

Información Importante

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del catálogo en línea, página web y Repositorio Institucional del CRAI-USTA, así como en las redes sociales y demás sitios web de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor, nunca para usos comerciales.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

**Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, CRAI-USTA
Universidad Santo Tomás, Bogotá**



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



**Análisis de los impactos socio ambientales ocasionados por la desviación del río
Calenturitas en obras de canalización en el departamento del Cesar**

Natalia Higuera Ayala

Néstor Miguel Ramírez Rojas

Docente:

Diego Alexander Prada Buitrago

Director de proyecto de grado

Universidad Santo Tomás

Decanatura de División de Educación Abierta y a Distancia

Facultad de Ciencias y Tecnologías

Especialización en Ordenamiento y Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas

Bogotá D.C.

2021

Nota de aceptación:

Firma director de tesis

Firma del jurado 1

Firma del jurado 2

Bogotá D.C, marzo de 2021

Agradecimientos

Doy gracias a Dios por permitirme llegar a este paso y poder superar una de mis metas trazadas a lo largo de mi vida, por recibir una educación amplia sobre la posibilidad de cambiar un punto de vista a partir de mi carrera de Ingeniería civil, agradezco a mis padres por su apoyo por estar en momentos difíciles y ayudarme a crecer como persona. Agradezco a la Universidad Santo Tomas por su apoyo y por aportarnos docentes con un amplio conocimiento en el tema de la especialización, por su ayuda en cada proceso alcanzado.

Néstor Miguel Ramírez Rojas

Gracias a Dios porque su bendición guía mi camino, a mi familia por estar siempre presentes y ser mi poyo. Agradezco a la Universidad Santo Tomas y cada uno de los docentes que nos guiaron hasta éste importante paso.

Natalia Higuera Ayala

Tabla de contenido

	Pág.
Resumen.....	11
Abstract	12
Introducción	13
1. Generalidades del proyecto.....	15
1.1 Planteamiento del problema.....	15
1.2 Antecedentes	19
1.3 Objetivos	22
1.3.1 Objetivo general.....	22
1.3.2 Objetivos específicos	22
1.4 Justificación	22
1.5 Alcance.....	24
2. Marco Referencial.....	25
2.1 Marco Teórico.....	25
2.1.1 La Explotación Minera en el Marco del Modelo Económico Global.....	25
2.1.2 Impactos Socioambientales de la Explotación de Carbón	27
2.1.3 Manejo Ambiental	28
2.2 Marco Conceptual.....	29
2.2.1 Análisis Simplificado de Impactos Ambientales y sociales	29
2.3 Marco Legal	33
3. Metodología	36
3.1 Tipo de Estudio	36
3.2 Diseño Metodológico.....	36
3.3 Escenario	37
3.4 Participantes	37

3.5 Técnicas e Instrumento para la Obtención de Información	38
3.6 Análisis de la Información Recolectada	38
4. Resultados	39
4.1 Características del Tramo Desviado del Río Calenturitas	39
4.1.1 Características Circunstanciales del Área de Estudio	44
4.1.2 Características Geo-hidrológicas del Área de Estudio	46
4.2 Encuesta Diagnostica a Empleados de la Mina Calenturitas	52
4.3 Análisis de los Impactos Ambientales	55
4.4 Análisis de los Impactos Sociales	66
5. Discusión.....	69
Conclusiones	74
Recomendaciones	75
Referencias.....	76
Apéndice	80

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Variables de la matriz de evaluación</i>	30
Tabla 2. <i>Criterios de valoración</i>	32
Tabla 3. <i>Técnicas e instrumentos</i>	38
Tabla 4. <i>Coordenadas perimetales de la cuenca</i>	41
Tabla 5. <i>Factores y actividades</i>	55
Tabla 6. <i>Interacciones establecidas</i>	58
Tabla 7. <i>Cálculo de las interacciones establecidas</i>	59
Tabla 8. <i>Cálculo matricial del impacto socioambiental</i>	62
Tabla 9. <i>Cuantificación de impactos por fase</i>	63
Tabla 10. <i>Cuantificación de impactos por dimensión</i>	64
Tabla 11. <i>Cuantificación de impactos dimensión socioeconómica</i>	67

Lista de ilustraciones

	Pág.
Ilustración 1. <i>Geolocalización del rio calenturitas</i>	40
Ilustración 2. <i>Vista aérea de la mina y desvío del flujo hídrico de la cuenca</i>	40
Ilustración 3. <i>Puntos altitudinales del perímetro de la cuenca Calenturitas</i>	41
Ilustración 4. <i>Representación del nuevo y antiguo cauce río Calenturitas</i>	42
Ilustración 5. <i>Contorno del depósito aluvial (Qal1)</i>	47
Ilustración 6. <i>Mapa geológico del área de estudio</i>	49
Ilustración 7. <i>Mapa geomorfológico del área de estudio</i>	50
Ilustración 8. <i>Mapa de unidades hidrogeológicas aflorantes en el área de estudio</i>	51
Ilustración 9. <i>Puntos de interacciones en las fases</i>	65
Ilustración 10. <i>Puntos de interacciones en las dimensiones o medios</i>	65
Ilustración 11. <i>Puntos de interacciones en las dimensiones o medios</i>	67

Lista de ecuaciones

	Pág.
Ecuación 1. <i>Calculo de impacto ambiental</i>	33

Lista de apéndices

	Pág.
Apéndice A. <i>Encuesta diagnóstica</i>	80
Apéndice B. <i>Matriz de respuestas encuesta diagnóstica</i>	81

Resumen

El objetivo de la presente investigación fue analizar los impactos socioambientales ocasionados por la desviación del río Calenturitas en obras de canalización en el departamento del Cesar, a partir de la identificación del conocimiento con el que cuentan los trabajadores sobre el manejo del río y el procedimiento que se realiza actualmente con respecto a los lineamientos de PRODECO S.A mediante una encuesta diagnóstica y el establecimiento de los impactos socioambientales generados aguas abajo del tramo de desviación del río Calenturitas para el año 2020 a través de un modelo matricial. La metodología de tipo mixto (cualitativo-cuantitativo), de tipo no experimental, de alcance descriptivo y corte transversal, permitió describir las características del tramo desviado, así como diagnosticar la situación de conocimiento de un grupo de 10 empleados que voluntariamente participaron. Los resultados obtenidos del análisis matricial evidenciaron que, en relación a las dimensiones evaluadas, en el medio abiótico la carga total de impactos negativos corresponde al 43.9%, para el caso del medio biótico un 21.1% y, el medio socioeconómico obtuvo un 35.1%; diciendo con ello que existe mayor repercusión en la fase de construcción de la desviación y una carga negativa elevada sobre el medio abiótico. Se concluyó que los impactos relacionados al ambiente son, en el horizonte de tiempo, efectos negativos irreversibles de largo plazo, mientras que, aquellos relacionados al componente social y económico de efecto positivo, se suceden como elemento temporal en respuesta a las actividades económicas derivadas de la desviación del río Calenturitas.

Palabras clave: Impactos socioambientales, análisis matricial, diagnóstico, desviación de cauce, río Calenturitas.

Abstract

The objective of this research was to analyze the socio-environmental impacts caused by the diversion of the Calenturitas river in canalization works in the department of Cesar, from the identification of the knowledge that workers have about the management of the river and the procedure currently being carried out with respect to the PRODECO SA guidelines through a diagnostic survey and the establishment of the socio-environmental impacts generated downstream of the diversion section of the Calenturitas river for the year 2020 through a matrix model. The mixed type methodology (qualitative-quantitative), non-experimental type, descriptive in scope and cross-sectional, made it possible to describe the characteristics of the deviated section, as well as to diagnose the knowledge situation of a group of 10 employees who voluntarily participated. The results obtained from the matrix analysis showed that in relation to the evaluated dimensions, in the abiotic environment the total load of negative impacts corresponds to 43.9%, in the case of the biotic environment 21.1% and, the socioeconomic environment obtained 35.1%; thereby saying that there is a greater impact on the deviation construction phase and a high negative charge on the abiotic environment. It was concluded that the impacts related to the environment are, in the time horizon, irreversible long-term negative effects, while those related to the social and economic component of positive effect, occur as a temporary element in response to the economic activities derived from the diversion of the Calenturitas river.

Keywords: Socio-environmental impacts, matrix analysis, diagnosis, river desviation, Calenturitas river.

Introducción

Los estudios de impacto ambiental constituyen una herramienta fundamental para la identificación, prevención y mitigación de los efectos que se producen en un ecosistema y/o comunidad tras la implementación de un proyecto de desarrollo. Es un estudio multidisciplinario en el cual se identifican todas las variables que van a verse afectadas directa e indirectamente con la ejecución de proyectos y de este modo facilitar la toma de decisiones. (Espinoza, 2009).

No se debe considerar la evaluación de impacto ambiental como una limitación para el desarrollo sino como un apoyo de gran importancia para la selección de las mejores alternativas y de esta forma la contribución a la conservación de los recursos naturales, satisfacción de las necesidades de la comunidad y el desarrollo de la región. Actualmente la cuenca del río Calenturitas presenta intervención antrópica con actividades como la minería, la pesca y la agricultura, con todo esto se genera remoción de la capa vegetal y degradación de los suelos que conlleva a la producción de sedimentos que posteriormente se depositan en las partes planas y causan problemas en los hábitats de las especies presentes.

El río Calenturitas a su paso por la mina Calenturitas tiene modificaciones en su cauce en un tramo de seis kilómetros aproximadamente y transporta cantidades considerables de sedimentos debido a la degradación de los suelos desde su cuenca alta y media y otros factores propios de la minería, por tal motivo se debe cumplir con los requisitos legales exigidos por la autoridad ambiental, necesidades de las poblaciones vecinas aguas abajo y el ecosistema del área.

Los procesos de sedimentación para los cuerpos de agua de la región y en general de todo el país representa uno de los problemas más significativos y trae consigo innumerables consecuencias para el hombre y todo el ecosistema cercano, dependiente del recurso hídrico.

