevancia total de los impactos susceptibles a producirse por parte del proyecto PCH Pantágoras Antioquia, se presenta en la Figura 8.37 y en la Tabla 8.44, en donde la relevancia negativa predominante corresponde a moderado negativo, seguido por importante negativo, y por último irrelevante negativo. Con respecto a los impactos positivos se presenta la misma tendencia.

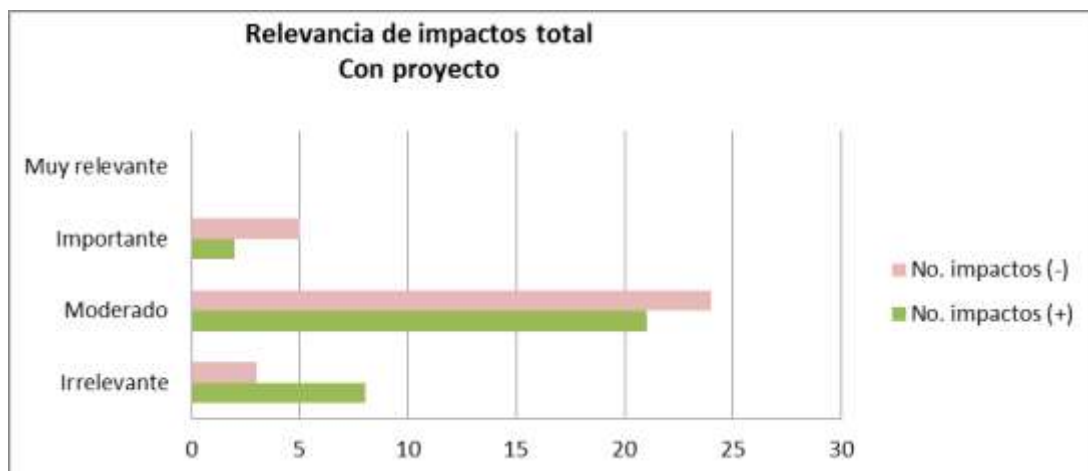


Figura 8.37 Relevancia de los impactos totales- con proyecto.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Tabla 8.44 Relevancia total de los impactos- con proyecto.

Relevancia	Numero de impactos
(+) Irrelevante positivo	8
(+) Moderado positivo	21
(+) Importante positivo	2
(+) Muy relevante positivo	0
<b>Total impactos positivos</b>	<b>31</b>
(-) Irrelevante negativo	3
(-) Moderado negativo	24
(-) Importante negativo	5
(-) Muy relevante negativo	0
<b>Total impactos negativos</b>	<b>32</b>
<b>Total de impactos</b>	<b>63</b>

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

### 8.2.3 Conclusiones de la identificación y evaluación de impactos

Luego de identificar y evaluar los impactos ocasionados sin y con proyecto, en esta sección se presenta el análisis de tendencias, la síntesis de los impactos que resultaron significativos, las recomendaciones para la zonificación de manejo ambiental y, para la definición de los planes de manejo ambiental.

#### 8.2.3.1 Análisis de tendencias

El presente análisis de tendencias consistió en comparar el valor total de cada impacto positivo/negativo causado sin y con proyecto en dos casos. Para el caso de los impactos negativos (ver Tabla 8.45) se tuvo en cuenta el aumento o mantenimiento del impacto, así mismo para el caso de los impactos positivos (ver Tabla 8.46) la potenciación o mantenimiento de los mismos, como se verá a continuación.

En referencia a los impactos negativos, se pudo identificar que con la presencia del proyecto es posible que aumente la manifestación de 20 impactos, debido a que el total o magnitud de los mismos bajo el escenario con proyecto, es mayor que con el escenario sin proyecto. Además, resulta que la magnitud de 17 impactos se reduce, y de dos impactos se mantiene igual.

De los 20 impactos, se resalta el aumento de la afectación para los siguientes: afluencia de población foránea y sus consecuentes procesos de aculturación (en mayor medida en la etapa de construcción por la contratación de mano de obra) y el deterioro de la flora acuática (véase Tabla 8.45).

Con respecto a los impactos positivos, se pudo identificar que, con la presencia del proyecto, 28 impactos se potencializan y siete reducen su beneficio (véase Tabla 8.46).

De las afectaciones que se potencializan se destacan: aumento de la población empleada, incremento en la demanda de bienes y servicios, y estimulación de la fijación de la población.

Tabla 8.45 Análisis de tendencias desfavorables.

Medio	Impacto negativo	Valor sin proyecto	Valor con proyecto	Tendencia
Abiótico	Aparición y/o aceleración de procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa	-27	-38	Aumenta perjuicio
	Alteración de las propiedades del suelo	-37	-42	Aumenta perjuicio
	Disminución de disponibilidad de materiales pétreos	-32	-38	Aumenta perjuicio
	Cambio negativo en el uso del suelo	-43	-42	Se reduce perjuicio
	Alteración de la calidad del aire por aumento de emisión de gases contaminantes y/o material particulado	-23	-32	Aumenta perjuicio
	Aumento en los niveles de ruido	-20	-27	Aumenta perjuicio
	Alteración de las características fisicoquímicas y biológicas del agua	-35	-38	Aumenta perjuicio
	Disminución de la disponibilidad de agua en el tramo intervenido	-13	-66	Aumenta perjuicio
	Perturbación de la dinámica fluvial	-42	-48	Aumenta perjuicio
	Disminución del nivel freático	-22	-23	Aumenta perjuicio
	Deterioro de la calidad paisajística	-37	-39	Aumenta perjuicio
	Pérdida y/o deterioro de las coberturas vegetales	-34	-45	Aumenta perjuicio
Biótico	Desplazamiento de fauna terrestre	-31	-33	Aumenta perjuicio
	Disminución local de las poblaciones de fauna silvestre endémica o con algún grado de amenaza	-28	-39	Aumenta perjuicio
	Deterioro de flora acuática	-29	-35	Aumenta perjuicio
	Modificación del hábitat acuático natural	-53	-57	Aumenta perjuicio
	Alteración de los corredores fluviales	-66	-68	Aumenta perjuicio
	Afluencia de población foránea y sus consecuentes procesos de aculturación	-38	-56	Aumenta perjuicio
Socioeconómico	Afectación de las condiciones de salud de la población	-24	-25	Aumenta perjuicio
	Disminución en la calidad/cobertura de servicios públicos	-20	0	Se reduce perjuicio
	Deterioro de la infraestructura de servicios sociales	-19	0	Se reduce perjuicio
	Deterioro en la infraestructura vial y la dinámica de conectividad	-31	-32	Aumenta perjuicio
	Afectación de tenencia de la tierra/desmejoramiento estructura de la propiedad	-27	-36	Aumenta perjuicio
	Afectación a las actividades agropecuarias	-24	-31	Aumenta perjuicio
	Afectación de las actividades mineras	-37	-40	Aumenta perjuicio
	Afectación de la actividad turística	-37	-43	Aumenta perjuicio
	Disminución en la demanda de bienes y servicios	-25	-29	Aumenta perjuicio

Medio	Impacto negativo	Valor sin proyecto	Valor con proyecto	Tendencia
	Disminución de la población empleada	-16	-16	Se mantiene el perjuicio
	Disminución de ingresos de las entidades públicas (municipios, CARs)	0	-21	Aumenta perjuicio
	Afectación del desarrollo económico	-27	-33	Aumenta perjuicio
	Alteración negativa de las prácticas culturales	-33	-35	Aumenta perjuicio
	Disminución de la información territorial y apropiación del territorio y recursos naturales	-30	0	Se reduce perjuicio
	Pérdida del patrimonio arqueológico	-30	-31	Aumenta perjuicio
	Limitación de acciones colectivas y organizaciones sociales	-41	0	Se reduce perjuicio
	Surgimiento de expectativas, molestias o conflictos con la comunidad	-55	-57	Aumenta perjuicio
	Afectación de las condiciones de seguridad de la población	-30	-34	Se reduce perjuicio
	Disminución en la presencia institucional (públicas, privadas, otras)	-35	0	Se reduce perjuicio
No. impactos negativos que incrementan →				30

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Tabla 8.46 Análisis de tendencias favorables.

Medio	Impacto positivo	Valor sin proyecto	Valor con proyecto	Tendencia
Abiótico	Desaceleración de procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa	19	23	Aumenta beneficio
	Mejoramiento de las propiedades del suelo	17	24	Aumenta beneficio
	Cambio positivo en el uso del suelo	26	30	Aumenta beneficio
	Alteración a la calidad del aire por disminución de emisión de gases contaminantes y/o material particulado	16	25	Aumenta beneficio
	Disminución en los niveles de ruido	16	20	Aumenta beneficio
	Mejoramiento de las características fisicoquímicas y biológicas del agua	27	25	Se reduce beneficio
	Aumento de la disponibilidad de agua en el tramo intervenido	23	44	Aumenta beneficio
	Mejoramiento de la dinámica fluvial	0	43	Aumenta beneficio
	Aumento del nivel freático	21	24	Aumenta beneficio
	Mejoramiento de la calidad paisajística	0	34	Aumenta beneficio
Biótico	Mejoramiento o recuperación de las coberturas vegetales	20	36	Aumenta beneficio
	Afluencia de fauna terrestre	18	23	Aumenta beneficio



Socioeconómico	Aumento de las poblaciones de fauna silvestre endémica o con algún grado de amenaza	0	20	Aumenta beneficio
	Mejoramiento de flora acuática	33	35	Aumenta beneficio
	Recuperación parcial de hábitat acuático	18	31	Aumenta beneficio
	Recuperación parcial corredores fluviales	18	36	Aumenta beneficio
	Estimulación de la fijación poblacional	0	34	Aumenta beneficio
	Mejoramiento de las condiciones de salud de la población	24	0	Se reduce beneficio
	Incremento en la calidad/cobertura de servicios públicos	17	0	Se reduce beneficio
	Mejoramiento en la calidad/cobertura de servicios sociales	17	0	Se reduce beneficio
	Mejoramiento en la infraestructura vial y la dinámica de conectividad	23	26	Aumenta beneficio
	Mejoramiento de tenencia de la tierra/mejoramiento de estructura de la propiedad	18	0	Se reduce beneficio
	Potenciación de las actividades agropecuarias	26	26	Se mantiene el beneficio
	Fomento de las actividades mineras	0	37	Aumenta beneficio
	Fomento de la actividad turística	15	32	Aumenta beneficio
	Incremento en la demanda de bienes y servicios	14	47	Aumenta beneficio
	Aumento de la población empleada	19	58	Aumenta beneficio
	Incremento de ingresos de las entidades públicas (municipios, CARs)	34	50	Aumenta beneficio
	Fomento al desarrollo económico	24	58	Aumenta beneficio
	Alteración positiva de los prácticas culturales	17	26	Aumenta beneficio
	Aumento de la información territorial y apropiación del territorio y recursos naturales	28	38	Aumenta beneficio
	Potenciación de acciones sociales y organizaciones sociales	15	27	Aumenta beneficio
	Disminución de expectativas, molestias o conflictos con la comunidad	23	27	Aumenta beneficio
	Mejoramiento de las condiciones de seguridad de la población	15	35	Aumenta beneficio
	Aumento en la presencia institucional (públicas, privadas, otras)	21	35	Aumenta beneficio
No. Impactos positivos que potencian →			29	

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

### 8.2.3.1.1 Impactos importantes y recomendaciones para la zonificación de manejo y formulación del PMA

Bajo el escenario sin proyecto, resultaron 3 impactos significativos de carácter negativo, 2 para el medio biótico y 1 para el medio socioeconómico según la clasificación propuesta en este estudio. La valoración se muestra en la Figura 8.33.

Medio	Impacto	Valoración con proyecto	Importancia
Biótico	Modificación del hábitat acuático natural	-53	(-) Importante negativo
	Alteración de los corredores fluviales	-66	(-) Importante negativo
Socioeconómico	Surgimiento de expectativas, molestias o conflictos con la comunidad	-55	(-) Importante negativo

Figura 8.38 Impactos negativos significativos- Sin proyecto.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Por lo anterior, dentro de la zonificación de manejo ambiental, se deberá tener en cuenta las condiciones actuales de los ecosistemas fluviales. Así mismo, se deberá realizar un buen proceso de participación comunitaria para que las comunidades, que ya presentan muchas molestias y expectativas, puedan aportar a la construcción del Estudio de Impacto.

Bajo el escenario con proyecto, resultaron 7 impactos como significativos negativos y 4 impactos significativos positivos, como lo muestra la Figura 8.39.

Medio Abiótico	Disminución de la disponibilidad de agua en el tramo intervenido	-66	(-) Importante negativo
	Perturbación de la dinámica fluvial	-48	(-) Moderado negativo
Medio Biótico	Pérdida y/o deterioro de las coberturas vegetales	-45	(-) Moderado negativo
	Modificación del hábitat acuático natural	-57	(-) Importante negativo
	Alteración de los corredores fluviales	-68	(-) Importante negativo
Medio Socioeconómico	Afluencia de población foránea y sus consecuentes procesos de aculturación	-56	(-) Importante negativo
	Incremento en la demanda de bienes y servicios	47	(+) Moderado positivo
	Aumento de la población empleada	58	(+) Importante positivo
	Incremento de ingresos de las entidades públicas (municipios, CARs)	50	(+) Moderado positivo
	Fomento al desarrollo económico	58	(+) Importante positivo
	Surgimiento de expectativas, molestias o conflictos con la comunidad	-57	(-) Importante negativo

Figura 8.39 Impactos significativos negativos- Con proyecto.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Es así como en los PMA, se deberán implementar medidas que tengan en cuenta los siguientes impactos especialmente: disminución de la disponibilidad de agua en el tramo intervenido, perturbación de la dinámica fluvial, pérdida o deterioro de coberturas, modificación del hábitat acuático natural, alteración de los corredores fluviales, afluencia de población foránea, y las molestias y expectativas procedentes de la comunidad.

Lo anterior no quiere decir que sean solo estos impactos los que se deben gestionar en el PMA, pero si los más prioritarios, y, luego de un tiempo de la aplicación de las medidas de

manejo, se deberá realizar una nueva evaluación de impactos, con el fin de determinar la efectividad o no de las mismas.

Es de aclarar que para posteriores análisis (acumulación, sinergia y residualidad) se tendrán en cuenta solo los impactos significativos, tal como se mencionó son aquellos que poseen calificaciones a partir de -45, aplica también para las afectaciones positivas como los impactos importantes positivos con una calificación a partir de 45.

Otro tema a tener en cuenta, es que si bien los anteriores, son los impactos más significativos, el proyecto resultó ser de mediano impacto ambiental, aspecto que es coherente con el tipo de obras que se plantean las cuáles son poco invasivas y muy compactas, que además obedecen a criterios de localización que buscan mayor armonía con elementos naturales y restricciones ambientales del territorio donde se emplazará el proyecto.

#### **8.2.4 Evaluación de impactos acumulativos**

Como elemento de análisis integrado, para el escenario con proyecto se realizará la evaluación de impactos acumulativos. Se partió de la definición de acumulación la cual se refiere a *“que un impacto en el tiempo puede generar más impactos ambientales. Da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera”* (Conesa, 2010). Adicionalmente se tuvo como premisa que, *“los impactos ambientales y sociales múltiples y sucesivos causados por proyectos obras o actividades existentes, combinados con los posibles impactos incrementales que pudieran resultar como consecuencia de los proyectos futuros propuestos y/o previstos, pueden potencialmente generar impactos acumulativos mayores a los que se esperarían en el caso de un proyecto único”* (International Finance Corporation, 2015).

La metodología para el desarrollo de evaluación de análisis de impactos acumulativo se encuentra en el Capítulo 2. Generalidades del presente estudio de impacto ambiental. A continuación, se desarrolla dicho proceso.

##### **8.2.4.1 Identificación de las actividades y proyectos**

Para iniciar la evaluación de impactos acumulativos, se realizó la identificación de las actividades y proyectos que se desarrollan en los distintas áreas de influencia la PCH Pantágoras Antioquia, especialmente dentro de unidades territoriales menores de que comprende veredas Montañita, La Peña, San Antonio, Santa Bárbara, El Jordán, La Aurora, La Piñuela, Los Cedros y El Coco (sin incluir la cabecera municipal); para ello, se llevaron a cabo recorridos en campo, indagación con la autoridad ambiental y, consulta de información secundaria, así mismo se tuvo en cuenta de la línea base ambiental levantada para la caracterización del área de influencia.

Posterior a la consulta hecha se determinó que el PE la Cimarrona no se sobrepone en el área de influencia del proyecto Pantágoras Antioquia, por lo que no será tenido en cuenta en este análisis.

Por otro lado, se determinó que las PCH que aportan transferencias a los municipios de influencia de la PCH Pantágoras Antioquia, serán tenidas en cuenta para calcular el impacto acumulativo de incremento de ingresos de las entidades públicas y surgimiento de expectativas, molestias o conflictos con la comunidad. Los demás impactos ocasionados por estos proyectos no comparten área de influencia con la PCH Pantágoras Antioquia. Las PCH El Molino y San Matías se encuentran ubicadas sobre el río San Matías en el municipio de Cocorná. La PCH Santo Domingo está sobre el río del mismo nombre, en los municipios de San Francisco y Cocorná.

Adicional a lo anterior y sumado a la evaluación de impactos sin proyecto, se consideran los proyectos PCH El Popal y PE Cocorná II (ver acápite 8.2.1.1.7) para evaluar sus efectos acumulativos con la PCH Pantágoras Antioquia.

El permiso de estudio Cocorná II es para un proyecto hidroeléctrico, aguas arriba de la captación de la PCH Pantágoras Antioquia. Debido a que este proyecto tiene un permiso de estudio y no un Estudio de impacto ambiental aprobado, los impactos ambientales se presumen.

La hidroeléctrica PCH El Popal, está ubicada agua abajo de la descarga de la PCH Pantágoras Antioquia y tienen dentro de su área de influencia localidades del área de influencia de unidades territoriales menores de la PCH Pantágoras Antioquia, y actualmente está en operación. En la Tabla 8.47, se presenta una ficha diligenciada con la descripción de los proyectos.

Tabla 8.47 Ficha de descripción del proyecto PCH El Popal.

Ficha de descripción de actividades y proyectos para evaluación de impactos acumulativos				
Código o No del proyecto	Proyecto No 1			
Nombre proyecto o actividad	PCH El Popal			
Titular del proyecto	I-Consult S.A.S			
Objeto del proyecto	Proyecto hidroeléctrico			
Estado del proyecto	Operación			
Responsable de la actividad	Popal S.A.S. - E.S.P.			
Localización (vereda, sector): Captación, vereda la Aurora				
Coordenadas:				
	Sitio	Norte (m)	Este (m)	Cota (msnm)
	Captación	1.157.955	882.400	951
	Descarga	1.159.470	884.975	775
Observaciones	En operación desde 2014.			

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

#### 8.2.4.2 Definición de límites geográficos y temporales

La definición de los límites geográficos y temporales se realizó debido a la necesidad de identificar que los impactos ambientales acumulativos resultantes de cada proyecto que, dicha acumulación se da, sí el impacto ocasionado coincide en el momento y lugar de manifestación. Es por ello, que en este paso se desarrolla la verificación de atributos como la Extensión (límite geográfico) y Momento (límite temporal).

#### 8.2.4.2.1 *Momento (Mo)*

Es el periodo en el cual la aparición de los impactos de cada proyecto o actividad objeto de análisis, se presenta en la misma temporalidad, es decir, cuando el impacto generado por el proyecto hidroeléctrico Pantágoras Antioquia coincide en el tiempo con los impactos ocasionados por los proyectos PCH El Molino, PCH San Matías, PCH Santo Domingo, PCH El Popal y PE Cocorná II. Es de aclarar que en el área del proyecto Pantágoras Antioquia, se desarrollan actividades agropecuarias, existen diversos usos del agua, entre otras actividades generadoras de impactos, sin embargo estas se desarrollan a pequeña escala y no representan impactos importantes (ver Evaluación de impactos sin proyecto: Reporte de resultados, numeral 8.2.1.3), por tanto lo cual no se tendrán en cuenta en el análisis de impactos acumulativos.

Para determinar el momento se definió una línea de tiempo, tal como se aprecia en la

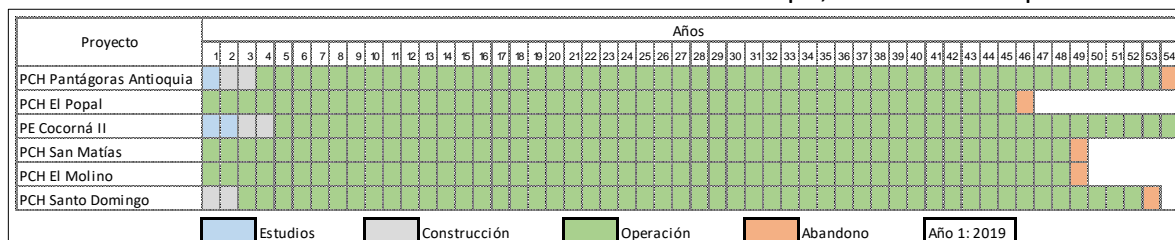


Figura 8.40, donde el proyecto base será la PCH Pantágoras Antioquia, y con respecto a este se define la presencia de la construcción, operación y abandono de los demás proyectos.

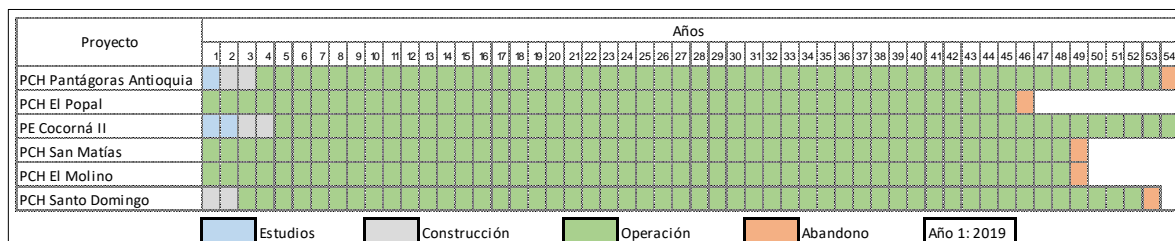


Figura 8.40 Línea del tiempo para la evaluación de impactos acumulativos.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Se pueden definir algunos tramos en la línea de tiempo, según la fase en la que se encuentran los proyectos, con relación a la PCH Pantágoras Antioquia:

- Tramo 1: Fase de estudio de las PCH Pantágoras Antioquia y Cocorná II, operación de las PCH El Popal, San Matías y El Molino, y construcción de la PCH Santo Domingo
- Tramo 2: Construcción de la PCH Pantágoras Antioquia, comienzo de construcción de Cocorná II, comienzo de operación de Santo Domingo y operación de las PCH El Popal, San Matías y El Molino.
- Tramo 3: Operación de las 6 PCH al tiempo.
- Tramo 4: Abandono de la PCH Pantágoras y operación de Cocorná II.

Es necesario delimitar estos tramos de tiempo, para identificar si los impactos asociados a cada una de las etapas de la PCH Pantágoras Antioquia, se manifiestan en el mismo momento que los impactos que generan los otro proyecto, ya que estos están asociados a diferentes momentos del ciclo de vida de los proyectos.

#### 8.2.4.3 Extensión (Ex)

Se refiere al lugar de manifestación de los impactos generados por cada uno de los proyectos, teniendo en cuenta que la aparición de los efectos generados debe coincidir con el área de influencia de cada impacto según el componente afectado. Dicho análisis se realiza para determinar si los impactos tienen relación directa en el espacio según sea el componente o VEC afectado, (VEC por sus siglas en inglés Valued Environmental and Social Component) (International Finance Corporation, 2015).

De manera general a validación de la extensión se hace suponiendo que el área de influencia para todos los proyectos se determina según la Tabla 8.48. Es importante precisar que, para asignar la calificación final a cada impacto, se tiene en cuenta en mayor detalle la extensión de cada impacto.

Tabla 8.48 Calificación del atributo Extensión.

Componente	Extensión de los impactos	Valoración dada
Geomorfología terrestre	Sitios de obras (incluyendo vías)	Puntual
Geomorfología Fluvial	Ocupaciones de cauce por las obras o vías principales	Parcial
Suelos	Sitios de obras (incluyendo vías)	Puntual
Recurso atmosférico	Sitios de obras (incluyendo vías)	Parcial
Recurso hídrico	Tramos totales del cauce afectado o intervenido	Parcial
Paisaje	Cuenca visual generada a partir de las obras	Extenso
Ecosistema terrestre	Coberturas vegetales afectadas por obras	Parcial
Ecosistema acuático	Cuenca hidrográfica	Total
Socio-económico	Veredas afectadas o que tengan algún tipo de relación con las obras del proyecto	Total
Socio - cultural		Total
Socio - político		Total
Socio - espacial		Total
Arqueológico	Sitios de obras (incluyendo vías)	Puntual

Componente	Extensión de los impactos	Valoración dada
Demográfico	Veredas afectadas o que tengan algún tipo de relación con las obras del proyecto	Total
N/A: No aplica		

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

#### 8.2.4.4 Homologación de impactos

Es importante anotar que para realizar la calificación de los impactos, es preciso realizar una homologación, la cual permite establecer las interacciones de la PCH Pantágoras Antioquia, con los demás proyectos de la zona. Dichas interacciones se identificaron y adaptaron a la actual metodología, teniendo en cuenta las siguientes apreciaciones (véase Tabla 8.49):

Tabla 8.49 Escala de homologación de impactos proyecto Pantágoras Antioquia con los demás proyectos

Proyecto Base		El Popal – Cocorná II		San Matías – El Molino – Santo Domingo	
Clasificación	Homologación numérica	Clasificación	Homologación numérica	Clasificación	Homologación numérica
(+) Irrelevante positivo	1	Irrelevante	1	Poco significativo o irrelevante	1
Moderadamente significativo o moderado	2	Moderado	1	Moderadamente significativo o moderado	1
Significativo o relevante	3	Severo	3	Significativo o relevante	3
(+) Muy relevante positivo	4	Severo	4	Muy significativo o grave	4
(-) Irrelevante negativo	-1	Irrelevante	-1	Poco significativo o irrelevante	-1
(-) Moderado negativo	-2	Moderado	-2	Moderadamente significativo o moderado	-2
(-) Importante negativo	-3	Severo	-3	Significativo o relevante	-3
(-) Muy relevante negativo	-4	Severo	-4	Muy significativo o grave	-4

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

El proceso de homologación de la clasificación se llevó a cabo con los impactos que presentaron mayor calificación de la evaluación Con Proyecto de la PCH Pantágoras Antioquia, también denominados significativos, el resultado de este proceso se presenta en la Tabla 8.50.



En la matriz de evaluación anexa (Anexo 8.1, hoja “H. Acum”), se puede ver el detalle de las evaluaciones individuales de cada proyecto y, de la homologación dada.