Este fenómeno consiste en el aporte de limos, arcillas, arena y otros tipos de partículas sueltas del suelo y afloramientos rocosos que se depositan en el fondo de una masa de agua. Pueden provenir de la erosión del suelo o de la descomposición de plantas y animales.

El río Calenturitas fue sometido a un proceso de desviación asociado a aspectos tales como el uso del suelo, la protección del recurso en lo que se refiere a calidad y condiciones ambientales reduciendo impactos negativos al entrar en contacto con una operación minera activa en la zona, donde se debe generar un plan de monitoreo y mantenimiento en las obras de canalización para garantizar el constante flujo de agua, el sustento del recurso a la población y preservación de las especies de fauna y flora.

En este sentido, la estructura del presente trabajo tiene en cuenta en primera instancia unas generalidades que se relacionan con el planteamiento de problema, antecedentes, objetivos, justificación y alcance de la presente investigación, que llevó a la construcción de un marco de fundamentación teórica, conceptual y legal alrededor de los temas de explotación minera, impactos socioambientales y análisis simplificado de dichos impactos.

Posteriormente, a través del diseño metodológico se describió el tipo de estudio, escenario, participantes, técnicas e instrumentos para la recolección de información y análisis de la misma. Luego, en otro apartado del documento se desglosa la exposición de cada uno de los propósitos de la investigación dando cumplimiento a los objetivos planteados, al igual que se da un espacio para la discusión y conclusiones frente al proceso investigativo.

1. Generalidades del proyecto

En el presente apartado se relaciona el planteamiento del problema junto con los antecedentes investigativos que se articulan con el estudio realizado y, posteriormente, se delimitaron los objetivos que orientan el desarrollo del trabajo de grado, así como su justificación y alcance.

1.1 Planteamiento del problema

El modelo de crecimiento económico a nivel global al cual se ha llamado economía de escala tiene como elemento primordial la generación de valor en diferentes renglones de acción económica, a través de los cuales se busca obtener beneficios a corto, mediano y largo plazo, en especial, en la explotación de recursos renovables y no renovables, que se conecta con un modelo hegemónico de producir, vender y obtener beneficios, desestimando en la mayoría de los casos el consumo de los ecosistemas y la generación de impactos negativos a nivel social y ambiental (Dietz, 2018).

Este modelo imperante de producción ha sido asimilado en todas las regiones del mundo entre las que se cuenta Colombia, encontrándose un esquema industrial y de explotación minera principalmente, que permiten un crecimiento del producto interno bruto (PIB), pero que, en contraprestación, el marco ambiental y social sufre los pormenores de las actividades económicas en diferentes regiones del país en donde la actividad minera ha tenido concentrada su accionar (Latorre & Tovar, 2017).

Es de mencionar, que dentro de las actividades económicas tradicionales del país se ha encontrado entre otras la producción agrícola, pecuaria, la explotación minera y de hidrocarburos, las cuales han formado parte del tejido económico de la nación en el último

siglo, encontrándose el país como el cuarto productor petrolífero y el sexto de producción minera de Latinoamérica (Lara, Naranjo & Manosalva, 2017).

En este sentido, el petróleo, oro, esmeraldas y carbón resultan ser los principales productos minerales que acompañan la canasta productiva del país, junto a la explotación de otro tipo de minerales como la plata, el platino, cobre, níquel y gas natural. No obstante, el incremento de la actividad económica alrededor de la explotación petrolífera y minera ha generado en el escenario ambiental y social una serie de impactos de tipo primario, secundario y terciario que afectan desmedidamente la sostenibilidad de los ecosistemas y la transformación de las comunidades alrededor de estas situaciones de explotación ambiental (Trujillo, Rojas y López, 2018).

Es así, que Lara, Naranjo & Manosalva (2017) han citado que dentro de la gestión de impactos socio ambientales se han comprendido una serie de actividades organizadas y sistematizadas para que los actores del escenario productivo puedan llevar a cabo una planificación, verificación y actuación de sus actividades económicas, para establecer en evidencia las actuaciones que amenazan con el equilibrio de la naturaleza y, de esta forma, generar planes de acción o de mejora que permitan la recuperación y protección del ambiente.

De esta manera, el problema que se aborda en esta investigación gira alrededor de la explotación minera de carbón a cielo abierto, en atención del permiso de ejecución de obras solicitado por la empresa PRODECO S.A., para el canal de desviación del río Calenturitas, por lo cual resuelve otorgar el permiso de ocupación de cauce destinado a construir un puente sobre el nuevo tramo de desviación del río Calenturitas, para la actividad de minería de extracción de carbón, ubicada en los municipios de El Paso, Becerril y La Jagua de Ibirico, que se encuentran ubicados en el Oriente del departamento del César, en dónde se ha centrado la explotación carbonífera desde hace varias décadas, coexistiendo un componente hidrogeológico que es de interés de preservación y conservación, a propósito de los impactos

que se derivan de la actividad de explotación minera en relación a la afectación social y ambiental.

Se tiene en cuenta dentro del problema, que el Ministerio de Ambiente permitió a PRODECO S.A. modificar el Plan de Manejo Ambiental aprobado a la empresa, autorizando la ampliación del PIT de explotación, junto con la desviación de los ríos Calenturitas, Tucuy, Maracas y Arroyo Caimancito para el desarrollo de la actividad minera mediante la Resolución 464 del /2009); el Ministerio: "...ve viable el permiso de ejecución de obras solicitado por la empresa PRODECO S.A., para el canal de desviación del río Calenturitas", por lo cual resuelve otorgarle Permiso de Ocupación de Cauce destinado a construir un puente sobre el nuevo tramo de desviación del río Calenturitas, para la actividad de minería a cielo abierto, de extracción de carbón, ubicada en los municipios de El Paso, Becerril y La Jagua de Ibirico (Art. 1° y 2°).

En el trámite de los procesos sancionatorios se presentan situaciones particulares que indican omisiones, moras e inactividad injustificada por parte de la ANLA en su trámite. Es así como se presentan casos en los cuales las investigaciones fueron iniciadas en los años 2010, 2011 y 2012, y a la fecha la entidad no se ha pronunciado sobre la misma, en el sentido de decretar la cesación del procedimiento o la consiguiente formulación de cargos, se lee en la auditoría. Así mismo, hay expedientes en los cuales la Investigación fue iniciada por el Ministerio de Ambiente y hasta el momento la ANLA no ha hecho un pronunciamiento de fondo. Esta inactividad en los procesos sancionatorios advierte la Contraloría: "podría conducir al fenómeno de la prescripción de las acciones ambientales" o a que "el Estado pierda la oportunidad de imponer sanciones en los casos en que se demuestre el incumplimiento de las normas o el daño causado y, por ende, de recaudar determinadas sumas de dinero por posibles multas que se pudieran imponer o las medidas compensatorias que se llegaren a establecer".

Es aquí, donde el impacto socioambiental de manera genérica contempla la introducción de elementos exógenos que generan un cambio en la relación de la naturaleza con

la cultura, la sociedad, el entorno y las actividades económicas, en la que una gestión centrada en lo ambiental obliga a la identificación de los agentes que forman desequilibrio y así establecer programas que disminuyan el impacto ambiental y social.

En consonancia con lo anterior, se han determinado unos impactos negativos socioambientales de tipo directo o primario que están relacionados con la sobreexplotación del carbón como recurso natural no renovable y su consumo excesivo dentro de la canasta energética nacional. Asimismo, otro impacto primario son las modificaciones que la actividad económica de explotación de carbón ha forjado sobre el medio ambiente y ecosistema cercano.

De igual forma, se han identificado impactos de tipo secundario que están relacionados con la contaminación atmosférica en el consumo de carbón, lo cual genera la emisión de gases efecto invernadero de tipo acidificante, y que además implica la emisión de partículas de polvo, humos y otras sustancias en la atmósfera. De acuerdo a lo anterior, se ha podido establecer que la actividad minera de explotación de carbón deriva en impactos socioambientales de tipo terciario, relacionados con la producción de residuos industriales del consumo de materias primas y energías, las cuales son vertidas directamente a fuentes hídricas cercanas y la alteración por ende en los ecosistemas secundarios, en donde tiene su asiento la producción agrícola y pecuaria de la región.

Es de percibir entonces, que el problema de la contaminación atmosférica y de las fuentes hídricas que incita la actividad de explotación minera de carbón hace posible un desequilibrio en la subsistencia de las poblaciones aledañas, a la vez que representa una afectación para los recursos naturales entre el aprovechamiento y conservación del recurso hídrico, por lo que se hace imperativo trazar un proceso investigativo que permita analizar los impactos socio ambientales ocasionados por la desviación del río Calenturitas en obras de canalización en el departamento del César, para determinar los factores que de manera natural

y antrópica, pueden alterar el curso del canal y generar cambios en los servicios ecosistémicos que se presta a comunidades aguas abajo.

Es así, que, en atención a la actividad económica de la minería de carbón causante de impactos negativos a nivel ambiental y social, se plantea la pregunta: ¿Cómo analizar los impactos sociales y ambientales ocasionados por la desviación del río Calenturitas en obras de canalización en el departamento del Cesar?

1.2 Antecedentes

Para iniciar, en un estudio realizado por Palmarroza (2017) centró su atención en el agua, territorio y desarrollo con ocasión en la desviación del arroyo Bruno en la cuenca del río Ranchería en la Guajira, donde mediante un análisis del impacto en las comunidades del área de influencia de la extracción minera de carbón en el Cerrejón, se identificaron las variables que permitieron la aprobación del proyecto en cuanto al disfrute del agua, y a su vez, poder visibilizar las relaciones de poder y la manera como las decisiones gubernamentales benefician o perjudican a los diferentes actores en su relación con el agua y su territorio.