Tabla 8.50 Homologación de impactos

Proyecto Pantágoras Antioquia				PCH El Popal		PE Cocorná II		PCH San Matías		PCH El Molino		PCH Santo Domingo		No. De Proyectos
No	Impacto	Calificación	Homologación	Impacto	C	Impacto	C	Impacto	C	Impacto	C	Impacto	C	
1	Alteración de los corredores fluviales	-68	3			Alteración de los corredores fluviales.	3							2
2	Disminución de la disponibilidad de agua en el tramo intervenido	-66	3	Cambios en la disponibilidad de agua	3	Afectación en la disponibilidad de agua superficial	3							3
3	Modificación del hábitat acuático natural	-57	3	Cambios en la comunidad íctica del río Cocorná	2	Afectación de fauna acuática continental	3							3
4	Surgimiento de expectativas, molestias o conflictos con la comunidad	-57	3	Potenciación de conflictos	3	Generación de expectativas	3	Generación de molestias a la comunidad	3	Generación de molestias a la comunidad	3	Generación de molestias a la comunidad	3	6
5	Afluencia de población foránea y sus consecuentes procesos de aculturación	-56	3	Cambio en la dinámica poblacional	2	Afectación del número, dinámica y movilidad poblacional	3	Cambio en la dinámica poblacional	1	Cambio en la dinámica poblacional	1	Cambio en la dinámica poblacional	1	6
6	Perturbación de la dinámica fluvial	-48	2	Alteración de la dinámica fluvial	4	Afectación de la dinámica de corrientes	2							3
7	Incremento en la demanda de bienes y servicios	47	2	Incremento en la demanda de bienes y servicios	2	Mejoramiento de actividades mineras, bienes y servicios	2							3

Proyecto Pantágoras Antioquia				PCH El Popal		PE Cocorná II		PCH San Matías		PCH El Molino		PCH Santo Domingo		No. De Proyectos
No	Impacto	Calificación	Homologación	Impacto	C	Impacto	C	Impacto	C	Impacto	C	Impacto	C	
8	Incremento de ingresos de las entidades públicas (municipios, CARs)	50	2	Modificación de las finanzas del municipio y de corporaciones ambientales	2	Mejoramiento de finanzas municipales	2	Modificación de las finanzas municipales y de las corporaciones ambientales	3	Modificación de las finanzas municipales y de las corporaciones ambientales	3	Modificación de las finanzas municipales y de las corporaciones ambientales	3	6
9	Fomento al desarrollo económico	58	3			Fomento al desarrollo económico	2							2
10	Aumento de la población empleada	58	3	Cambios en el nivel de empleo	2	Generación de empleo	2							3

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

#### 8.2.4.5 Identificación de la causa –efecto

Para la identificación de relaciones causa-efecto, se utilizó una matriz de doble entrada en donde se relacionan los medios, componentes, factores, e impactos ambientales ya identificados. Se presenta el listado de proyectos, indicando las interacciones de sus impactos con cada medio, componente y factor del proyecto base, es decir, la PCH Pantágoras Antioquia. Adicionalmente, se define el momento y la extensión del Proyecto Pantágoras Antioquia con los demás proyectos que hay en la zona (criterios evaluados en el análisis de impactos acumulativos).

Los impactos acumulativos son aquellos que, estrictamente presentan la interacción de los atributos de Momento y Extensión (confluyan en tiempo y espacio). En este caso, se obtuvieron 10 impactos acumulativos. La identificación causa y efecto se muestra en la Figura 8.41. Es importante aclarar que, aunque la afectación a las actividades mineras cumple las condiciones de momento y extensión, en los estudios de ningún otro proyecto se evidenció este impacto.

De los 10 impactos acumulativos, uno pertenece al medio abiótico, tres al biótico y seis al medio socioeconómico.

Evaluación de impactos acumulativos "Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Hidroeléctrico Pantágoras Antioquia"				VALIDACIÓN DE IMPACTO ACUMULATIVO		
Factores Ambientales Susceptibles de Recibir Afectación (FARI)↓			IMPACTOS	Momento (Coincidencia temporal)	Extensión (Coincidencia espacial)	Impacto a analizar
Abiótico	Agua	Dinámica fluvial	Perturbación de la dinámica fluvial	SI	SI	SI
Biótico	Ecosistemas acuáticos	Flora acuática	Deterioro de flora acuática	SI	SI	SI
		Fauna acuática	Modificación del hábitat acuático natural	SI	SI	SI
		Corredores fluviales	Alteración de los corredores fluviales	SI	SI	SI
Socioeconómico	Demográfico	Número, densidad y movilidad poblacional	Afluencia de población foránea y sus consecuentes procesos de aculturación	SI	SI	SI
		Actividades comerciales y de servicios	Incremento en la demanda de bienes y servicios	SI	SI	SI
	Socio-económico	Empleo	Aumento de la población empleada	SI	SI	SI
		Ingresos de entidades públicas	Incremento de ingresos de las entidades públicas (municipios, CARs)	SI	SI	SI
		Desarrollo económico	Fomento al desarrollo económico	SI	SI	SI
	Socio-político	Molestias y conflictos sociales	Surgimiento de expectativas, molestias o conflictos con la comunidad	SI	SI	SI

Figura 8.41 Matriz de interacciones y selección de impactos a analizar

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

#### 8.2.4.6 Criterios de la evaluación de impactos acumulativos

Para la evaluación de los impactos acumulativos se usaron variables tales como:

- La Importancia ambiental de la acumulación por proyecto (Acum), la cual depende del signo del impacto (S), de la Importancia Ambiental individual del impacto (IAi), de la permanencia del impacto con respecto al tiempo (PE), y de la extensión de la manifestación del efecto (% AI) con respecto al área de influencia del proyecto base. La calificación usada para cada atributo se presenta en la Tabla 8.52.
- El Impacto ambiental acumulativo total (IAAt), es la sumatoria de cada Acum.
- El impacto acumulativo diferencial por proyecto (IAD), es cada Acum dividida por la IAAt.

La definición de las variables anteriores, así como calificaciones posibles se establece de forma detallada en la Metodología de impactos acumulativos del Capítulo 2. Generalidades.

Una vez se obtuvo el cálculo del Impacto Acumulativo Total, la escala utilizada para la clasificación de los impactos acumulativos se muestra a continuación (Tabla 8.51):

Tabla 8.51 Rangos de clasificación de los impactos acumulativos.

Rango de acumulación		Clasificación
-20	-15	Muy acumulativo negativo
-14	-10	Acumulativo moderado negativo
-9	-5	Acumulativo simple negativo
-4	-1	Poco o no acumulativo negativo
20	16	Muy acumulativo positivo
15	11	Acumulativo moderado positivo
10	5	Acumulativo simple positivo
4	1	Poco o no acumulativo positivo

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Tabla 8.52 Atributos para calificación de impactos acumulativos.

Atributo	Explicación	Clasificación	Definición	Valor
<b>Signo (S)</b>	Alude al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) del impacto ambiental acumulativo.	Positivo	El resultado es beneficioso.	(+)
		Negativo	El resultado es perjudicial.	(-)
<b>Importancia ambiental del impacto evaluado (IA)</b>	Una vez homologados los impactos de cada proyecto con el proyecto base, la homologación numérica fue consignada en la matriz de evaluación de impactos acumulativos. En el campo correspondiente a la Importancia Ambiental del Impacto Evaluado (IA).	Irrelevante	Abarca las clasificaciones de positivas y negativas que reciban las menores valoraciones, tanto para el proyecto base como para los demás proyectos analizados. Dentro de estas se encuentran la clasificación de impactos, compatibles.	1
		Moderado	Comprende las clasificaciones positivas y negativas clasificadas como moderadas, tanto para el proyecto base como para los demás proyectos analizados.	2
		Importante	Comprende las clasificaciones positivas y negativas, que presenten una valoración significativa. Se homologan a clasificación los impactos categorizados como severos.	3
		Muy relevante	Corresponden a los impactos con las mayores valoraciones, se homologan a esta categoría los clasificados como críticos, ya sean positivos o negativos.	4
<b>Permanencia del efecto (PE)</b>	Es el tiempo que transcurre desde que aparece el impacto hasta que el factor afectado retorna a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras.	Temporal/ Corto plazo	Cuando se prevé que el efecto del impacto tenga una duración igual o menor al 25 % de la vida útil del proyecto base, es decir, en los primeros 15 años.	1
		Mediano plazo	Cuando se prevé que el efecto del impacto tenga una duración mayor al 25% y menor o igual que el 50 % de la vida útil del Proyecto base, es decir, entre 15 y 30 años.	2
		Largo plazo	Cuando se prevé que el efecto del impacto tenga una duración mayor al 50% y menor o igual que el 75 % de la vida útil del Proyecto Base, es decir, entre 30 y 45 años.	3
		Permanente	Cuando el tiempo del efecto del impacto permanece durante toda la vida útil del proyecto base o por tiempo indefinido.	4



Atributo	Explicación	Clasificación	Definición	Valor
	Nota aclaratoria sobre la permanencia del efecto: Para determinar el tiempo del efecto, se tendrá en cuenta una línea de tiempo para los proyectos, la cual tomará como eje de inicio a fin, el año 0 del proyecto base al año 60 de este mismo, considerando toda su vida útil desde la etapa de construcción hasta el inicio de la etapa de abandono.			
<b>Extensión de la manifestación del efecto con respecto al Área de Influencia ( % AI)</b>	Hace referencia a la extensión que potencialmente pueda ocupar el efecto del impacto causado por las acciones/actividades del proyecto con respecto al área de influencia del proyecto (AI). El AI dependerá exclusivamente del componente afectado dadas las condiciones en las que se presentan los impactos generados por el proyecto base y lo demás.	Puntual	Cuando el efecto es perceptible en una extensión puntual en el área de influencia del proyecto base. Es decir que existen puntos de contacto.	1
		Parcial	Cuando el efecto es perceptible de manera puntual en varios sectores del área de influencia del proyecto base.	2
		Extenso	Cuando el efecto es perceptible en algunos tramos del área de influencia del proyecto base.	3
		Total	Cuando el efecto que se genera no tiene una ubicación precisa y abarca toda el área de influencia del proyecto base.	4

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

#### 8.2.4.7 Resultados de la evaluación de impactos acumulativos

A continuación, se presenta el reporte de resultados por relevancia sobre cada medio y por la relación entre el Proyecto Pantágoras Antioquia (Base) con los demás proyectos que hay en el área.

El impacto identificado y evaluado de carácter negativo para el **medio abiótico**, resultó como acumulativo simple (perturbación de la dinámica fluvial). Esto significa que los factores como suelo, atmósfera y paisaje no presentan afectaciones significativas incrementales, esto debido a para estos no existe una extensión compartida. Una anotación adicional, es que la mayor acumulación se da sobre el factor hídrico, lo cual se puede asociar al uso del recurso para generación de energía de los proyectos sujetos de análisis.

En el caso del **medio biótico** se obtuvo que, de los tres impactos acumulativos de carácter negativo, uno resultó como poco acumulativo negativo (Deterioro de flora acuática), y dos como acumulativo simple negativo (Modificación del hábitat acuático natural, y Alteración de los corredores fluviales).

Por otro lado, en cuanto a la afectación al hábitat acuático y a los corredores fluviales, se debe a que los proyectos son de la misma naturaleza (generación de energía), se recomienda hacer cumplir a cabalidad con el manejo del caudal ecológico de todos los proyectos, y a los planes de manejo enfocados en la calidad y cantidad del agua. Adicionalmente, mediante proyectos de educación ambiental, se recomienda sensibilizar a la comunidad sobre la importancia de hacer un uso racional del recurso hídrico en la zona, y de mantener la buena calidad del mismo, situación de disminuiría la afectación sobre los hábitats acuáticos. Así mismo, por parte de los proyectos evaluados se debe hacer un especial seguimiento y manejo a las aguas residuales domésticas, industriales y de construcción.

De los seis impactos acumulativos resultantes para el **medio socioeconómico**, dos fueron poco acumulativos positivos (incremento en la demanda de bienes y servicios, y aumento de la población empleada), dos como acumulativo simple (fomento al desarrollo económico – positivo- y afluencia de población foránea y sus consecuentes procesos de aculturación –negativo-), uno muy acumulativo positivo (Incremento de ingresos de las entidades públicas (municipios, CARs)), y finalmente uno muy acumulativo negativo (surgimiento de expectativas, molestias o conflictos con la comunidad). Para las afectaciones positivas y acumulativas, se deben aunar esfuerzos por parte de los proyectos e incluso con la gestión gubernamental, para que se potencialicen en mayor medida y se mantengan en el tiempo, de este modo esto se traduzca en mejor calidad de vida para la población de las localidades de las áreas de influencias socioeconómicas. Con respecto al surgimiento de expectativas, molestias o conflictos con la comunidad, es preciso que los proyectos concentran esfuerzos en la gestión social, al hacer presencia

efectiva en la comunidad, brindando comunicación oportuna y generando espacios comunes de participación.

Lo mencionado se muestra en la Tabla 8.53 y de la Figura 8.42 a la Figura 8.43. De forma detallada, el proceso evaluación de impactos acumulativos se encuentra en el Anexo 8.1 hoja "E\_acum".

Evaluación de impactos acumulativos "Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Hidroeléctrico Pantágoras Antioquia"				IMPORTANCIA DEL IMPACTO AMBIENTAL ACUMULATIVO TOTAL	
Factores Ambientales Susceptibles de Recibir Afectación (FARI)↓			IMPACTOS		
Abiótico	Agua	Dinámica fluvial	Perturbación de la dinámica fluvial	-24,00	(-)Acumulativo simple negativo
Biótico	Ecosistemas acuáticos	Flora acuática	Deterioro de flora acuática	-12,00	(-) Poco o no acumulativo negativo
		Fauna acuática	Modificación del hábitat acuático natural	-27,00	(-)Acumulativo simple negativo
		Corredores fluviales	Alteración de los corredores fluviales	-20,00	(-)Acumulativo simple negativo
Socioeconómico	Demográfico	Número, densidad y movilidad poblacional	Afluencia de población foránea y sus consecuentes procesos de aculturación	-20,00	(-)Acumulativo simple negativo
		Actividades comerciales y de servicios	Incremento en la demanda de bienes y servicios	12,00	(+) Poco o no acumulativo positivo
	Socio-económico	Empleo	Aumento de la población empleada	13,00	(+) Poco o no acumulativo positivo
		Ingresos de entidades públicas	Incremento de ingresos de las entidades públicas (municipios, CARs)	55,00	(+) Muy acumulativo positivo
		Desarrollo económico	Fomento al desarrollo económico	18,00	(+) Acumulativo simple positivo
	Socio-político	Molestias y conflictos sociales	Surgimiento de expectativas, molestias o conflictos con la comunidad	-48,00	(-) Muy acumulativo negativo

Figura 8.42 Evaluación de impactos acumulativos- medio abiótico y biótico.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Tabla 8.53 Resultados del análisis de impactos acumulativos.