Botero (2016) interesado en este mismo tema, realizó un estudio sobre la desviación del río Ranchería y expansión de la Mina El Cerrejón por tres compañías extranjeras que han expandido el territorio y multiplicado el volumen de carbón para exportación y que han planeado desviar el río mencionado, así como el arroyo Bruno, uno de sus afluentes, de manera que las toneladas de mineral, que se afirma que están bajo el cauce, engrosen sus ganancias. Sin embargo, se determinó que este proyecto económico afecta el hábitat alrededor del río, causa perjuicios ambientales que inciden directamente sobre el suelo, el aire y el agua de los que depende la subsistencia de las comunidades Wayúu que viven en las riberas y en la zona aledaña al cauce.

Los resultados permitieron dilucidar que se generó desplazamiento a raíz de la compra de tierras y la limitante de acceso al río con graves consecuencias para la salud y el trabajo agrícola. También se afectó la cultura indígena debido a que el río es un referente simbólico de gran importancia, y se desconoció el derecho fundamental a la consulta previa y no se garantizó el derecho a la vida y a la subsistencia que, de acuerdo con la Constitución Política, amparan a las comunidades étnicas como integrantes de la Nación y ciudadanos, de acuerdo con la Constitución de 1991.

En adición, Pérez & Betancur (2016) analizaron los impactos ocasionados por el desarrollo de la actividad minera al entorno natural y situación actual de Colombia, quienes, a través de una revisión documental exhaustiva en diferentes bases de datos, pudieron concluir que en Colombia existen medidas insuficientes para mitigar los efectos ambientales provenientes de la explotación minera, y que las consecuencias sociales, económicas y ambientales son altas en todos los territorios del país.

En otra latitud del país, Vega, Valencia & García (2019) evaluaron los efectos ambientales y sociales generados por la actividad minera en la cuenca media del río Quito en el departamento del Choco, mediante una caracterización durante dos meses de campo, tiempo en cual se realizaron 4 visitas al área de estudio, cada una con una duración de 5 días. Los impactos identificados se realizaron por entrevistas a 30 personas, con el objeto de determinar las percepciones que tienen los habitantes sobre las afectaciones en su territorio.

Entre los efectos identificados, se encontraron la sedimentación del río, desviación de su cauce, turbiedad constante, contaminación por efluentes y por fecalismo directo al río por los dormitorios improvisados de los operarios de las dragas, socialmente la pérdida de valores en los hombres y mujeres, así como drogadicción, alcoholismo y presencia de grupos armados, en donde la actividad minera realizada con maquinaria pesada en este municipio ha deteriorado

las condiciones de calidad de vida por las afectaciones al medio natural y a la cuenca, que representaban la principal fuente de obtención de recursos alimenticios.

Otro estudio liderado por Betancourt & Solaque (2018) permitió el análisis del impacto ambiental generado por la explotación de material de arrastre en el río Guatiquia en el municipio de Villavicencio departamento del Meta, para el caso de la Mina Guatiquia Centro SAS, con el propósito de formular un plan estratégico ambiental que permita mitigar el impacto de la explotación de material de arrastre y, a partir de ahí, establecer la viabilidad del mismo.

Mediante el diseño de una metodología cuantitativa de corte descriptivo se procedió al reconocimiento de las características del río Guatiquia para determinar los puntos de análisis de mayor relevancia, a través de la construcción de una matriz de causa y efecto donde se evidencia el nivel de impacto ocasionado y finalmente, se presenta el diseño de un plan de manejo ambiental con el fin de prevenir y reducir los impactos negativos antes y después de la explotación de material de arrastre, enfocado en la recuperación de suelos, las fuentes hídricas, la fauna y la calidad de vida de los que habitan en los alrededores de las zonas de extracción.

Desde un antecedente normativo, se puede citar la guía para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas (POMCA), la cual establece los criterios, procedimientos y metodologías para la correcta evaluación y manejo de los impactos ambientales ocasionados a la cuenca hidrográfica. Para ahondar en el tema específico del presente trabajo, el análisis de los sedimentos que se depositan en el lecho del cauce de los ríos generados a partir de la erosión de los márgenes, por arrastre de aguas arriba y por degradación de los suelos, entre otros factores, producen estancamiento y/o represamiento de las aguas lo que trae consigo alteraciones a la fauna acuática y disminución del recurso aguas abajo afectando las poblaciones vecinas y demás ecosistemas presentes.

Para el caso del POMCA del río Calenturitas en su fase de aprestamiento, presenta información sobre los sedimentos presentes en el río y el papel que juega en el desarrollo de la

cuenca hidrográfica. El tramo del río Calenturitas que fue desviado, periódicamente recibe análisis de sus sedimentos para determinar la calidad del agua, el volumen de los sedimentos depositados en el cauce y determinar los procesos erosivos que ocurren en sus márgenes, de esta forma poder garantizar el constante flujo y la calidad aguas abajo para las poblaciones y fauna, cumpliendo así, con la normativa legal colombiana.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Análisis de los impactos socioambientales ocasionados por la desviación del río Calenturitas en obras de canalización en el departamento del Cesar.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Identificar el conocimiento con el que cuentan los trabajadores sobre el manejo del río y el procedimiento que se realiza actualmente con respecto a los lineamientos de PRODECO S.A mediante una encuesta diagnóstica.
2. Determinar los impactos ambientales generados aguas abajo del tramo de desviación del río Calenturitas para el año 2020, a través de un modelo matricial.
3. Establecer los impactos sociales generados aguas abajo del tramo de desviación del río Calenturitas para el año 2020, mediante un modelo matricial.

1.4 Justificación

En el área de influencia de desviación del río Calenturitas se manifiestan impactos sociales y ambientales ocasionados por el desarrollo del proyecto sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico, en componentes tales como aire, agua y suelo, donde la

manifestación de dichos impactos es objetiva y medible. Por tanto, es necesario tener en cuenta que la actividad de minería realizada en la zona objeto de estudio indujo una desviación del cauce principal del río en un tramo de seis (6) kilómetros aproximadamente, lo cual ha generado entre otros, impactos ambientales, socio ambientales y en el ecosistema por la acumulación y arrastre de sedimentos en aguas abajo del río.

Es de considerar, que el recurso agua es quizás uno de los más importantes para la subsistencia de las poblaciones incluidas todas sus actividades y los ecosistemas en general, el cual además representa uno de los elementos más importantes dentro del ámbito de los recursos naturales, por lo que su adecuado manejo permite un equilibrio entre aprovechamiento y conservación, dado el aumento en la demanda del recurso.

Así pues, la minería como causante de impactos negativos ambientales y socioambientales deben ser evaluados a profundidad para tomar las mejores decisiones para el medio ambiente y las comunidades, lo que se conecta con las necesidades manifiestas desde que se iniciaron las actividades mineras en el departamento del Cesar, pues éstas se han convertido en una fuente de empleo directa e indirecta para habitantes de la región y personal foráneo.

A medida que el proyecto minero avanza, se ve la necesidad de evaluar los impactos ambientales ocasionados y ajustar las medidas de prevención, control y mitigación de las acciones mineras para garantizar el desarrollo correcto de las actividades industriales, cómo es el caso del desvío de un tramo del río Calenturitas, con el fin de preservar el ecosistema y tomar el beneficio económico ofrecido por el yacimiento. De esta forma, se requiere tener un control sobre los sedimentos generados (natural y antrópicamente) y acumulados a lo largo del canal de desviación que pueden generar cambios en el ecosistema y los servicios ecosistémicos prestados a las comunidades aguas abajo, para de esta forma prevenir controlar y mitigar los impactos ocasionados y mantener una minería sostenible. En este sentido, el río Calenturitas

abastece hídricamente la zona en los componentes social, ambiental y minero del departamento, lo cual ha originado discusiones por el uso del recurso para las diferentes actividades que se realizan en la región.

1.5 Alcance

Hernández y otros (2017) han definido que dentro de los procesos de investigación se debe pensar en el alcance que éstos tienen en el abordaje de una realidad concreta bajo estudio, lo cual deriva en la obtención de una serie de resultados que dan cuenta de cumplimiento de los objetivos trazados para el proceso definido previamente por el investigador.

En este sentido, el alcance de la presente investigación está relacionado con el análisis detallado de los impactos de tipo socioambiental en consecuencia del permiso otorgado por el Ministerio del Ambiente para que la empresa PRODECO S.A lleve a cabo las obras de canalización del río Calenturitas en inmediaciones del municipio de la Jagua de Ibirico en el departamento del César.

Es así, que desde una perspectiva metodológica el alcance es de tipo descriptivo, toda vez que se detalla el fenómeno o problema de acuerdo a variables precisas que se han establecido desde los objetivos del proyecto, y que se relacionan íntimamente con el análisis del comportamiento de sedimentos del tramo del río desviado, y el análisis subsecuente de los impactos socioambientales que llevaron a la presentación de los planes de manejo del caso.

2. Marco Referencial

En este apartado del documento se presentan los componentes de tipo teórico, conceptual y legal que atañen a la intención investigativa, en relación al análisis de los impactos socioambientales ocasionados por la desviación del Río Calenturitas en obras de canalización en el departamento del César.

2.1 Marco Teórico

En este apartado se presentan los aspectos teóricos más relevantes asociados al objeto de estudio y que se relacionan con la explotación minera en el marco del modelo económico global y los impactos subsecuentes en el ambiente debido a la explotación de carbón específicamente y, asimismo, los acercamientos paradigmáticos en relación al plan de manejo ambiental como elemento diferenciador en medio de las actividades industriales mineras.

2.1.1 La Explotación Minera en el Marco del Modelo Económico Global

Las tendencias a nivel internacional en relación al modelo económico capitalista se han visto revestidas de la producción a gran escala en la que el común denominador es la lesión de los recursos naturales y la afectación a las comunidades, soportado esto en grandes tendencias de consumo de bienes y servicios de la canasta energética global, en donde el auge de las tecnologías ha contribuido ostensiblemente al incremento del sistema productivo industrial y minero energético (Pizarro, 2020).

Obedeciendo a este comportamiento, existe dentro del factor productivo a nivel industrial el modelo extractivo que ha sido instituido en diferentes regiones del mundo para poder acceder a los diferentes minerales e hidrocarburos que existen en el subsuelo, llevando con ello, a que la actividad económica se masifique en atención a la alta rentabilidad que genera este tipo de negocios, puesto que los intereses empresariales han visto desde hace décadas la

acogida y necesidad que tiene todo el tema energético como eje importante de la dinámica de las sociedades modernas y posmodernas (Tobón, 2018).

De esta forma, Carrizo, Forget & Denoël (2016) han expresado que la explotación minera hace parte del modelo económico global mediante el cual se hace vigente la incentivación pública y privada para la explotación de recursos naturales no renovables, que en la actualidad son incluidos dentro de los diferentes planes estratégicos de desarrollo de todos los países alrededor del mundo.

En efecto, los países latinoamericanos entre esos Colombia, ha trazado una política pública y privada de inversión, observada desde el sector ambiental para entregar cientos de títulos mineros para la explotación incluso de áreas protegidas, lo que ha implicado enormes daños económicos, ecológicos y sociales en diferentes regiones del país. En consonancia con lo anterior, es preciso mencionar que el panorama de crecimiento de la canasta minero energética del país está en aumento debido a las necesidades de consumo establecidas a nivel del entramado social y empresarial, las cuales crean un ambiente de inversión de multinacionales en territorios diversos que han generado resistencia por parte de diferentes sectores sociales (Broncano & Scott, 2020).

De alguna forma, todo el modelo económico apunta al establecimiento de diversos proyectos que juegan un papel clave en el mantenimiento económico y financiero de las naciones, otorgándose de esta manera, diversos mecanismos para establecer una eficiencia en las prácticas extractivas que, para el caso de Colombia, incluyen grandes porciones de territorio como el Cerrejón en la guajira, Cerromatoso, el páramo de Santurbán, Caramanta, Marmato y Cajamarca, por mencionar algunos de los más importantes (Latorre & Tovar, 2017).

Evidentemente, desde el Fondo Monetario Internacional y el Banco Interamericano de Desarrollo, se apalanca la dinámica internacional y nacional en cuanto al vehículo exploratorio minero con unas regulaciones que hasta la fecha tienen en jaque debido a al medio ambiente y

sus ecosistemas, con la presencia de complejos mineros en los territorios que puede exacerbar situaciones de confinamiento en el territorio, desplazamiento para satisfacción de necesidades básicas, generar nuevos conflictos de pérdida de vigencia de derechos constitucionales e imposibilidades para que las poblaciones puedan disfrutar de una vida digna (Vélez, 2017).

2.1.2 Impactos Socioambientales de la Explotación de Carbón

En la identificación de los modelos de explotación minera se ha encontrado una serie de impactos sociales y ambientales asociados a esta práctica industrial, dentro de la cual se reconoce la identificación y valoración ambiental como parte de la confiabilidad de los estudios previos a la ejecución de un proyecto exploratorio o extractivo y, asimismo, el control y mantenimiento que se hace a lo largo del proyecto y hasta su cierre (Prieto & Dinas, 2019).

Sea reconocido desde la literatura científica como lo señala Urbina, Cita & Campo (2016) la existencia de análisis de comportamiento y modificación de factores bióticos, abióticos, socioeconómicos y culturales, que se caracterizan en medio de la influencia de un proyecto extractivo de carbón, con el ánimo de establecer medidas de control y mitigación que fueren necesarias para evitar o disminuir los impactos negativos sobre cada una de las variables mencionadas.

De esta forma, es importante relacionar los elementos que vienen siendo afectados por las prácticas extractivas de carbón en cada una de sus etapas y, en atención a los escenarios en donde se planifica el desarrollo y preparación de la explotación minera, considerando que el ecosistema como factor complejo del ambiente requiere de una observancia de diferentes parámetros para establecer el grado de alteración que se pueda suceder en un entorno determinado (Rangel y otros, 2019).

Así, diferentes autores como Betancourt (2020) y Pardo y otros (2020) han identificado impactos directos en el ambiente que se relacionan con la sobreexplotación de los recursos

naturales, la modificación del medio ambiente circulante y la contaminación atmosférica, principalmente, dentro de los que se denotan impactos negativos de tipo primario, secundario y terciario, entre los cuales se encuentran la generación de residuos industriales, el crecimiento de materias primas, el sobre consumo de energía, la contaminación del suelo subsuelo y de las aguas.

Además, estos autores han señalado impactos negativos de forma indirecta que tienen que ver con la utilización de recursos vegetales y animales en las actividades agrarias, que se ven afectados por las actividades industriales. Asimismo, otra lesión de tipo indirecto que se ha determinado desde el punto de vista socio ambiental, lleva consigo la emisión de agentes contaminantes que generan los medios de transporte alrededor de la práctica minera de carbón.

Cabe anotar que, ésta recisión de los impactos es de gran importancia desde la perspectiva teórica y práctica, porque desglosa detalladamente las consecuencias que pueden ser generadas con cada una de las actividades a ser desarrolladas en la explotación de carbón, y que resulta ser la carta de navegación para el manejo ambiental de un proyecto minero, toda vez que la metodología empleada, está orientada a jerarquizar los impactos de manera que se identifiquen los factores ambientales sobre los cuales hay que centrar la atención en cada una de ellas (Espinoza & Saire, 2020).

2.1.3 Manejo Ambiental

Un plan de manejo ambiental desde el planteamiento teórico hace referencia al conjunto detallado de actividades que, producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad, el cual incluye los planes de seguimiento, monitoreo, contingencia, y abandono según la naturaleza del proyecto, obra o actividad (Moreno, 2020).

Al respecto, Manrique & Vega (2020) mencionan que el contenido de cada programa de manejo ambiental incluye impactos y aspectos ambientales significativos que atiende, finalidad con la cual se pretende desarrollar cada medida, etapa de aplicación de las medidas planteadas, tipo de medida (acciones de prevención, mitigación, compensación o corrección), acciones a desarrollar para el manejo de los impactos, lugar de aplicación, indicadores que se utilizarán para evaluar el desempeño del programa, responsables de la ejecución del programa y personal requerido. Esta información permite garantizar un correcto cumplimiento de las medidas planteadas, y su monitoreo y seguimiento en el tiempo.

En adición, Duque, Muñoz, Vásquez & Pedraza (2020) expresan que el plan de manejo ambiental es imperativo, ya que tiene la serie de lineamientos ambientales que promueve la integración de esa variable ambiental como parte de la planificación, diseño y ejecución de las actividades del proyectos, de forma tal, que constituyen un complemento de la legislación vigente sobre la materia y coadyuva a que los mismos se diseñen y construyan de una forma armonizada y equilibrada con el ambiente, conforme a los principios del desarrollo sostenible y el mandato constitucional de garantizar, para las actuales y futura generaciones, un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.

2.2 Marco Conceptual

Se hizo necesario describir conceptualmente el análisis simplificado de impactos ambientales y sociales como se aprecia a continuación, partiendo de las matrices cuantitativas y cualitativas de reportes de sustentabilidad como se determina a continuación.

2.2.1 Análisis Simplificado de Impactos Ambientales y Sociales

Sobre la base de los modelos simplificados de reportes de sustentabilidad del GRI (2018) se realiza el análisis simplificado impactos ambientales teniendo en cuenta los criterios

de acumulación, intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, periodicidad y efecto, tal y cómo se describen a continuación en la tabla 1.

Tabla 1. Variables de la matriz de evaluación

Variable	Código	Descripción
Signo	(+-)	Signo (+-). La primera es el signo, que puede ser positivo o negativo, según sea el efecto beneficioso o perjudicial. Efecto positivo. Aquél admitido como tal, tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general. Efecto negativo. Aquél que se traduce en pérdida de valor naturalístico, estético - cultural, paisajístico, de productividad ecológica, o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión o colmatación y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico - geográfica, el carácter y la personalidad de una localidad determinada.
Acumulación	A	Se distingue entre efectos simples, acumulativos o sinérgicos según la forma de interaccionar con otros efectos. Efecto simple. Aquél que se manifiesta sobre un solo componente ambiental o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de acumulación, ni en la de sinergia. Efecto acumulativo. Aquél que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad, al carecerse de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento del agente causante del daño. Efecto sinérgico. Aquél que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. Asimismo, se incluye en este tipo aquel efecto cuyo modo de acción induce en el tiempo la aparición de otros nuevos.
Intensidad	In	Por la intensidad o grado de destrucción del factor ambiental se clasifican los impactos en total, si la destrucción del factor es completa, notable si es elevada, media y mínima si es muy pequeña.
Extensión	E	Si la medida del impacto se realiza por la extensión de la superficie afectada se dice que puede ser puntual, local, parcial o extensivo y considerar incluso si la ubicación es crítica.
Momento	Mo	Se considera el momento en el que se produce el efecto respecto a la acción. ✓ Efecto es inmediato, ha pasado un tiempo cero. ✓ Efecto a corto plazo, si el efecto se produce en un tiempo inferior a un año.