Medio	(-) Poco o no acumulativo negativo	(-)Acumulativo simple negativo	(-) Acumulativo moderado negativo	(-) Muy acumulativo negativo	(+) Poco o no acumulativo positivo	(+) Acumulativo simple positivo	(+) Acumulativo moderado positivo	(+) Muy acumulativo positivo	Total
Abiótico	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Biótico	1	2	0	0	0	0	0	0	3
Socioeconómico	0	1	0	1	2	1	0	1	6
Totales	1	4	0	1	2	1	0	1	10

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

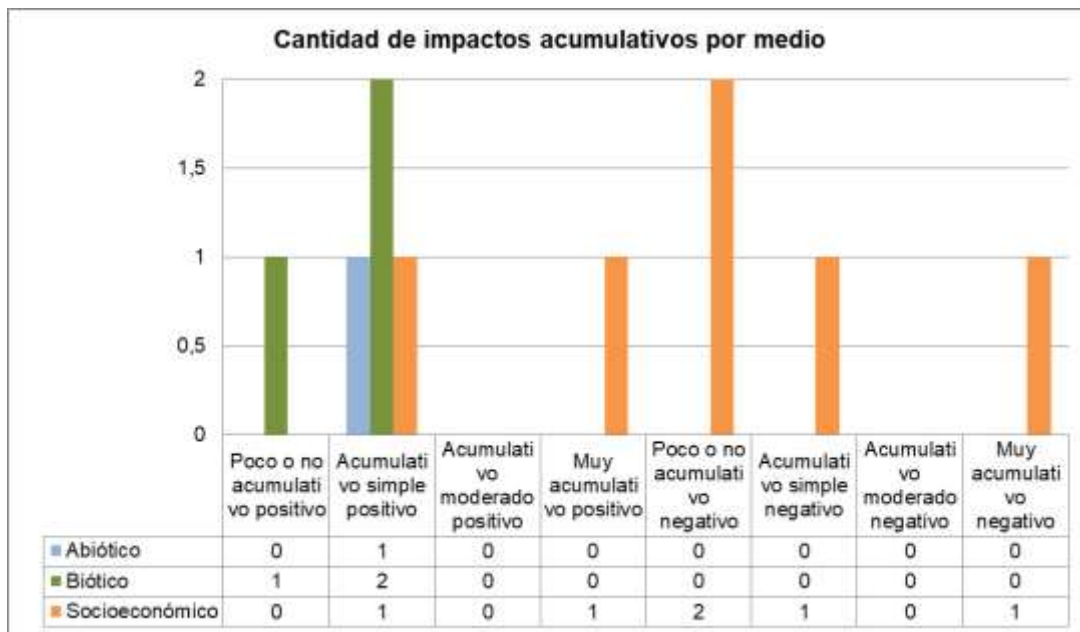


Figura 8.43 Cantidad de impactos acumulativos por medio.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

#### 8.2.4.7.1 Resultados del impacto diferencial

El impacto acumulativo diferencial corresponde a la fracción del impacto acumulativo que es atribuible a un proyecto o actividad, en relación con los impactos existentes, planeados y/o futuros razonablemente anticipados (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017). Los resultados obtenidos en el presente análisis se muestran en la Figura 8.44.

Evaluación de impactos acumulativos "Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Hidroeléctrico Pantágoras Antioquia"				VALORACIÓN DE IMPACTO POR PROYECTO						IMPORTANCIA DEL IMPACTO AMBIENTAL ACUMULATIVO TOTAL	
				PCH Pantágoras	PCH El Popal	PE Cocorná II	PCH San Matías	PCH El Molino	PCH San		
Factores Ambientales Susceptibles de Recibir Afectación (FARI)↓			IMPACTOS	Id	Id	Id	Id	Id	Id		
Abiótico	Agua	Dinámica fluvial	Perturbación de la dinámica fluvial	38%	33%	29%				-24,00	(-)Acumulativo simple negativo
	Biótico	Ecosistemas acuáticos	Flora acuática	Deterioro de flora acuática	50%		50%			-12,00	(-) Poco o no acumulativo negativo
Fauna acuática			Modificación del hábitat acuático natural	37%	30%	33%			-27,00	(-)Acumulativo simple negativo	
Corredores fluviales			Alteración de los corredores fluviales	45%		55%			-20,00	(-)Acumulativo simple negativo	
Socioeconómico	Demográfico	Número, densidad y movilidad poblacional	Afluencia de población foránea y sus consecuentes procesos de aculturación	40%	25%	35%				-20,00	(-)Acumulativo simple negativo
		Actividades comerciales y de servicios	Incremento en la demanda de bienes y servicios	50%		50%				12,00	(+) Poco o no acumulativo positivo
	Socio-económico	Empleo	Aumento de la población empleada	62%		38%				13,00	(+) Poco o no acumulativo positivo
		Ingresos de entidades públicas	Incremento de ingresos de las entidades públicas (municipios, CARs)	18%	16%	15%	16%	16%	18%	55,00	(+) Muy acumulativo positivo
		Desarrollo económico	Fomento al desarrollo económico	50%		50%				18,00	(+) Acumulativo simple positivo
	Socio-político	Molestias y conflictos sociales	Surgimiento de expectativas, molestias o conflictos con la comunidad	17%	17%	17%	17%	17%	17%	-48,00	(-) Muy acumulativo negativo

Figura 8.44 Impacto acumulativo diferencial

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

De acuerdo con lo anterior, se le puede atribuir a la PCH Pantágoras Antioquia el mayor peso a 4 de los nueve impactos identificados.

#### 8.2.4.7.2 *Análisis general de los impactos acumulativos*

De manera general, se obtuvo que un 40 % de los impactos presentan una clasificación de acumulativos simples negativos, un 20% son poco acumulativos positivos y comparten la misma proporción (10%) los impactos muy acumulativos negativos, poco acumulativos negativos, muy acumulativos positivos, y acumulativos simples positivos. Lo enunciado, se aprecia en la Figura 8.45.

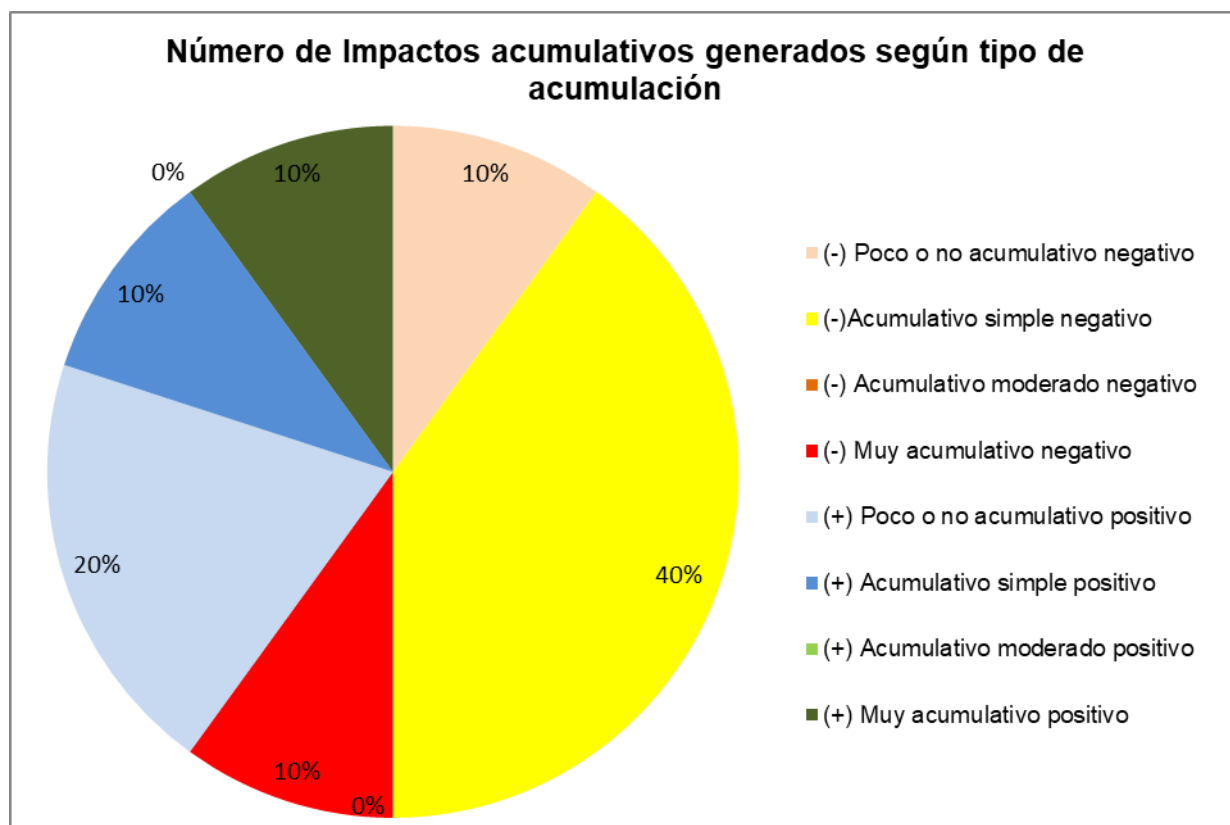


Figura 8.45 Número de impactos acumulativos generados según tipo de acumulación.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

#### 8.2.5 Evaluación de impactos sinérgicos

De acuerdo a (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016) un impacto sinérgico se define como aquel que tiene origen en relaciones complejas entre otros impactos, ya sean generados por un mismo proyecto o por varios. Un impacto sinérgico puede evidenciarse cuando el efecto combinado de dos impactos sea mayor que su suma o cuando estos facilitan la aparición de un tercer impacto.

En los siguientes acápite se desarrollará la Metodología para impactos sinérgicos, establecida en el Capítulo 2. Generalidades del estudio del impacto ambiental.

### 8.2.5.1 Identificación de actividades y proyectos sinérgicos

Para el desarrollo de la primera condición, se contó con la siguiente información:

- La evaluación de los impactos del proyecto base PCH Pantágoras Antioquia, con su la respectiva importancia ambiental resultante. Se consideran solo aquellos impactos que según su calificación fueron significativos y acumulativos (9 afectaciones).
- Identificación de los proyectos en el área de influencia cuyos impactos puedan provocar sinergia con los impactos del proyecto base (PCH Pantágoras Antioquia), en este caso la PCH El Popal, el PE de la PCH Cocorná II, PCH San Matías, PCH El Molino y PCH Santo Domingo.
- La evaluación de impactos acumulativos, fue insumo del análisis de impactos sinérgicos. Dentro de esta información se encuentra la homologación para los impactos sinérgicos, a partir de las relevancias obtenidas de cada evaluación de impactos.

Teniendo lo anterior, se realizó el cálculo del factor multiplicador –FM, tal como lo expone la metodología teniendo presente que el número de proyectos a analizar corresponde a 6 (PCH Pantágoras Antioquia, PCH El Popal, el PE de la PCH Cocorná II, PCH San Matías, PCH El Molino y PCH Santo Domingo). Adicionalmente, se analizó la sinergia que el impacto significativo puede presentar con los demás impactos que fueron sujetos de la evaluación ambiental, bajo el escenario Con Proyecto. De este modo se procedió con el cálculo de la sinergia.

El proceso detallado se consigna en el Anexo 8.1 en la hoja “E\_Sin”.

### 8.2.5.2 Resultados de la evaluación de impactos sinérgicos

Una vez calculada la sinergia se establecieron los siguientes rangos de clasificación (Tabla 8.54):

Tabla 8.54 Clasificación de la sinergia por impacto.

Rango de intensidad en el manejo		Significado de la sinergia	Clasificación sinergia
De	A		
0	4	Cuando los impactos generadores que provocan la manifestación de una nueva afección actúan de manera independiente. También aplica cuando los impactos generadores que provocan la manifestación de un nuevo impacto actúan de manera simultánea, sin embargo, refuerzan de forma casi nula el efecto.	Sinergia Mínima
4	8	Cuando los impactos generadores que provocan la manifestación de una nueva afección actúan de	Sinergia Baja

		manera simultánea reforzando de forma irrelevante el efecto o impacto generado.	
8	11	Cuando los impactos generadores que provocan las manifestaciones de una nueva afección actúan de manera simultánea reforzando el efecto o impacto generado de forma moderada.	Sinergia Moderada
11	159	Cuando los impactos generadores que provocan las manifestaciones de una nueva afección actúan de manera simultánea potencializando de forma significativa el efecto o impacto generado.	Sinergia Alta

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Para el **medio abiótico** el impacto de perturbación de la dinámica fluvial resultó con una sinergia mínima. Para el **medio biótico**, la modificación del hábitat acuático natural resultó con sinergia alta. Los otros dos impactos tienen una sinergia mínima. En el caso del **medio socioeconómico**, de los seis impactos sinérgicos, cuatro presentan una sinergia mínima, el incremento en la demanda de bienes y servicios, resultó con una sinergia baja y el fomento al desarrollo económico obtuvo una calificación de sinergia moderada. Lo mencionado se muestra en la Figura 8.46

Impacto	Factor multiplicador												Cálculo de sinergia			
	PCH Pantágoras Antioquia		PCH El Popal		PE Cocorná II		PCH San Matías		PCH El Molino		PCH Santo Domingo		FM	N	Valor Sinergia	Clase Sinergia
Perturbación de la dinámica fluvial	2	Moderado	4	Crítico	2	Moderado	0		0		0		4	0		Sinergia Mínima
Deterioro de flora acuática	2	Moderado	0		3	Severo	0		0		0		3	0		Sinergia Mínima
Modificación del hábitat acuático natural	3	Severo	2	Moderado	3	Severo	0		0		0		4	4	16	Sinergia Alta
Alteración de los corredores fluviales	3	Severo	0		3	Severo	0		0		0		3	1	3	Sinergia Mínima
Afluencia de población foránea y sus consecuentes procesos de aculturación	3	Severo	2	Moderado	3	Severo	0		0		0		4	0		Sinergia Mínima
Incremento en la demanda de bienes y servicios	2	Moderado	0		2	Moderado	0		0		0		2	2	4	Sinergia Baja
Aumento de la población empleada	3	Severo	0		2	Moderado	0		0		0		3	0		Sinergia Mínima
Incremento de ingresos de las entidades públicas (municipios, CARs)	2	Moderado	2	Moderado	2	Moderado	3	Severo	3	Severo	3	Severo	8	0		Sinergia Mínima
Fomento al desarrollo económico	3	Severo	0		2	Moderado	0		0		0		3	3	9	Sinergia Moderada
Surgimiento de expectativas, molestias o conflictos con la comunidad	3	Severo	3	Severo	3	Severo	3	Severo	3	Severo	3	Severo	9	0		Sinergia Mínima

Figura 8.46 Impactos sinérgicos

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Según la tabla anterior la modificación del hábitat puede tener una magnitud final potenciada, ya que varios impactos pueden reaccionar entre ellos y generar mayores perturbaciones al hábitat acuático. De manera similar, pero en menor medida sucede con el fomento al desarrollo económico, ya que varios impactos se suman entre sí, para potenciar este impacto.



Analizando la sinergia de acuerdo el número de interacciones que cada afectación significativa tiene con los demás impactos de los demás proyectos, y que favorecen la aparición de una nueva, se obtuvo la Figura 8.47.

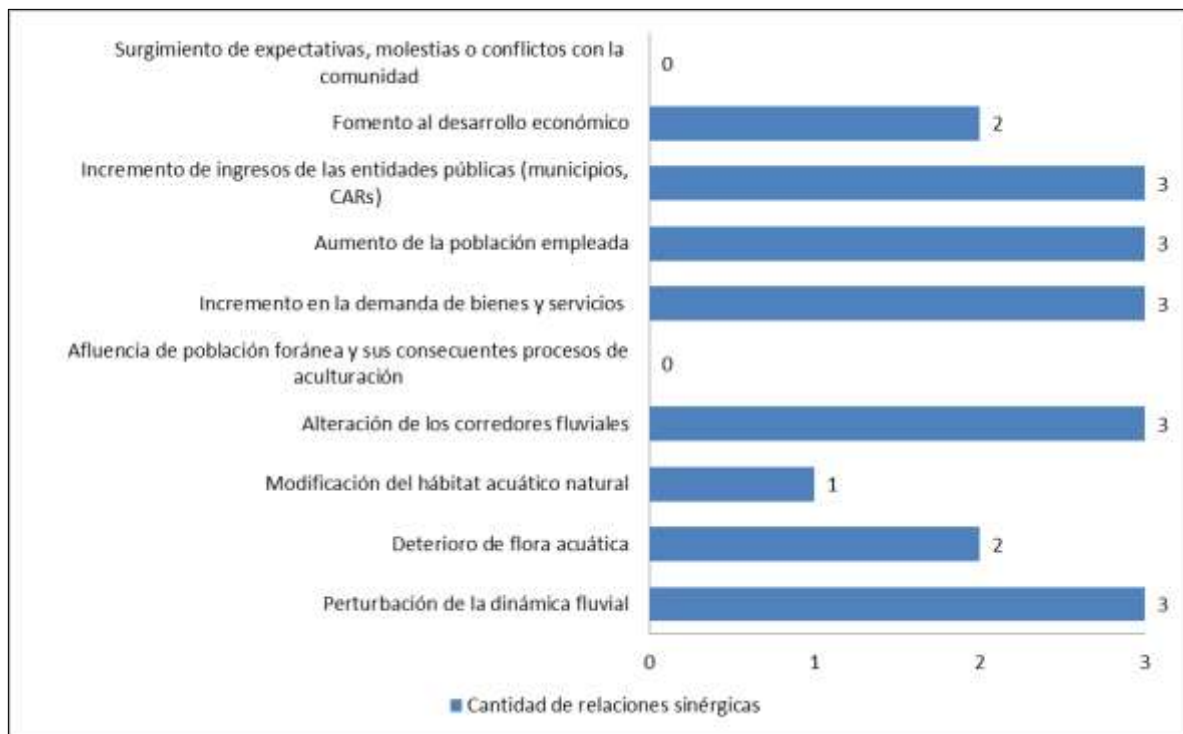


Figura 8.47 Cantidad de relaciones sinérgicas para los impactos significativos.

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

De este modo, para el proyecto Pantágoras Antioquia, la perturbación de la dinámica fluvial, la alteración de los corredores fluviales, el incremento en la demanda de bienes y servicios, el aumento de la población empleada y el incremento de ingresos de las entidades públicas (municipios, CARs) son las afectaciones con mayor cantidad de relaciones, es decir son los impactos que más interacciones generan con otros impactos significativos de los proyectos existentes en la zona, para generar un impacto adicional.

### 8.2.6 Evaluación de impactos residuales

Este proceso se establece para el escenario con proyecto, y el propósito de desarrollar la metodología para impactos residuales indicada en el Capítulo 2. Generalidades, es hacer un análisis adicional y reconsiderar aquellos impactos de la evaluación ambiental, con respecto a los planes de manejo asignados y su efectividad en el ambiente. De este modo se busca, brindarles una valoración adicional que represente la recuperación del componente afectado. Es importante resaltar que un impacto que se identifique como residual podría conllevar a la aparición de futuros procesos sinérgicos o acumulativos, aspecto que se puede minimizarse mediante el análisis de impactos residuales.

A continuación, se aplica el proceso de análisis para este tipo de impactos.

### 8.2.6.1 Criterios de la evaluación de impactos residuales

#### 8.2.6.1.1 Planes y proyectos de manejo evaluados

De acuerdo con lo expuesto en el Capítulo 10. Planes y Programas, de manera específica con lo establecido en el Plan de Manejo Ambiental del proyecto PCH Pantágoras Antioquia, se presentan los siguientes proyectos de manejo ambiental a los cuales se les realizó una calificación según su eficacia en el manejo (Tabla 8.55):

Tabla 8.55 Proyectos de los Planes De Manejo Ambiental- PMA, evaluados.

MEDIO abiótico
<b>PROGRAMA 1. MANEJO DEL RECURSO SUELO</b>
Proyecto 1. Manejo de la estabilidad geotécnica y de los procesos erosivos
Proyecto 2. Manejo y disposición de material sobrante de excavación y construcción
<b>PROGRAMA 2. MANEJO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN</b>
Proyecto 1. Manejo de materiales de construcción
<b>PROGRAMA 3. MANEJO DE COMBUSTIBLES Y GRASAS</b>
Proyecto 1. Manejo de combustibles y grasas
<b>PROGRAMA 4. MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS</b>
Proyecto 1. Manejo integral de residuos sólidos domésticos
Proyecto 2. Manejo integral de residuos peligrosos
<b>PROGRAMA 5. MANEJO DE RESIDUOS LÍQUIDOS</b>
Proyecto 1. Manejo de aguas residuales domésticas, industriales y de construcción
<b>PROGRAMA 6. MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO</b>
Proyecto 1. Manejo de cruces de cuerpos de agua
Proyecto 2. Manejo de la calidad del agua del río Cocorná.
Proyecto 3. Manejo de aguas de escorrentía
Proyecto 4. Manejo del ahorro y uso eficiente del agua
Proyecto 5. Manejo del ahorro y uso eficiente de la energía
<b>PROGRAMA 7. MANEJO DE FUENTES DE EMISIÓN Y RUIDO</b>
Proyecto 1. Control de emisiones de material particulado, gases y ruido
Proyecto 2. Manejo de explosivos y voladuras
Proyecto 3. Manejo de plantas de concreto
Medio biótico
<b>PROGRAMA 1. MANEJO DEL RECURSO FLORA</b>
Proyecto 01. Aprovechamiento forestal y remoción de cobertura vegetal
Proyecto 02. Compensación de la cobertura vegetal removida.
Proyecto 03. Rescate y reubicación de epífitas.
Proyecto 04. Rescate y reubicación de especies de flora sensible, amenazada o en veda
<b>PROGRAMA 2. MANEJO FAUNA SILVESTRE</b>
Proyecto 01. Manejo de especies faunísticas endémicas, migratorias o amenazadas.
Proyecto 02. Salvamento contingente fauna terrestre y voladora.
Proyecto 03. Salvamento de ictiofauna.
<b>PROGRAMA 3. MANEJO DEL CAUDAL ECOLÓGICO</b>
Proyecto 01. Establecimiento del caudal ecológico y caudal remanente.
Medio socioeconómico
<b>PROGRAMA 1: INFORMACIÓN, COMUNICACIÓN Y PARTICIPACIÓN COMUNITARIA</b>
Proyecto 1: información, comunicación y participación comunitaria y atención al ciudadano

<b>PROGRAMA 2: GESTIÓN SOCIO PREDIAL</b>
Proyecto 1: negociación de predios y servidumbres
Proyecto 2: reparación, restitución y/o compensación de infraestructura afectada
Proyecto 3: restitución y/o compensación de actividades económicas
Proyecto 4: restitución y/o compensación de actividades turísticas
<b>PROGRAMA 3: CONTRATACIÓN DE MANO DE OBRA, BIENES Y SERVICIOS</b>
Proyecto 1: contratación de mano de obra local
Proyecto 2: contratación de bienes y servicios
<b>PROGRAMA 4: EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA LOS TRABAJADORES Y LA COMUNIDAD</b>
Proyecto 1. Educación ambiental para el personal vinculado al proyecto
Proyecto 2. Educación y sensibilización ambiental para la comunidad del área de influencia
<b>PROGRAMA 5: FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL Y COMUNITARIO</b>
Proyecto 1: fortalecimiento institucional y comunitario
<b>PROGRAMA 6: PROGRAMA DE ARQUEOLOGÍA PREVENTIVA</b>
Proyecto 1: monitoreo arqueológico
<b>PROGRAMA 7. SEÑALIZACIÓN Y MANEJO DE TRÁFICO</b>
Proyecto 1. Señalización en áreas de construcción y operación de maquinaria
Proyecto 2. Manejo de tránsito vehicular, movilidad y control de accidentalidad

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019.

Cada proyecto comprende una serie de medidas de manejo, así mismo se relacionan con los impactos objeto de la evaluación ambiental (Identificación de impactos con proyecto acápite 8.2.2.2).

Teniendo lo anterior se procedió con la calificación y cuantificación de los criterios correspondientes al análisis de impactos residuales.

La asociación de los impactos ambientales evaluados con las medidas de manejo, y la calificación y cuantificación de los criterios se presentan de manera detalla en el Anexo 8.1 hoja “E\_Res”.

#### 8.2.6.1.2 *Tiempo de Recuperación (TR)*

Corresponde al tiempo aproximado que se tardará el factor ambiental en recuperarse a partir de la aplicación de las medidas de manejo establecidas previamente, el cual adicionalmente dependerá del tipo de medio intervenido.

Con el fin de valorar de forma cualitativa los impactos residuales, se aplicó la clasificación de la Tabla 8.56 respecto a las medidas de manejo aplicadas a cada impacto ambiental evaluado previamente.

Tabla 8.56 Clasificación y valores de tiempo de recuperación de impactos residuales.

Categoría	Descripción	Valor	Medida de manejo asociada
Largo plazo	Una vez se inicia la aplicación de la medida de manejo, el tiempo de recuperación es de muy largo plazo. Aplica también en casos en los cuales la afectación es irrecuperable.	1	Compensación
Recuperable a mediano plazo	En este caso el impacto se puede reducir en el medio receptor, la medida se aplica con posteridad a los daños causados por tanto una vez se inicia la aplicación de la medida de manejo, el factor afectado puede recuperarse a mediano plazo.	2	Corrección
Recuperable a corto plazo	Una vez se inicia la aplicación de la medida de manejo, el factor puede recuperarse a corto plazo. Mediante la medida se disminuye el efecto del impacto y por tanto se disminuye el tiempo de recuperabilidad.	3	Mitigación
Inmediato	Una vez se aplica la medida de manejo, el factor ambiental retorna a las condiciones iniciales de forma inmediata.	4	Prevención y potenciación

#### 8.2.6.1.3 Eficacia de la medida de manejo (E)

La eficacia de la medida de manejo permite establecer la capacidad que tiene la medida implementada para lograr disminuir el nivel de afectación que se causará o que se ha causado sobre el factor ambiental por la incidencia de la acción. Los valores usados se muestran en la Tabla 8.57.

Tabla 8.57 Calificación de la eficacia de las medidas de manejo.

Categoría	Descripción	Valor	Tipo de medida
Nula	Cuando la eficacia de la medida de manejo es nula. No se evidencia recuperación del factor ambiental afectado.	0	Compensación
Baja	Cuando la eficacia de la medida de manejo se evidencia en el medio receptor y se asocia a afectaciones resultantes ya previstas, a las cuales se les disminuye su intensidad.	1	Corrección
Media	Cuando la eficacia de la medida de manejo se evidencia en la fuente que lo genera, se identifican las posibilidades de que pueda existir un impacto y se de este modo se disminuye su nivel de intensidad.	2	Mitigación, prevención
Alta	Cuando la eficacia es alta, la medida de manejo evita que el impacto se presente.	3	Prevención
Muy Alta	Cuando es muy alta, se asocia a la potenciación de impactos positivos logrando una afectación negativa en el factor.	4	Potenciación

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019.

#### 8.2.6.1.4 Importancia de la recuperabilidad

Se determinó con respecto a los valores establecidos para el tiempo de recuperación del factor ambiental, y la eficacia de la medida de manejo establecida para el mismo. Este cálculo se realizó para cada medida de manejo aplicada a los diferentes impactos que fueron previamente evaluados, de este modo se calculó un promedio para la totalidad de los valores de recuperabilidad resultantes, lo cual permitió obtener un único resultado por impacto evaluado. (Ver Anexo 8.1 hoja “E\_Res”).

#### 8.2.6.1.5 Clasificación de la Intensidad en el manejo, y residualidad

A partir de los valores de recuperabilidad de la totalidad de impactos evaluados para el escenario Con Proyecto, se obtiene una escala de clasificación para la intensidad en el manejo, y para la residualidad, la cual se tradujo en un factor de reducción (Tabla 8.58). Los rangos establecidos dependieron de los valores mínimos y máximos obtenidos.

Tabla 8.58 Clasificación de la Intensidad en el manejo y factor de reducción de la afectación.