		✓ Mediano plazo, si se produce entre un año y cinco. ✓ Largo plazo, si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años
Persistencia	P	Trata de las características del impacto en relación al tiempo. Efecto permanente. Aquél que supone una alteración indefinida en el tiempo de factores ambientales predominantes en la estructura o en la función de los sistemas de relaciones ecológicas o ambientales presentes en el lugar. Efecto temporal. Aquél que supone alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede estimarse o desestimarse.
Reversibilidad	Rv	La definición del concepto de reversibilidad habla de procesos naturales y de medio plazo. Es decir, que de la forma natural, al cesar la acción, el medio sea capaz de eliminar el efecto antes de cinco años. Efecto reversible. Aquél en el que la alteración que supone puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a medio plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio. Efecto irreversible. Aquél que supone la imposibilidad, o la dificultad extrema, de retornar, por medios naturales, a la situación anterior a la acción que lo produce.
Recuperabilidad	Rc	Efecto recuperable. Aquél en que la alteración que supone puede eliminarse, bien por la acción natural, bien por la acción humana, y, asimismo, aquel en que la alteración que supone puede ser reemplazable. Efecto irrecuperable. Aquél en que la alteración o pérdida que supone es imposible de reparar o restaurar, tanto por la acción natural como por la humana.
Periodicidad	Pr	Efecto periódico. Aquél que se manifiesta con un modo de acción intermitente y continúa con el tiempo. Efecto de aparición irregular. Aquél que se manifiesta de forma imprevisible en el tiempo y cuyas alteraciones es preciso evaluar en función de una probabilidad de ocurrencia, sobre todo en aquellas circunstancias no periódicas ni continuas, pero de gravedad excepcional. Efecto continuo. Aquél que se manifiesta con una alteración constante en el tiempo, acumulada o no. Efecto discontinuo. Aquél que se manifiesta a través de alteraciones irregulares o intermitentes en su permanencia.
Efecto	Ef	Efecto directo. Aquél que tiene una incidencia inmediata en algún aspecto ambiental. Efecto indirecto o secundario. Aquél que no supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia, o, en general, respecto a la relación de un sector ambiental con otro.

Fuente: GRI (2018).

Teniendo en cuenta cada una de las variables de la matriz de evaluación socio ambiental, se presenta en la tabla 2 los criterios de valoración para cada una de ellas, mientras que en la ecuación 1 se representa la fórmula con la cual se hace cálculo de impacto, en donde el valor más alto es de 57 y el valor mínimo de 9.

Tabla 2. Criterios de valoración

SIGNO		ACUMULACIÓN (A)	
Impacto			
beneficioso	+	Simple	1
Impacto perjudicial	-	Acumulativo	3
		Sinérgico	6
EXTENSIÓN (E) Área de influencia		Intensidad (In) Grado de destrucción	
Puntual	1	Baja	1
Parcial	2	Media	2
Extenso	4	Alta	4
Total	6	Muy alta	6
Crítica	+ 4	Total	10
PERSISTENCIA (P) Permanencia del efecto		REVERSIBILIDAD (Rv)	Medios naturales
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	4	Largo plazo	3
		Irreversible	4
RECUPERABILIDAD (Rc) Medios humanos		PERIODICIDAD (Pr)	
Recuperable de manera inmediata	1	Aperiódico o discontinuo	1
Recuperable a medio plazo	2	Periódico	2
Mitigable	4	Continuo	4
Recuperable a largo plazo	6		
Irrecuperable	8		
MOMENTO (Mo) Plazo de manifestación		EFEECTO (Ef)	
Largo plazo	1	Directo	3
		Indirecto	
Mediano plazo	2	secundario	2
		Indirecto	
Inmediato	4	terciario	1
Crítico	+ 4		

Fuente: GRI (2018).

Ecuación 1. Cálculo de impacto ambiental

$$I_m = \pm(A + E + In + P + R_v + R_c + Pr + Mo + Ef)$$

Fuente: Rojas (2019).

Es de resaltar que en esta matriz se abordan tres dimensiones: la primera de ellas es el medio abiótico, a través de las cuales se evalúa el impacto en agua, suelo y aire; mientras que la dimensión de medio biótico toca los aspectos de flora, fauna, ecosistema y paisaje; y finalmente, la dimensión socioeconómica, aborda los temas asociados al impacto social, a través del cruce de actividades y fases del proyecto.

Como resultado del ejercicio de evaluación de impactos sociales y ambientales, Rojas (2019) sugiere que se debe realizar una esquematización de las interacciones entre las fases y dimensiones del instrumento con las cuales se emiten conclusiones al respecto de los impactos ambientales y sociales.

2.3 Marco Legal

De acuerdo a lo establecido en el Decreto 2811 de 1974, se entiende por ordenación de una cuenca la planeación del uso coordinado del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna, y por manejo de la cuenca, la ejecución de obras y tratamiento de las mismas, a través del POMCA, en el que participa la población que habita en el territorio de la cuenca, conducente al buen uso y manejo de tales recursos. Los alcances de esta normativa se dirigen a la protección, conservación, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables; así como de la ocupación de un territorio de forma segura para evitar condiciones de riesgo en la cuenca.

En adición, el decreto 1640 de 2012 reglamenta los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones, a partir de considerar los aspectos previos contenido en el artículo 67 de la Constitución Política de Colombia, en desarrollo de lo dispuesto en los artículos 312 a 323 del Decreto Ley 2811 de 1974, numerales 1 y 12 del artículo 5° y parágrafo 3° del artículo 33 de la Ley 99 de 1993, y los artículos 212, 213 y 215 de la Ley 1450 de 2011.

Además, la Ley 1625 de 2013 asignó funciones a las áreas Metropolitanas que ejerzan la competencia de autoridad ambiental, y establecer comisiones conjuntas para la regulación y administración de los ecosistemas o cuencas compartidas con otras autoridades ambientales competentes.

Se suma a lo anterior, lo consagrado en el Decreto 2245 de 2017, por el cual se reglamenta el artículo 206 de la Ley 1450 de 2011 y se adiciona una sección al Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con el acotamiento de rondas hídricas.

Adicionalmente, la Resolución 464 de 2009 por medio de la cual se modifica el plan de manejo ambiental, teniendo en cuenta cambios en el plan minero con el fin de recuperar el carbón localizado bajo el lecho y costado norte del río Calenturitas, lo que implica el desvío de algunos tramos del río, los tramos serán desviados en fases, dependiendo de la necesidad, la primera fase se desarrollará luego de aprobada la modificación del plan de manejo ambiental, y los tramos de las fases finales cuando se requiera la intervención del siguiente sector a ser explotado.

La información presentada por parte de la empresa minera es explícita en los impactos relacionados con el recurso hídrico, especificando los parámetros manométricos, cálculo de precipitaciones de diseño, análisis para determinar la calidad de agua en cada una de las

corrientes intervenidas (puntos de toma de muestra), características de las cuencas afectadas por el proyecto.

Con respecto a al medio biótico impactado por el proyecto, se plantean las estrategias para minimizar los posibles impactos negativos sobre la fauna y flora acuática, dando a conocer las condiciones que deberán ser recreadas en los tramos de desvío el río. Asimismo, se relaciona lo que concierne al componente socioeconómico que puede verse afectado con el proyecto, indicando la zona de influencia directa (Boquerón, Plan bonito, La Loma, El Hatillo) y la zona de influencia indirecta (Municipios El Paso, La Jagua de Ibirico, Becerril), reconociendo que entorno al río se dan dinámicas de cultivo y pesca que se verían afectados por el proyecto.

3. Metodología

En el presente apartado se relacionan los aspectos asociados a la descripción del tipo de estudio, diseño metodológico, escenario y sus participantes, así como las técnicas utilizadas en el levantamiento y análisis de la información recabada durante el trabajo de grado.

3.1 Tipo de Estudio

El tipo de estudio desarrollado fue de enfoque mixto (cualitativo-cuantitativo) de acuerdo a lo señalado por Hernández y otros (2017), el cual se asocia a la integración organizada y sistemática de datos de tipo cualitativo y cuantitativo con los cuales se complementa en un solo estudio, con el propósito de obtener información articulada del fenómeno o realidad abordada.

Este tipo de estudios suelen desarrollarse en entornos altamente complejos en donde resulta necesario establecer diferentes puntos de vista a través de encuestas diagnósticas o entrevistas a profundidad, de la mano de la obtención de datos numéricos o estadísticos que apoyan la formulación de diferentes hipótesis alrededor de un problema delimitado previamente.

3.2 Diseño Metodológico

El diseño metodológico es de tipo no experimental, de alcance descriptivo y corte transversal (primer semestre de 2020). Según Hernández y otros (2017) los estudios no experimentales permiten la administración de variables de manera deliberada para fundamentarlos en la observación de fenómenos dentro de un contexto natural para analizarlos posteriormente.

Ya desde el punto de vista descriptivo, este tipo de diseños permite la generación de valores cualitativos y cuantitativos que se encargan de fundamentar las explicaciones que el

investigador otorga a un fenómeno observado. Asimismo, el corte transversal hace referencia a ese tipo de estudios en el que el seguimiento está ausente y, por tanto, la intención investigativa se da en oportunidad de un lapso de tiempo determinado que no genera interpretaciones en el pasado o futuro del escenario evaluado.

3.3 Escenario

De acuerdo con Hernández y otros (2017) el escenario investigativo está delimitado por elementos de tipo espacio-temporal que lo circunscriben a un territorio o parte de él, en donde sucede los fenómenos a estudiar por parte del investigador, que para el caso de estudio se ciñe a la zona de ocupación de cauce sobre el tramo de desviación del río Calenturitas, ubicado entre los municipios de El Paso, Becerril y La Jagua de Ibirico en el oriente del departamento del Cesar. Los autores del presente informe hicieron parte del ejercicio de indagación en atención al objeto de estudio, el cual comprendió un período 6 meses que corresponde al primer periodo académico del año 2020.

3.4 Participantes

De acuerdo con Hernández y otros 2017 los participantes en un proceso investigativo pueden ser determinados a través de métodos probabilísticos y no probabilísticos que, para el caso de la presente investigación, se asocia a un muestreo no probabilístico por conveniencia, en donde se seleccionaron aleatoriamente 10 trabajadores de la empresa minera, quienes accedieron de forma voluntaria a la contestación de la encuesta diagnóstica que se presenta en el [apéndice A](#).

3.5 Técnicas e Instrumento para la Obtención de Información

Teniendo en cuenta los propósitos del presente estudio se realizará el abordaje a través de las siguientes técnicas e instrumentos para el cumplimiento de los respectivos objetivos como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. *Técnicas e instrumentos*

Objetivo	Técnica	Instrumento
Identificar el conocimiento con el que cuentan los trabajadores sobre el manejo del río y el procedimiento que se realiza actualmente con respecto a los lineamientos de PRODECO S.A mediante una encuesta diagnóstica.	Encuesta	Encuesta diagnóstica
Determinar los impactos ambientales generados por la sedimentación aguas abajo del tramo de desviación del río Calenturitas para el año 2020.	Análisis matricial	Matriz de impactos cruzados GRI (2018)
Establecer los impactos sociales generados por la sedimentación aguas abajo del tramo de desviación del río Calenturitas para el año 2020.	Análisis matricial	Matriz de impactos cruzados GRI (2018)

Fuente. Los Autores (2020).