Rango de intensidad en el manejo		Valoración de la int. Manejo	Significado para la int. Manejo	Clasificación del factor de reducción	Factor de reducción
De	A				
0	4	Nula	La importancia de la recuperabilidad del factor en relación al mejoramiento de la calidad ambiental es muy baja o nula	Sin reducción	0 %
4	4,8	Baja	La importancia de la recuperabilidad del factor en relación al mejoramiento de la calidad ambiental es baja.	Reducción baja	5 %
4,8	5,6	Media	La importancia de la recuperabilidad del factor en relación al mejoramiento de la calidad ambiental es media.	Reducción moderada	15 %
5,6	6,4	Importante	La importancia de la recuperabilidad del factor en relación al mejoramiento de la calidad ambiental es alta.	Reducción importante	25 %
6,4	8,0	Significativa	La importancia de la recuperabilidad del factor en relación al mejoramiento de la calidad ambiental es alta.	Reducción significativa/Poten ciación	50 %

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019.

#### 8.2.6.2 Resultados del análisis de impactos residuales

El análisis de residualidad se realizó **para los impactos significativos** resultantes de la evaluación ambiental (impactos menores o iguales a -45, o mayores o iguales a 45), bajo el escenario con proyecto (Ver Figura 8.39). Los resultados de este proceso de análisis se desarrollan en el Anexo: “Anexo 8.1 MatrizEvIA”, hoja: “E\_CP”

##### **Residualidad impactos negativos:**

Según el análisis de residualidad, se puede concluir que para el **medio abiótico** las medidas de manejo ambiental, en promedio, tienen una reducción importante con un factor de reducción del 25% en promedio para los impactos. Por su parte, para el **medio biótico** prevalece una reducción moderada del impacto, con factores de reducción predominantes del 15% del impacto inicial. Finalmente, para el **medio socioeconómico**, predominan las reducciones del impacto calificadas como moderadas con un factor de reducción del 15% del impacto inicial.

Es importante indicar que antes de implementar las medidas de manejo ambiental, los impactos significativos del proyecto Pantágoras correspondían a 5 impactos importantes negativos y 2 impactos moderados negativos. Una vez implementadas las medidas de manejo ambiental, de los 6 impactos moderados negativos, se pasó a tener 5 impactos moderados negativos y solo un impacto importante negativo que corresponde al impacto de Alteración de los corredores fluviales, que tuvo una valoración inicial de -68, y pasó a tener una valoración de -51 después de implementar las medidas de manejo ambiental que para este caso tuvieron un factor de reducción calificado como importante del 25%. (Ver Figura 8.48).

##### **Residualidad impactos positivos:**

Es importante mencionar también que el proyecto generará impactos residuales positivos, entre estos se encuentran: Incremento en la demanda de bienes y servicios, Aumento de la población empleada, Incremento de ingresos de las entidades públicas (municipios, CARs) y el Fomento al desarrollo económico, todos estos impactos positivos corresponden al medio socioeconómico. Todos estos impactos residuales de carácter positivo tienen medidas de manejo ambiental con un factor de potenciación significativo que incrementa considerablemente la valoración positiva del impacto (Ver Figura 8.49).

Medio	Impacto	Valoración con proyecto	Medidas de Manejo	Tipo de Medidas	Intensidad promedio de las Medidas de manejo	Factor de reducción	Clasificación del tipo de reducción	Valoración del Impacto Residual	Importancia resultante
<b>Medio Abiótico</b>	Disminución de la disponibilidad de agua en la fuente intervenida	-66	Establecimiento del caudal ecológico y caudal remanente	Prevención	Importante	25%	Reducción importante	-49,5	Moderado negativo
	Perturbación de la dinámica fluvial	-48	Manejo de cruces de cuerpos de agua	Prevención	Importante	25%	Reducción importante	-36	Moderado negativo
<b>Medio Biótico</b>	Pérdida y/o deterioro de las coberturas vegetales	-45	Educación ambiental para el personal vinculado al proyecto	Prevención	Media	15%	Reducción moderada	-38,25	Moderado negativo
				Mitigación					
				Prevención					
				Prevención					
				Prevención					
				Compensación					
	Modificación del hábitat acuático natural	-57	Educación y sensibilización ambiental para la comunidad del área de influencia	Prevención	Media	15%	Reducción moderada	-48,45	Moderado negativo
				Prevención					
				Prevención					
				Prevención					
	Alteración de los corredores fluviales.	-68	Salvamento de ictiofauna	Prevención	Importante	25%	Reducción importante	-51	Importante negativo
<b>Medio Socioeconómico</b>	Afluencia de población foránea	-56	Información, comunicación y participación comunitaria	Prevención	Media	15%	Reducción moderada	-47,6	Moderado negativo
				Prevención					
				Prevención					
				Prevención					
	Surgimiento de expectativas, molestias o conflictos con la comunidad	-57	Información, comunicación y participación comunitaria	Prevención	Media	15%	Reducción moderada	-48,45	Moderado negativo

Figura 8.48 Resultados del análisis de residualidad para los impactos significativos negativos

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019.



Medio	Impacto	Valoración con proyecto	Medidas de Manejo	Tipo de Medidas	Intensidad promedio de las Medidas de	Factor de potenciación	Clasificación	Valoración del Impacto Residual	Importancia resultante
Medio Socioeconómico	Incremento en la demanda de bienes y servicios	47	Información, comunicación y participación comunitaria	Potenciación	significativa	50%	Significativa	70.5	Importante Positivo
	Aumento de la población empleada	58	Educación ambiental para el personal vinculado al proyecto	Potenciación	significativa	50%	Significativa	87	Muy Relevante Positivo
			Educación y sensibilización ambiental para la comunidad del área de influencia	Potenciación					
			Información, comunicación y participación comunitaria	Potenciación					
			Contratación de mano de obra	Potenciación					
			Contratación de bienes y servicios	Potenciación					
	Incremento de ingresos de las entidades públicas (municipios, CARs)	50	Educación ambiental para el personal vinculado al proyecto	Potenciación	significativa	50%	Significativa	75	Muy Relevante Positivo
	Fomento al desarrollo económico	58	Información, comunicación y participación comunitaria	Potenciación	significativa	50%	Significativa	87	Muy Relevante Positivo
			Educación ambiental para el personal vinculado al proyecto	Potenciación					
			Contratación de bienes y servicios	Potenciación					
			Contratación de mano de obra	Potenciación					
			Educación y sensibilización ambiental para la comunidad del área de influencia	Potenciación					

Figura 8.49 Resultados del análisis de residualidad para los impactos significativos positivos

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019.

### **8.3 VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL**

La valoración económica de los impactos ambientales (VEA) de la PCH Pantágoras Antioquia partirá de la presente evaluación de impactos; ésta corresponde a un análisis de los costos y beneficios ambientales que potencialmente generará la hidroeléctrica, a partir de la cuantificación monetaria de los impactos negativos y positivos significativos en el contexto ambiental y social del área de influencia del proyecto (Ministerio de Medio Ambiente, 2017).

Esta valoración permite generar información para la toma de decisiones relacionadas con la evaluación social de proyectos; en particular, aquellas decisiones relacionadas con el aprovechamiento sostenible del ambiente y la conservación de los recursos naturales, ello tenido en cuenta que podrían no tener mercado (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, 2018). La VEA complementa la información del Estudio de Impacto Ambiental, de tal manera que permite definir si un proyecto generaría ganancias en el bienestar social. Esta supone que los mercados en los cuales se transan bienes, son competitivos y con información perfecta. Por ello, no hay fallas de mercado y los precios no tienen distorsiones.

Dicho proceso se presenta en el Anexo 8.3 y se desarrolla según lo expuesto en los Términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental-EIA en proyectos de construcción y operación de centrales generadoras de energía eléctrica – TDR-014 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017), y en la Metodología general para la presentación de estudios ambientales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018). Adicionalmente, las metodologías planteadas para la elaboración de la valoración económica ambiental se encuentran reglamentadas por medio de la Resolución 1669 del 15 de agosto de 2017, emitida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible e implementada por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (MADS y ANLA, 2017), las cuales se explican con detalle en el capítulo 2 Generalidades, numeral 2.3.6.11 Metodología para la valoración económica ambiental. Esta resolución adopta los criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental.

#### **8.1.1 Impactos ambientales significativos**

Los impactos con calificación ambiental significativa que, por la magnitud de sus efectos sobre los Bienes y Servicios Ecosistémicos (BSE) asociados, son objeto del análisis de la valoración económica ambiental, se presentan en la Figura 8.29.

#### **8.1.2 Análisis de internalización**

La revisión cuidadosa de los Planes de Manejo Ambiental permitió identificar aquellos impactos internalizables, es decir que pueden ser corregidos con la implementación de las medidas que le fueron asignadas.

Los resultados del análisis de internalización se presentan en la Tabla 8.59, donde se ilustra los servicios ecosistémicos afectados por el impacto negativo y sus respectivas medidas de manejo, las

cuales se encuentran en detalle en los Programas de Manejo Ambiental del Capítulo 10. De acuerdo con el análisis de internalización y los costos ambientales anuales estimados, el valor presente neto es \$ 632.604.600 COP

Tabla 8.59 Análisis de internalización de impactos en la evaluación ex ante

Impacto negativo	Servicio ecosistémico o ambiental	Medidas de PMA					Costos ambientales anuales - ECi*		
		Medio	No. Programa	No. Proyecto	Nombre del indicador	Valor	CP (\$)	CO (\$)	CT (\$)
Perturbación de la dinámica fluvial	Regulación y soporte: de agua, amenazas naturales Cultural: Turismo y recreación, Sistemas de conocimientos, Valores históricos	Físico	6	1	Controles implementados en obras de cruce (CIOC)	100%	6.480.000	Este costo está incluido en la obra civil	1.231.200
					Jornada de limpieza en obras que ocupen los cauces (JLOC)	100%			
				4	Medidores instalados (MI)	100%	11.482.857	Este costo está incluido en la obra civil	2.181.743
					Dispositivos ahorradores instalados (DAI)	100%			
					Mantenimientos realizados (MR)	100%			
					Aguas lluvias aprovechadas (m³/mes)	100%			
					Campañas educativas al personal del proyecto PCH Pantágoras Antioquia (CEP)	100%			
					Solicitud de concesiones de agua otorgadas (CAO)	100%			
				5	Luminarias LED de bajo consumo energético instaladas (BI)	100%	9.082.857	Este costo está incluido en la obra civil	1.725.743
					Mantenimientos realizados (MR)	100%			
					Campañas educativas al personal del proyecto PCH Pantágoras Antioquia (CEP)	100%			
		Biótico	2	3	Caudal ecológico en tramo intervenido (QEC).	100%	5.880.000	30.000.000	6.817.200
					Obras de mitigación de la socavación (OMS)	100%			

Impacto negativo	Servicio ecosistémico o ambiental	Medidas de PMA					Costos ambientales anuales - ECi*		
		Medio	No. Programa	No. Proyecto	Nombre del indicador	Valor	CP (\$)	CO (\$)	CT (\$)
Pérdida y/o deterioro de las coberturas vegetales	Aprovisionamiento: biomasa, alimento, fibras, bioquímicos, medicinales y farmacéuticos, ornamentales.	Biótico	1	1	Porcentaje del aprovechamiento forestal desarrollado.	100%	10.277.143	100.000.000	20.952.657
					Porcentaje de área intervenida.	100%			
					Porcentaje de madera utilizado (donación o construcción).	100%			
				2	Porcentaje de área compensada	100%	8.408.571	70.000.000	14.897.629
	3			Porcentaje de avance (o cumplimiento de obligaciones) en las actividades de rescate y reubicación.	100%	15.120.000	80.000.000	18.072.800	
				Porcentaje de mortalidad individuos rescatados y trasplantados	30%				
	4			Levantamiento de veda	90%	Incluidos en Programa 1 Proyecto 3 biótico	Incluidos en Programa 1 Proyecto 3 biótico	-	
				Porcentaje de rescate y reubicación.	100%				
				Mortalidad individuos.	100%				
				Individuos Compensados.	100%				
	Culturales: Turismo y recreación, Sistemas de conocimientos, Valores históricos	Social	4	1	Participación en taller de socialización del EIA	100%	7.785.714	2.000.000	1.859.286
					Participación en capacitaciones ambientales	100%			
					Refuerzos ambientales ejecutados	100%			
				2	Sensibilizaciones ambientales con la comunidad educativa realizadas	100%	4.000.000	2.000.000	1.140.000
Proyectos educativos ambientales por localidad ejecutados					100%				

Impacto negativo	Servicio ecosistémico o ambiental	Medidas de PMA					Costos ambientales anuales - ECi*		
		Medio	No. Programa	No. Proyecto	Nombre del indicador	Valor	CP (\$)	CO (\$)	CT (\$)
					Cartillas de educación ambiental distribuidas	100%			
Modificación del hábitat acuático natural	Aprovisionamiento: Pesca y acuicultura, Alimento, Bioquímicos, medicinales y farmacéuticos Regulación y soporte: del clima local/regional, regulación de agua, purificación del agua y tratamiento de residuos, ciclaje de nutrientes. Cultural: Turismo y recreación, Sistemas de conocimientos, Valores históricos	Biótico	2	3	Los costos ya se encuentran previamente en esta tabla.		-	-	-
			3	1	Caudal ecológico en tramo intervenido (QEC)	100%	3.000.000	43.000.000	8.740.000
					Obras de mitigación de la socavación (OMS)	100%			
		Social	4	1	Los costos ya se encuentran previamente en esta tabla.		-	-	-
				2	Los costos ya se encuentran previamente en esta tabla.		-	-	-
Alteración de los corredores fluviales	Cultural: Turismo y recreación, Sistemas de conocimientos, Valores históricos	Biótico	2	3	Los costos ya se encuentran previamente en esta tabla.		-	-	-
			3	1	Los costos ya se encuentran previamente en esta tabla.		-	-	-
		Social	4	1	Los costos ya se encuentran previamente en esta tabla.		-	-	-
				2	Los costos ya se encuentran previamente en esta tabla.		-	-	-
Surgimiento de expectativas, molestias o conflictos con la		Social	1	1	Base de datos de contactos sociales	100%	21.557.143	21.950.000	8.266.357
					Reuniones de socialización con autoridades locales	100%			

Impacto negativo	Servicio ecosistémico o ambiental	Medidas de PMA					Costos ambientales anuales - ECI*		
		Medio	No. Programa	No. Proyecto	Nombre del indicador	Valor	CP (\$)	CO (\$)	CT (\$)
comunidad					Reuniones de socialización con las comunidades de las localidades del área de influencia del medio socioeconómico	100%			
					Punto de atención a la comunidad	si			
					Publicaciones anuales realizadas	100%			
					Mecanismo de atención de PQRS	100%			
			2	1	Predios con procedimiento de gestión predial (PGP)	100%	1.860.000	incluido en los costos generales del proyecto	353.400
					Propietarios informados (PI)	100%			
					Fichas prediales elaboradas	100%			
					Asesorías jurídicas realizadas	100%			
				2	Actas de vecindad y de entorno iniciales	100%	5.920.000	incluido en los costos generales del proyecto	1.124.800
					Actas de vecindad y de entorno finales	100%			
					Daños restituidos	100%			
			4	1	Los costos ya se encuentran previamente en esta tabla.		-	-	-
				2	Los costos ya se encuentran previamente en esta tabla.		-	-	-
			5	1	Organizaciones de base del Área de influencia de unidades territoriales menores con perfil organizativo y diagnóstico de gestión	100%	2.500.000	78.000.000	475.000
					Organizaciones de base en participantes en la reunión de apertura	100%			



Impacto negativo	Servicio ecosistémico o ambiental	Medidas de PMA					Costos ambientales anuales - ECI*		
		Medio	No. Programa	No. Proyecto	Nombre del indicador	Valor	CP (\$)	CO (\$)	CT (\$)
					Organizaciones de base del Área de influencia de unidades territoriales menores capacitadas	100%			
					Localidades del Área de influencia de unidades territoriales menores con proyectos de gestión formulados y radicados ante entidad pública o privada	70%			
		Biótico	1	1	Los costos ya se encuentran previamente		-	-	-
				2	Los costos ya se encuentran previamente		-	-	-
			3	1	Los costos ya se encuentran previamente		-	-	-
Afluencia de la población foránea y sus consecuentes procesos de aculturación		Social	3	1	Trabajadores contratados en construcción y abandono (Área de influencia de unidades territoriales menores)	80%	3.750.000	incluido en los costos generales del proyecto	712.500
					Trabajadores contratados en etapa de operación	80%			
					Inducción laboral	100%			
					Comité de empleo	si			
			4	1	Los costos ya se encuentran previamente		-	-	-
				2	Los costos ya se encuentran previamente		-	-	-
			5	1	Los costos ya se encuentran previamente		-	-	-
<b>Valores Totales</b>					\$		<b>117.104.286</b>	<b>426.950.000</b>	<b>88.550.314</b>
<b>Valor Total ECI</b>								<b>\$632.604.600</b>	

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019.

### 8.1.3 Valoración económica

Cumpliendo con la metodología expuesta en el capítulo 2 Generalidades y siendo impactos que generan cambios en el bienestar humano, los impactos sujetos a valoración económica y su respectiva descripción se presentan a continuación.

Tabla 8.60 Impactos económicos sujetos a valoración económica ambiental

Impacto No Internalizable	Descripción
Disminución de la disponibilidad de agua en el tramo intervenido	Por extracción de volúmenes de agua, que alteran el balance (restas de agua), en un espacio y tiempo determinados.
Afluencia de la población foránea y sus consecuentes procesos de aculturación	Se refiere a la llegada de población de otras regiones del departamento y el país para establecerse en una zona atraídos por diferentes intereses que están dados por las dinámicas políticas, o económicas o sociales. Este impacto tiene repercusión en la demanda de mano de obra, presión sobre los servicios públicos y sociales, en las prácticas y manifestaciones culturales, las condiciones de seguridad y presencia de nuevos actores, y otros efectos no estimados que irrumpen las condiciones normales.
Incremento en la demanda de bienes y servicios	Ocasionado por aumento en la población, las oportunidades de mercado, el fácil acceso a la zona, y la dinamización de la economía, incidiendo positivamente en las cadenas productivas del mercado local. Este impacto considera un cambio en las condiciones de vida de la población por el desarrollo de obras y/o actividades.
Aumento de la población empleada	Relacionado con la contratación de personal requerido para las labores constructivas de un proyecto, obra y/o actividad. Con respecto al escenario Con Proyecto, este impacto positivo se da principalmente en la etapa constructiva, en el resto de etapas se presenta en menor medida. Se relaciona también con la dinamización de la economía y considera un cambio en las condiciones de vida de la población por el desarrollo de obras y/o actividades.
Incremento de ingresos de las entidades públicas	Se pueden ver afectadas por ingresos por concepto de transferencias, tasas por uso de recursos naturales, pago de impuestos, inversión de proyectos de infraestructura, etc. Para el caso de proyectos hidroeléctricos, cuando los recursos naturales renovables son explotados para la generación de energía por medio de obras públicas, la entidad propietaria debe transferir anualmente al gobierno un porcentaje de las ventas brutas por generación de energía, tal porcentaje está reglamentado por la Ley 1450 de 2011 en el Art. 222 donde estipulan las transferencias del sector eléctrico. Por lo tanto, los ingresos de entidades municipales y las Corporaciones Autónomas se verán incrementados, los cuales se destinarán a la protección del medio ambiente. De otro lado, la Ley 56 de 1981, establece los aportes que deben realizar los proyectos hidroeléctricos por concepto de pago de impuestos, tasas por uso de agua, sobretasa ambiental, entre otros.

Fomento al desarrollo económico	Como consecuencia de la contratación de mano de obra calificada y no calificada y de la contratación de bienes y servicios para el desarrollo de las actividades ajenas al proyecto (sin proyecto) o del mismo, se amplían las posibilidades laborales para la población ubicada en el área de influencia directa e indirecta, lo que conlleva a un incremento en el nivel de sus ingresos y por ende de la región en general, toda vez que la dinámica económica se acelera mediante la potenciación de cadenas productivas.
---------------------------------	---

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019.

Para el proyecto hidroeléctrico Pantágoras, luego de la identificación de impactos sujetos a la valoración se realiza la selección de las metodologías para estimar el valor económico asociado a cada uno, y cuyos resultados permitan realizar, posteriormente, el análisis costo beneficio. Los impactos negativos se consideran costos, en contraste, los impactos positivos del proyecto se consideran beneficios. A continuación, se presentan los detalles metodológicos y los resultados por impacto. Las estimaciones se presentan en el Anexo 8.3 Valoración económica ambiental.

#### 8.3.1.1 Costos

##### 8.3.1.1.1 Disminución de la disponibilidad de agua en el tramo intervenido

Para estimar el valor monetario de la reducción del caudal en el tramo intervenido se utiliza el método de precios de mercado considerando la Tasa por Utilización de Agua (TUA), y que corresponde al cobro que se realiza a un usuario por la utilización del agua de una fuente natural superficial o subterránea. La TUA se fundamenta en el Artículo 43 de la Ley 99 de 1993 (Congreso de la República de Colombia, 1993) y su cálculo se presenta en el Decreto 1155 de julio de 2017 (MADS, 2017). Se debe hacer la observación que la estimación realizada no mide los beneficios de la protección ambiental por sí misma ni considera las preferencias sociales dentro de su análisis, y corresponde al límite inferior del valor del impacto (MADS, 2010). Sin embargo, esta tasa sirve como instrumento de gestión para cumplir con los objetivos de conservación y uso eficiente del agua, y también es fuente de recursos financieros para implementar proyectos ambientales que garanticen la renovabilidad del recurso (MADS, 2014).

El método requiere la cuantificación física de la reducción del caudal, el cual corresponde al caudal medio multianual utilizado en la producción de energía (turbinable) equivalente al 80% del caudal de diseño. El valor de la reducción de caudal se multiplica por el valor de la TUA, definido según la Resolución 1571 de 2017 del MADS (MADS, 2017), igual a 11,5 \$/m<sup>3</sup> COP 2017, y que debe ajustarse según el Índice de Precios al Consumidor - IPC, determinado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE, con lo cual el valor de la TUA es 12,2 \$/m<sup>3</sup> para el año 2019. Es importante mencionar que el factor regional considerado en la TUA es igual a 1 definido en el artículo 2.2.9.4.7.4. (MADS, 2015), dado que se espera que los vertimientos realizados durante las diferentes etapas del proyecto cumplan con la carga prevista. Igualmente, el costo de oportunidad

por uso del agua es igual a 0,1, en consecuencia, el volumen captado puede ser utilizado en usos subsiguientes aguas abajo del proyecto y como valor agregado, el proyecto considera mejoras en su calidad al incrementar los niveles de oxígeno disuelto a la hora descargar las aguas turbinadas.

$$VP = TUA * FR * V * Fop$$

#### Ecuación 8.1 Cálculo del monto a pagar

Donde, VP es el valor a pagar y está compuesto por la tarifa de la tasa de utilización de aguas (TUA), el factor regional (FR), el volumen de agua base para el cobro (V) y el factor de costo de oportunidad (Fop), el cual es adimensional. Por tanto, siguiendo la Ecuación 8.1, el valor anual de la reducción de la disponibilidad de agua es de \$434.546.546 COP. Es importante mencionar que el valor aquí presentado es un límite inferior de los costos asociados a las potenciales afectaciones por disminución del caudal.

Tabla 8.61 Costo de disminución de la disponibilidad de agua en el tramo intervenido

Parámetro	Valor
Caudal de diseño (m³/s)	17,53
Factor de planta	64,2%
Volumen captado (m³/año)	354.693.213
Volumen vertido (m³/año)	354.693.213
Factor costo de oportunidad (FOP)	0,1
Valor a pagar (\$/año)	434.546.546

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019.

#### 8.3.1.1.2 Afluencia de la población foránea y sus consecuentes procesos de aculturación

Este impacto se refiere a la movilidad poblacional generada especialmente durante la etapa de construcción, cuando sea necesario contratar personal que no se encuentre en el área de influencia del proyecto o también a causa de diferentes intereses que estén dados por las dinámicas políticas, económicas o sociales de la zona. Como consecuencia se podría tener repercusión en la demanda de mano de obra, presión sobre los servicios públicos y sociales, en las prácticas y manifestaciones culturales, las condiciones de seguridad y presencia de nuevos actores, y otros efectos no estimados que interrumpen las condiciones normales.

Debido a la naturaleza sociocultural del impacto, este presenta un factor de incertidumbre que impide conocer con exactitud cuáles serán los efectos que se darán en la sociedad. Al tratarse de una mezcla de culturas diferentes en un mismo territorio, ambos los inmigrantes como los individuos del territorio presentan un proceso de adaptación, el cual se ve afectada por procesos cognitivos, motivaciones y afectivos (Ferrer, Palacio, Hoyos , & Madariaga, 2014), de manera que el proceso de aculturación

podría tener diferentes finalidades que son difícilmente identificables. En consecuencia, no es posible determinar el costo monetario que este impacto genera.

No obstante, al presentarse la incertidumbre es necesario aplicar el principio de precaución: *“Cuando exista peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente.”* (MADS y ANLA, 2017). Así, este proceso puede modificarse a través de estrategias de intervención dirigidas a la población foránea y a la población residente, las cuales se proponen en los siguientes programas de manejo ambiental del medio socioeconómico del capítulo 10.1.1:

- PMA\_MS\_04\_01 Educación ambiental para el personal vinculado al proyecto
- PMA\_MS\_04\_02 Educación y sensibilización ambiental para la comunidad del área de influencia
- PMA\_MS\_05\_01 Fortalecimiento institucional y comunitario

#### 8.3.1.2 Beneficios

##### 8.3.1.2.1 Aumento de la población empleada

Como uno de los consumos intermedios fundamentales de los proyectos de inversión, en particular de los proyectos de infraestructura, la contratación de mano de obra se constituye en un beneficio para las comunidades donde se emplazan los proyectos. Es así, que el valor económico del aumento de la población empleada pueda estimarse utilizando el método de precios de mercado y partiendo de los salarios que pueden percibir las personas del área de influencia que se vinculen al proyecto. Al respecto, es importante tener en cuenta que el empleo que demanda el proyecto, implica la utilización de recursos de mano de obra que dejan de estar disponibles para otras actividades productivas a las que se dedicara antes la comunidad. En este sentido, “los salarios corrientes pueden constituir un indicador social sesgado del coste de oportunidad de la mano de obra, habida cuenta de las deficiencias de los mercados laborales” (Comisión Europea, 2003). Además, al ser un empleo transitorio para quienes se vinculen solo en la etapa de construcción, se genera incertidumbre sobre la vinculación a otras actividades una vez terminen sus contratos. Estos aspectos, de no tenerse en cuenta, pueden generar estimaciones sesgadas de este beneficio.

Este sesgo se puede evitar recurriendo a la corrección de los salarios nominales utilizando un salario de cuenta o salario sombra inferior al efectivamente pagado en el proyecto (Comisión Europea, 2003). En el caso de Colombia, la razón de los precios cuenta para la mano de obra no calificada es de 0,6 y por tanto, el beneficio real que genera cada \$ 1 de salario para la comunidad es de \$ 0,6 (BID, 1990). La elección de la mano de obra no calificada como referencia atiende a que se aproxima a las actividades que pueden realizar los habitantes del área de influencia en el proyecto y a que, al ser uno de los factores más bajos, se evitan posibles sobre estimaciones del beneficio.

El diagnóstico del mercado laboral en el área de influencia de unidades territoriales del capítulo 5 Caracterización del área de influencia del proyecto, permitió identificar que la población que se encuentra en edad de trabajar, asciende al 82 % para todas las localidades; sin embargo, al contrastar con la distribución de la población económicamente activa se observa que, sólo un 33 % de la población accede a un empleo formal y participan en la dinámica laboral y económica de las unidades territoriales. Para analizar la oferta de trabajo de la población en el municipio de Cocorná se utiliza la Tasa Bruta de Participación TBP, que muestra el porcentaje de la población que está en capacidad y disponibilidad de ejercer actividades económicas productivas, correspondiente al 29% de la población total (Gobernación de Antioquia, 2016). Este valor supera la demanda de personal requerido para la construcción y operación del proyecto en estudio. Adicionalmente, el municipio comprende un número suficiente de personas mayores de 18 años con nivel educativo técnico, tecnológico o profesional para satisfacer las necesidades laborales del proyecto.