3.6 Análisis de la Información Recolectada

A partir de la información recolectada de los informantes clave se procedió a un análisis contrastado con autores para la emisión del diagnóstico en cumplimiento del objetivo número uno, mientras que, para el cumplimiento de los objetivos específicos dos y tres, se realizó los cálculos respectivos en un libro de Excel, con el cual se hizo el análisis cuantitativo y cualitativo del caso, mediante la metodología matricial del GRI (2018) adaptada por Rojas (2019), y que se relaciona íntimamente con aspectos estandarizados de evaluación de impactos ambientales y sociales, pertinentes metodológicamente para el caso de estudio de desviación del río Calenturitas.

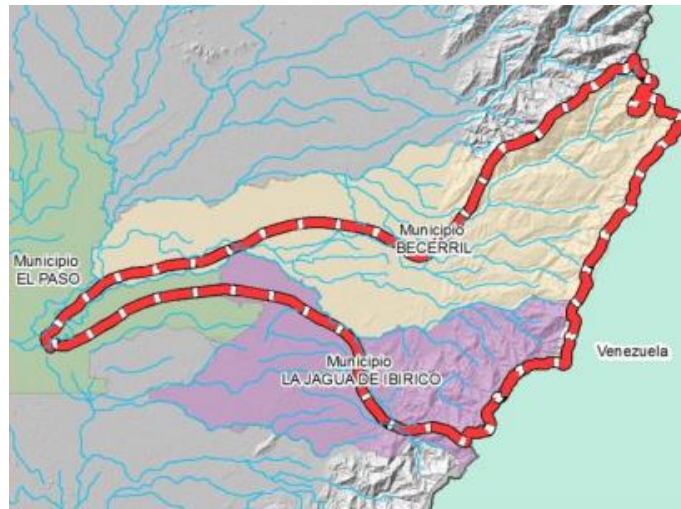
4. Resultados

En este capítulo se exponen los resultados obtenidos en el desarrollo del proceso metodológico descrito en el capítulo anterior, considerando en primera instancia las características del tramo desviado del río Calenturitas en relación con elementos de tipo espacial, circunstancial y geo hidrológico. Posteriormente, se realizó el diagnóstico a trabajadores y los respectivos análisis de los impactos ambientales y sociales derivados del ejercicio matricial.

4.1 Características del Tramo Desviado del Río Calenturitas

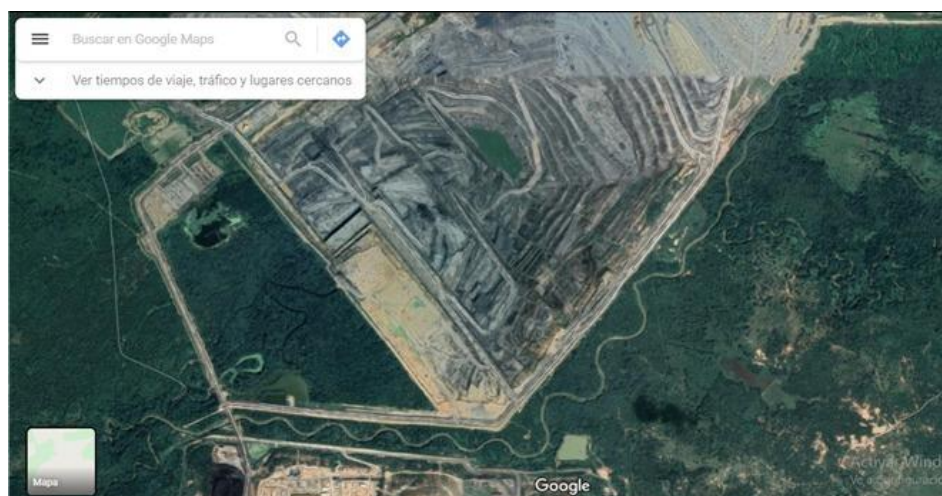
El río Calenturitas nace a siete kilómetros de la cabecera municipal de Becerril, en la Serranía de los Motilones o del Perijá (ubicada en el departamento del Cesar, en la zona oriental; en límites con Venezuela) y desemboca en el río Cesar (forma parte de la cuenca Cesar Medio I, Margen Izquierda). Su cauce beneficia a las comunidades que habitan en Becerril, Las Piñas, El Cerro, El Prado, El Descanso, Tierra Santa y La Loma de Calenturas, zona donde se encuentran grandes yacimientos de carbón.

Durante su recorrido baña gran parte del municipio de Becerril, un sector de los territorios de La Jagua de Ibirico y El Paso. Forma parte de un eje donde confluyen los ríos Maracas y Tucuy, y por extensión el Sororia. La Cuenca del río Calenturitas se encuentra ubicada geográficamente hacia el costado Oeste de la Serranía del Perijá, dentro del Departamento del Cesar como se observa en la ilustración 1.

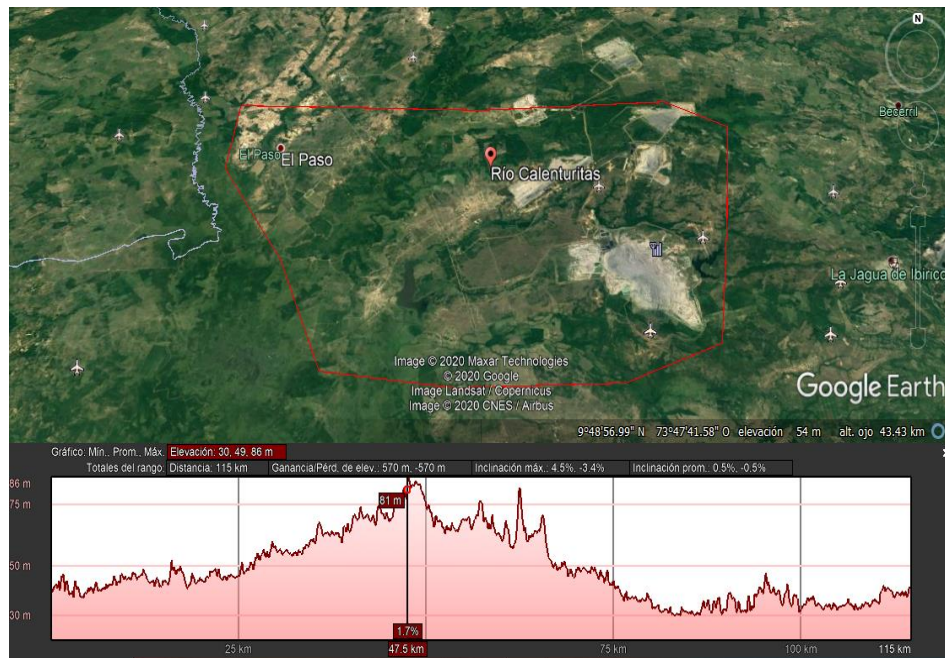
Ilustración 1. *Geolocalización del río calenturitas*

Fuente: POMCA Rio Calenturitas (2016).

El río Calenturitas, es un río (SIC) meándrico que tiene como característica principal un proceso de erosión y sedimentación de manera simultánea en sus propias orillas, produciendo erosión en la zona externa y sedimentación en la zona interna de sus bordas, el río Calenturitas se encuentra ubicado sobre unas coordenadas específicas espaciales las que se compone de una latitud $9^{\circ}38'53,75''N$ y longitud $73^{\circ}35'34,51''O$ (Ver Ilustraciones 2 y 3).

Ilustración 2. *Vista aérea de la mina y desvío del flujo hídrico de la cuenca*

Fuente. Google Earth (2020).

Ilustración 3. Puntos altitudinales del perímetro de la cuenca Calenturitas

Fuente. Google Earth (2020).

Este polígono está comprendido a partir de una variante de graduales que se posicionan por la altura montañosa a los alrededores, a partir de ello, se comprenden las siguientes coordenadas expuestas en la tabla 4.

Tabla 4. Coordenadas perimetrales de la cuenca

No.	Latitud	Longitud
1	9°42'34.15"N	73°47'8.22" O
2	9°42'14.43"N	73°35'46.69"O
3	9°42'48.23"N	73°27'26.54"O
4	9°41'15.98"N	73°24'49.29"O
5	9°30'51.80"N	73°27'15.97"O
6	9°29'24.69"N	73°30'52.93"O
7	9°29'15.23"N	73°36'57.90"O
8	9°29'50.15"N	73°41'43.12"O
9	9°34'14.57"N	73°43'47.54"O
10	9°38'54.70"N	73°47'3.26"O

Fuente. Los Autores (2020).

El proceso de planificación y ordenación de las cuencas hidrográficas se define como un proceso permanente, sistemático, previsorio e integral adelantado por el conjunto de actores que interactúan en y con el territorio, direccionado hacia el uso y manejo de los recursos naturales de ésta, de manera que se mantenga o establezca un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento social y económico de tales recursos y la conservación de la estructura y la función físico biótica de la cuenca, a partir de allí se define el respectivo perímetro a analizar de la cuenca planteada (Ministerio de ambiente, 2009).

El área por tratar en el presente trabajo corresponde al tramo del río calenturitas a su paso por el costado oriental de la mina Calenturitas, sector A. El tramo desviado tiene una longitud aproximada de 6 km, y cómo fue mencionado anteriormente, se realizó dicho desvío con el fin de proteger el río y sus ecosistemas, como se muestra en la ilustración 4.

Ilustración 4. *Representación del nuevo y antiguo cauce río Calenturitas*



Fuente. Google Earth (2020).