Las diferentes etapas del Proyecto Hidroeléctrico Pantágoras generarán, en referencia a los no calificados, 118 empleos durante los 17 meses de construcción y 8 empleos durante los años de operación del proyecto. Se espera que todo el personal contratado sea del municipio de Cocorná, dadas las condiciones favorables de oferta de empleo.

Los salarios de mano de obra han sido definidos en un rango entre 1,5 y 3,5 salarios mínimos mensuales legales vigentes, dado que para el proyecto se requieren diferentes capacidades las cuales varían en costo. Aplicando el precio cuenta de 0,6 el beneficio real mensual de la contratación de personal durante el primer año genera ingresos por \$ 1.169.829.786 COP; en el segundo, en que terminan los 16 meses de la etapa de construcción es de \$ 389.943.262 COP, a partir de ese momento (año 3) y durante toda la vida útil del proyecto, los ingresos por año son de \$ 77.988.652 COP, situación que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 8.62 Ingresos anuales generados por la contratación de mano de obra

ETAPA	Ocupación	Cantidad	Año 1	Año 2	Año 3
			Construcción	Construcción	Operación
			Valor anual	Valor 5 meses	Valor anual
Construcción (17 meses)	Oficiales de obra	5	\$ 74.530.440	\$ 31.054.350	
	Ayudantes de obra	81	\$ 579.548.701	\$ 241.478.626	
	<b>TOTAL</b>	<b>86</b>	<b>\$ 654.079.141</b>	<b>\$ 272.532.976</b>	
Operación (50 años)	Operación de la central	4			\$ 83.474.093
	Operación de la captación	1			\$ 14.906.088
	Mantenimiento y seguridad	3			\$ 21.464.767
	<b>TOTAL</b>	<b>8</b>			<b>\$ 119.844.948</b>
			<b>\$ 654.079.141</b>	<b>\$ 272.532.976</b>	<b>\$ 119.844.948</b>

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019.

#### 8.3.1.2.2 *Fomento al desarrollo económico e Incremento en la demanda de bienes y servicios*

La construcción de obras civiles como el proyecto hidroeléctrico Pantágoras incrementa la productividad en otros sectores económicos porque se encuentra ligada a la expansión del comercio y a una mayor oferta de bienes y servicios a nivel local, contribuyendo al desarrollo económico del área de influencia. Sin embargo, la medición de estos efectos es compleja por la dificultad para establecer con exactitud el incremento real en la demanda y los mecanismos a través de los cuales este se genera. En el área de influencia del proyecto, la forma más clara de aproximarse al fomento del desarrollo económico e incremento en la demanda de bienes y servicios generados por el proyecto es partiendo de los ingresos que percibirán las personas que se vinculen como empleados.

Para su estimación, se utilizaron los encadenamientos como método para valorar los efectos de cambios en la demanda final ante incrementos en la inversión específica en generación de empleo. De acuerdo con la teoría económica, existen dos tipos de encadenamientos o eslabonamientos: hacia adelante y hacia atrás. Un encadenamiento hacia adelante considera todos los sectores en los cuales el sector bajo estudio es utilizado como insumo y mide cómo se afecta la oferta, mientras que un encadenamiento hacia atrás considera todos los insumos necesarios para la producción del sector y mide cómo se afecta la demanda en uno o varios sectores por la inversión realizada (Hernández, 2011). En este sentido, fue de interés en este estudio estimar los efectos sobre la demanda o encadenamientos hacia atrás.

Partiendo de la matriz insumo-producto que presenta de forma resumida las relaciones intersectoriales entre oferta y demanda en el país, (Hernández, 2011) estableció los encadenamientos hacia atrás generados por la inversión de \$ 100 en diferentes sectores y actividades, incluidas las obras civiles (ver Tabla 8.63). Estos datos implican que por cada \$ 100 que se inviertan en salarios a población del área de influencia para las obras civiles del proyecto, se generarán \$ 121,20 adicionales por concepto de eslabonamientos hacia atrás. Siguiendo esta teoría, el multiplicador de la inversión en este caso es de 2,121, sin embargo, se tomará el multiplicador 1,121 ya que así se excluye el salario en la valoración del impacto, dado que ya fue incluido previamente en la valoración económica del impacto del aumento en la población empleada.

Más allá de estos efectos, el autor señala que las remuneraciones laborales en sí mismas pueden ayudar a generar rentas para los trabajadores que, en el largo plazo, fomentan el desarrollo económico y por esta razón, se adiciona el multiplicador de las remuneraciones que es de 0,7 (Hernández, 2011).

El impacto por fomento al desarrollo económico e Incremento en la demanda de bienes y servicios del proyecto asciende a \$ 1.249.291.160 COP en el primer año, \$ 520.537.983 COP en el segundo y desde el año 3 al 50, es de \$ 228.903.850 COP como muestra la siguiente tabla.



Tabla 8.63 Estimación del Fomento el desarrollo económico e Incremento en la demanda de bienes y servicios

Multiplicadores del sector *		Efecto multiplicador salarios año 1	Efecto multiplicador salarios año 2	Efecto multiplicador salarios año 3 a 50
Encadenamientos hacia atrás	1,21	\$ 791.435.761	\$ 329.764.900	\$ 145.012.386
Multiplicador remuneraciones	0,7	\$ 457.855.399	\$ 190.773.083	\$ 83.891.463
<b>Total</b>		<b>\$ 1.249.291.160</b>	<b>\$ 520.537.983</b>	<b>\$ 228.903.850</b>

Fuente: I-Consult S.A.S, con información de (Hernández, 2011), 2019

### 8.3.1.2.3 Incremento de ingresos de las entidades públicas

Dentro del presupuesto destinado para la inversión del proyecto es necesario tener en cuenta dentro de los diferentes costos y gastos incurridos, aquellos que permiten modificar las finanzas municipales y de las corporaciones ambientales. En este contexto, el ingreso de las entidades públicas se da a partir de los trámites ambientales y a las transferencias que generará el proyecto, por ser mayor a 10 MW. De esta manera, la valoración de este impacto se realiza con el método de precios de mercado para los diferentes conceptos de pago que apuntan al beneficio de los municipios que hacen parte de la cuenca del proyecto y la corporación ambiental de la misma.

Se tiene en cuenta los costos incurridos en el proyecto por el pago por evaluación de trámites ambientales, uso y aprovechamiento de recursos naturales, impuestos de industria y comercio, pago de la inversión del 1 %, pago por permisos, pago por los trámites ambientales para la captación del recurso y por las transferencias (Ver Tabla 8.64). Se toma en consideración los tiempos de pago para cada uno y se distribuyen de manera anual comenzando desde el primer año de construcción u operación, dependiendo de cada concepto de pago.

Se seleccionaron los anteriores conceptos de pago dado que estos sirven como recursos que podrían ser destinados a propósitos diferentes que apunten al desarrollo municipal, a la protección de los derechos individuales y al cuidado y conservación del medio ambiente. Según las metas y objetivos municipales, estos ingresos podrían ser usados por ejemplo, en sectores del municipio con mayor déficit de equipamiento y espacio público, para el desarrollo de servicios públicos esenciales o en inversión en salud y educación. Adicionalmente, para el caso de las transferencias del sector eléctrico, estos son uno de los instrumentos financieros más importantes con los que cuentan las Corporaciones Autónomas Regionales para financiar su presupuesto y velar por la protección de los recursos naturales (Congreso de la República de Colombia, 1993).

Tabla 8.64 Conceptos de pago para las entidades públicas

Fondos especiales municipales (Art. 5 Ley 56/81)	
Valor comercial predios (COP)	620.532.500
Valor catastral (%)	80

<b>Fondos especiales municipales (Art. 5 Ley 56/81)</b>	
Valor catastral predios (COP)	496.426.000
Valor impuesto una sola vez (COP)	496.426.000
<b>Inversión del 1% (Art. 43 Ley 99/93)</b>	
Inversión forzosa de no menos del 1% (COP)	1.209.474.314
<b>Impuesto predial compensatorio (Art. 4 Ley 56/81)</b>	
Valor catastral predios (COP)	496.426.000
Impuesto predial (%)	0,8
Tasa del impuesto (%)	150
Valor impuesto anual (COP)	5.957.112
<b>Sobretasa ambiental (Art. 44 Ley 99/93)</b>	
Valor catastral predios (COP)	496.426.000
Tasa del impuesto (%)	0,25
Valor impuesto anual (COP)	1.241.065
<b>Transferencia sector eléctrico C.I. &gt; 10 MW (Art. 45 Ley 99/93)</b>	
Energía media anual (GWh)	103,44
Tasa del impuesto (%)	6%
Tarifa de liquidación (COP/kWh)	77,33
Valor impuesto anual (COP)	479.963.193
<b>Industria y comercio (Art. 7 Ley 56/81)</b>	
Capacidad instalada (MW)	18,40
Tasa del impuesto (COP/kW instalado) de 1981	5,00
IPC 1982	1,66
IPC actual	136,75
Deflactor	82,38
Tasa del impuesto (COP/kW instalado) actual	411,90
Valor impuesto anual (COP)	7.578.916

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

Se evidencia en la Tabla 8.64 que aquel que mayor ingreso generará es la inversión forzosa de no menos del 1%, de tal forma que se promueve la recuperación, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográfica que alimenta la respectiva fuente hídrica (Congreso de la República de Colombia, 1993). El beneficio que reciben las entidades públicas se refleja en la Tabla 8.65, los cuales recibirán un ingreso de 1.107.120.269 COP y 610.694.269 COP en el primer y segundo año en la etapa de construcción, respectivamente y recibirán anualmente a partir del primer año de operación 488.783.174 COP.

Tabla 8.65 Incremento de ingresos de las entidades públicas

<b>Año 1 Construcción</b>	<b>Año 2 Construcción</b>	<b>Año 3 Operación</b>
\$ 1.107.120.269	\$ 610.694.269	\$ 488.783.174

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019

### 8.1.4 Análisis Costo Beneficio

Los resultados del Análisis Costo Beneficio del Proyecto Hidroeléctrico Pantágoras para un período de análisis igual a la vida útil del proyecto, se presentan en la Tabla 8.66 y el detalle de las estimaciones se presenta en el Anexo 8.3 Valoración económica ambiental hoja “ACBA”, considerando una Tasa Social de Descuento (TSD) del 12% y una tasa de inflación de largo plazo estimada por el Banco de la República de Colombia en 3% (BANREP, 2019), los resultados muestran que los beneficios del proyecto son mayores que los costos.

El Valor Presente Neto del flujo de caja ambiental es positivo y la Relación Beneficio Costo es mayor que 1. Por tanto, la ejecución del proyecto, considerando las especificaciones técnicas de diseño y las recomendaciones de los Programas de Manejo Ambiental, generaría beneficios al conjunto de la sociedad. Al analizar el flujo de caja ambiental (Figura 8.50) se identifica que en ningún momento de la etapa de construcción y operación se generan mayores costos que beneficios ambientales, siendo los primeros dos años de construcción aquellos que mayores beneficios generar y el año tres o el primer año de operación aquel que menor valor monetario presenta. Lo anterior se da principalmente dado que al finalizar la etapa de construcción que tiene una duración de dos años, la población empleada se reduce significativamente debido a que se entra en etapa de operación donde se requiere poco personal operativo. Adicionalmente, la reducción en la mano de obra se ve reflejado en la disminución del fomento al desarrollo económico y la demanda de bienes y servicios.

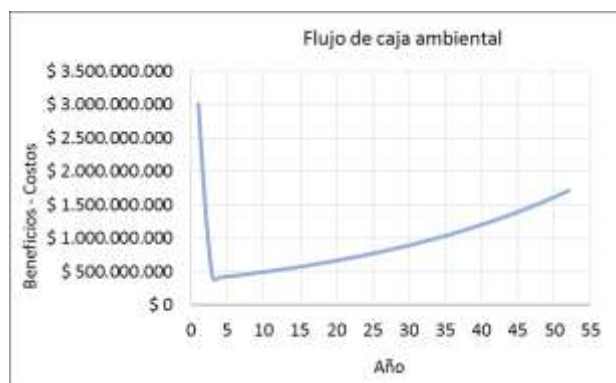


Figura 8.50 Flujo de caja ambiental

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019.

Es importante mencionar que el incremento de ingresos de las entidades públicas es según los resultados, el impacto positivo más relevante del proyecto en términos de magnitud monetaria, ya que el proyecto permite aumentar la disponibilidad del recurso financiero de las entidades públicas con propósito de ser usadas para el beneficio de la sociedad y del medio ambiente.

Tabla 8.66 Resultados Análisis Costos Beneficio

Análisis Costo Beneficio	VPN
<b>Beneficios ambientales/sociales</b>	
Aumento de la población empleada	\$ 2.068.314.996
Fomento al desarrollo económico e Incremento en la demanda de bienes y servicios	\$ 3.950.481.642
Incremento de ingresos de las entidades públicas	\$ 6.427.866.817
<b>Total beneficios ambientales</b>	<b>\$ 12.446.663.455</b>
<b>Costos ambientales/sociales</b>	
Disminución de la disponibilidad de agua en el tramo intervenido	\$ 4.245.583.947
<b>Total costos ambientales</b>	<b>\$ 4.245.583.947</b>
<b>Flujo de Caja Neto Ambiental (VPN)</b>	<b>\$ 8.201.079.508</b>
<b>Relación Beneficio Costo Ambiental (RBC)</b>	<b>2,93</b>

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019.

La prueba del VPN y la RBC es robusta ante variaciones en la TSD para el proyecto. Los resultados se presentan en la Tabla 8.67 y muestran que, incluso ante variaciones en las preferencias de la sociedad representada en los cambios de la TSD, el proyecto generaría efectos positivos.

Tabla 8.67 Cambios en la RBC y el VPN por cambios en la TSD

Tasa de descuento	RBC	VPN
8%	2,9	\$ 11.075.426.362
10%	3,2	\$ 9.324.772.259
12%	3,5	\$ 8.201.079.508
16%	4,3	\$ 6.885.938.021

Fuente: I-Consult S.A.S, 2019.