La mina Calenturitas es uno de los proyectos mineros más importantes de todo el corredor carbonífero del departamento del Cesar, está dividida en varios sectores, A, B, C y D

respectivamente. Particularmente en el sector “A” existe una falla geológica local, llamada Falla Carolina, sin seguimiento de control estructural y caracterización descrita, ocasionando problemas durante el minado de los mantos de carbón, generando inestabilidad en las paredes y rampas.

Para la descripción y detalle del comportamiento de la falla se efectuaron levantamientos estructurales en campo y correlaciones de secciones transversales en el sector, determinándose que es una falla de tipo inversa con un rumbo N76°W y buzamiento 57° NE, la falla genera saltos verticales en los mantos de carbón desde 3.5 hasta 9 metros, los saltos no son constantes, varían a medida que la minería avanza hacia el sur de la mina.

La Falla Carolina no posee un componente de rumbo así su desplazamiento horizontal es igual a 0 y por lo tanto su desplazamiento neto es igual al salto vertical. La interpretación de pozos exploratorios y correlación de secciones, determinaron que en los futuros nivel de minería la Falla Carolina no tendrá efecto sobre la secuencia estratigráfica. Es de anotar, que algunas muestras que PRODECO S.A. en el año 2016 relaciona como referencia para los diferentes análisis que incluyen estos estudios:

1. Muestras granulométricas del fondo del lecho tomadas durante la inspección, realizada a los tramos de desviación del río Calenturitas y tratadas previamente.
2. Caudales medios mensuales multianuales, caudales medios diarios para el año promedio, aforos líquidos y mediciones de material en suspensión para la estación limnimétrica Islandia operada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).
3. Levantamientos topográficos y batimétricos de la corriente del río Calenturitas, en planta, perfil y secciones transversales para el tramo de interés en una longitud de 7,7 km, donde las secciones transversales se encuentran separadas

en promedio cada 100 m. Los levantamientos detallan suficientemente el canal principal, zonas de obstrucciones, acumulación de sedimentos, restricciones hidráulicas (cruces en tuberías o puentes) y las márgenes de la corriente.

4. Plano de planta de la zona para las condiciones actuales del río con información topográfica del río Calenturitas, desde el tramo 4 de desviación y hacia aguas abajo en una longitud de 5,5 km hasta una estructura de cruce existente con dos líneas de tuberías de gran tamaño que permite el paso de la corriente bajo una vía terciaria que comunica proyectos mineros de la zona.

4.1.1 Características Circunstanciales del Área de Estudio

La cuenca del río Calenturitas, en la actualidad, presenta intervención del sector minero, agrícola y pecuario e, igualmente, remoción de cobertura vegetal en grandes áreas y degradación de suelos. Asimismo, se desarrolla gran producción de sedimentos que llegan a las partes más planas donde se ubican ciénagas, hábitats de muchas especies y reguladoras de agua en épocas de estiaje. Además, el río Calenturitas tiene modificaciones en su cauce y transporta cantidades considerables de sedimentos debido a la degradación de los suelos desde su cuenca alta y media.

De acuerdo con *Environmental Justice* en el año 2017: “La ampliación del proyecto de explotación de carbón en el departamento de El Cesar se requiere la desviación de un importante cauce fluvial, el río Calenturitas que según Elian Alvis, superintendente Ambiental de PRODECO S.A. propiedad de la multinacional suiza Glencore, sostuvo que la reubicación del cauce se haría en dos fases: la primera, de 5,1 km, en los meses siguientes a la aprobación, y la segunda, en el 2025, cuando se correrían otros 3,9 km.

Según el reporte, en ningún momento se desecará el cauce aguas abajo y tampoco se represará aguas arriba, cuando se inyecte el caudal al tramo de cauce proyectado, como se dice

en la región. Con respecto a la fauna terrestre, aseguró que esta será objeto del programa de reubicación de especies que opera en la mina. La explotación se desarrolla a cielo abierto, extrayendo carbón térmico bajo en azufre y de alto poder calorífico.

Produce más de cinco millones de ton/año con capacidad de triturar entre 1 y 17 millones de tons/año de carbón, y de cargar en trenes hasta 23 millones de tons/año. En 2011, la producción fue de 7,6 millones de tons de carbón. En la mina Calenturitas, el agua proviene de pozos; consumió 66.485 m³ de agua en 2011”.

Por otra parte, Acuameunier Ltda en el año 2016, indica que la corriente principal del río Calenturitas en la parte alta de su cuenca, es muy pronunciada, por lo que se encuentran valles en forma de V, mientras que la zona baja de la cuenca, como donde se localizan los tramos de desviación del río Calenturitas tratados en este informe, es plana, y el cauce presenta forma de U, fluyendo sobre su propia planicie de inundación.

Acuameunier Ltda actualmente paso a ser una S.A.S., donde es una compañía privada fundada en 1994, con respaldo de firmas canadienses. La iniciativa de sus socios fue dar respuesta a las necesidades de muchas empresas y entidades tanto públicas como privadas cuyos proyectos debían ajustarse a la nueva legislación ambiental que surgió con la creación del ministerio del Medio Ambiente en 1993. En virtud de la calidad, seriedad y compromiso con nuestros clientes, ACUAMEUNIER SAS, ha recibido y mantiene vigente la certificación del Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001 (Acuameunier, 2020).

De este modo, estas características de la sección transversal del río, ya mencionadas, son un claro indicador de alturas de láminas de agua bajas, con pocas posibilidades de exceder la capacidad hidráulica del canal natural, y de mayores velocidades del flujo, que permiten el transporte de sedimentos provenientes de la cuenca (secciones en V en la parte alta de la cuenca); mientras que para las zonas bajas, las secciones en U indican un aumento en la capacidad de depositación de los sedimentos provenientes de la parte alta, una mayor dinámica

del alineamiento del cauce y una disminución en la capacidad hidráulica de la sección, que implica desbordamientos de extensas áreas de su planicie de inundación. Donde a partir de esto se puede considerar que a partir de la modificación del cauce de un río los sedimentos pueden aumentar o disminuir la circulación o flujo del río lo que en temporadas de lluvias puede afectar la fauna y las condiciones ambientales aledañas del mismo.

4.1.2 Características Geo-hidrológicas del Área de Estudio

En el área en la que se encuentra ubicada el Rio Calenturitas se halla un depósito Cuaternario Aluvial que se localiza infra yacido por formaciones con litología de tipo sedimentario las cuales son: La formación Barco (Tpb), Los Cuervos (Tpc) y Cuesta (Tmc). Estas formaciones corresponden a rocas cuyas edades varían desde el paleozoico al presente y geomorfológicamente se encuentra ubicado sobre la planicie del departamento del Cesar y, en una menor extensión, sobre la serranía del Perijá.

Estructuralmente esta cuenca se ubica en un régimen de esfuerzo predominantemente compresivo en el que se encuentran geoformas estructurales como Sinclinal La Jagua, Sinclinal La Loma, Anticlinal Paraíso y algunas fallas como Perijá, arenas blancas y otras. En general a lo largo de la cuenca del río Calenturitas se han caracterizado unidades geomorfológicas de cuatro tipos de ambientes: ambiente estructural, ambiente denudativo, ambiente fluvial, ambiente lagunar y ambiente denudativo en el que clasifica las modificaciones del cauce debido a la actividad minera. Para ello se realiza una descripción de la litología y las características de las formaciones geológicas, de la siguiente manera:

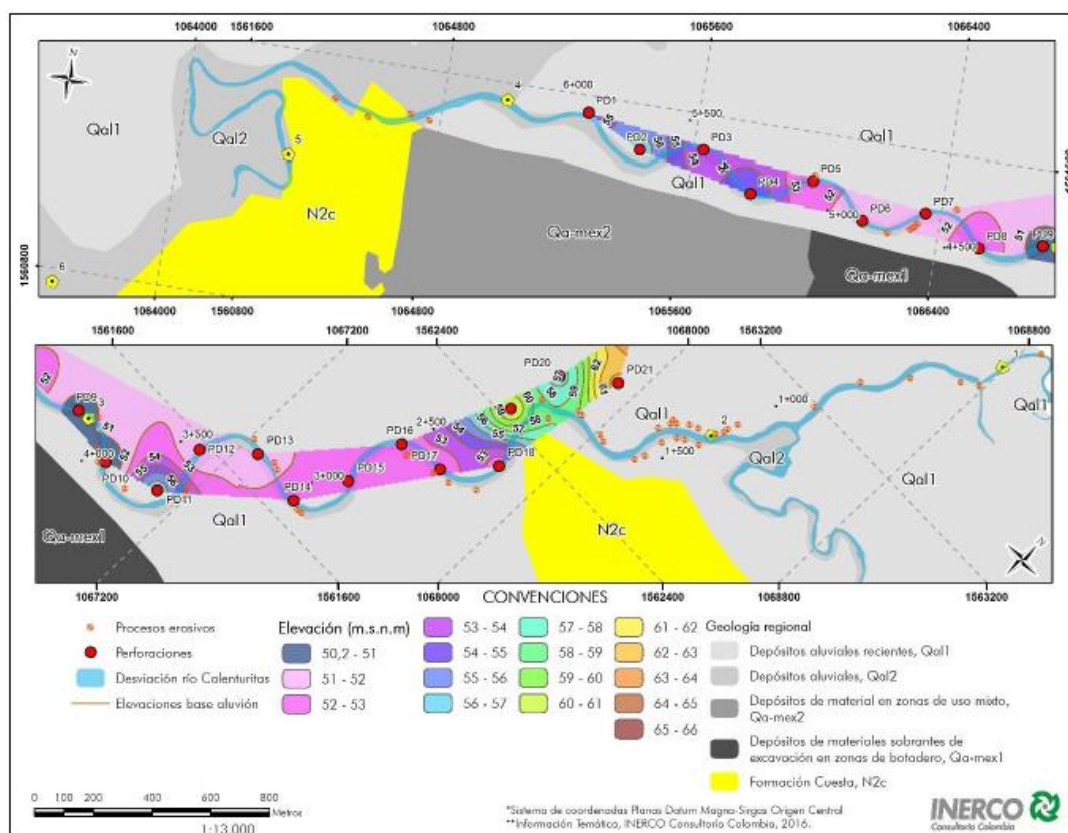
1. Formación Barco
2. Formación Los Cuervos
 - 2.1. Miembro inferior
 - 2.2. Miembro medio

2.3. Miembro superior

3. Formación Cuesta

La formación Barco: se encuentra compuesta principalmente de areniscas de grano fino con un tono amarillento, forma subangular, ligeramente arcillosas y micáceas, llega a presentar intercalaciones con lutitas y desarrolla una estratificación cruzada y laminación plano-paralela. Presenta la conocida “arenisca brillante” se ubica en la parte media o inferior de esta formación, estas son areniscas relativamente limpias con tamaño de grano fino a medio, que debido al crecimiento secundario de granos de arena ha formado caras cristalinas que brillan al exponerse al sol y de allí deriva su nombre. Se encuentra supra yacida mediante un contacto transicional por la formación cuervos (Ver Ilustración 5).

Ilustración 5. Contorno del depósito aluvial (Qal1)



Fuente: INERCO (2016).

Formación Los Cuervos: se encuentra descrita como una secuencia entre lodolitas y areniscas con niveles de carbón. Aflora en la parte noreste, este y sureste del municipio de la Jagua de Ibirico al igual que sobre el sinclinal de La Jagua, el contacto inferior con la formación Barco es transicional mientras que el contacto inferior con la formación Cuesta es discordante. En cuanto a la litología más detallada esta formación se encuentra descrita mediante tres miembros:

Miembro inferior: principalmente presencia de areniscas bioclásticas, lodolitas, sale carbonoso y venas de carbón. En cuanto a la mineralogía se caracteriza por la presencia de glauconita la cual es indicativa de los ambientes marinos, también hay presencia de lito arenitas bioclásticas con fauna de pecicípodos y ostreidos entre la fauna que se ha identificado.

Miembro medio: este miembro presenta grandes niveles arenosos con algunos niveles ferruginosos característicos con espesor de 0,5-0.7m de espesor. Entre la fauna identificada se halló la presencia de Thalasssinoides de 0.05m de espesor a través de las capas.

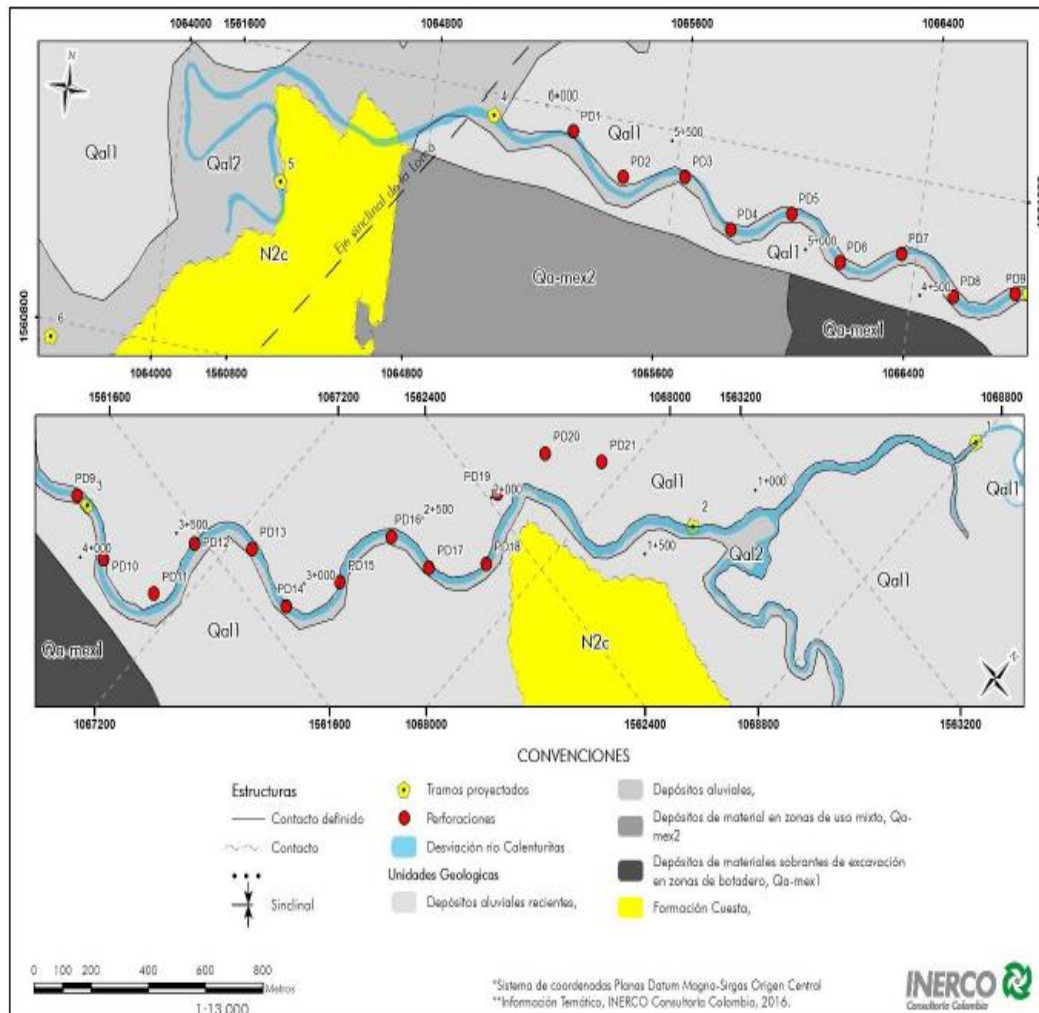
Miembro superior: la litología característica corresponde a rocas de carácter arcillo limoso en intercalaciones con niveles arenosos y carbón, el espesor de los estratos varía entre pocos centímetros a espesores de varios metros se conoce como un miembro fosilífero y entre la fauna encontrada se halla gasterópodos y pecicípodos, a su vez, se han encontrado hojas de gran tamaño en excelente preservación.

Formación Cuesta: se han encontrado afloramientos en la vía hacia la Jagua de Ibirico - La Loma en el área de Plan Bonito y EL Boquerón hacia el sur occidente de la cuenca del César. La litología general corresponde a intercalaciones de conglomerados ferruginosos con areniscas caracterizadas por presentar estratificación cruzada, ondulosa y plana que se caracteriza por un marcado color morado que luego forma crestas de tono rojizo. Esta formación es la encargada de un suelo de color rojo, granular y que desarrolla ciertas

ondulaciones y presenta cantos bien redondeados que se conocen como huevos de paloma”. La formación se encuentra supra yaciendo discordante todo el registro estratigráfico, el nombre se debe a unas lomas de pequeño tamaño que se ubican en cercanías del municipio de La Loma.

De aquí se puede determinar la superficie de la cuenca y las perforaciones realizadas para el estudio de la cuenca, de allí claramente se observa que es un depósito aluvial (Ver Ilustración 6).

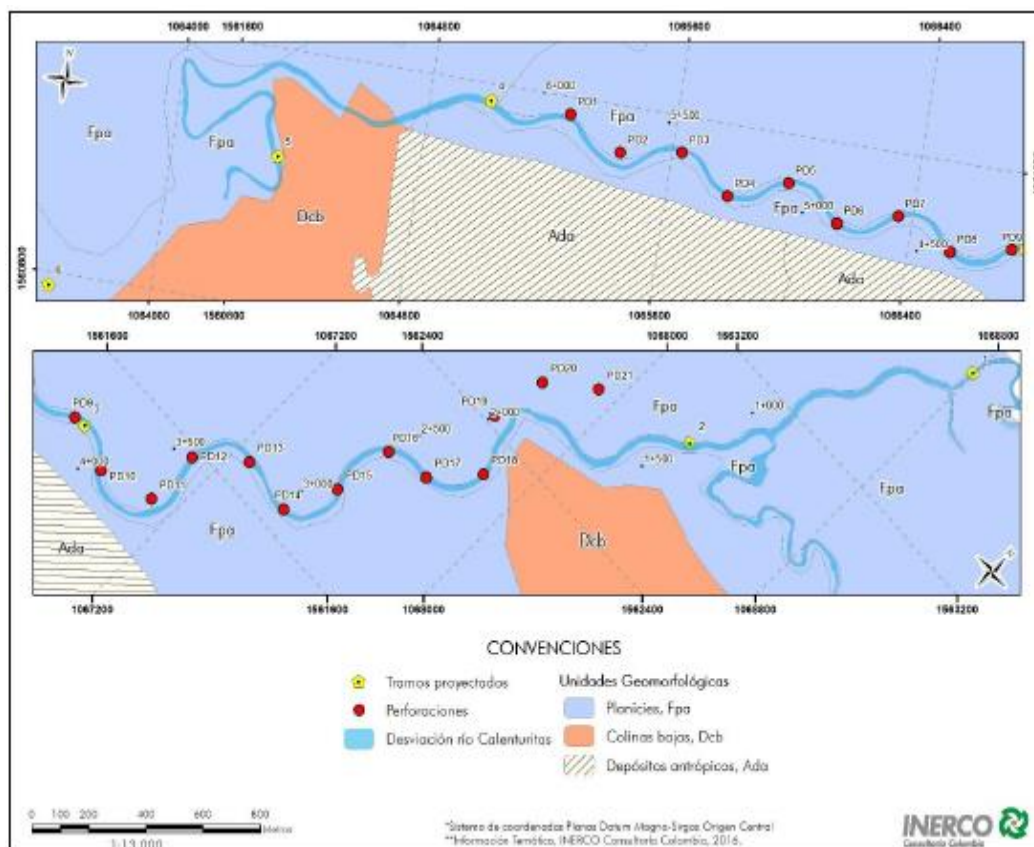
Ilustración 6. Mapa geológico del área de estudio



Fuente. INERCO (2016).

En esta ocasión con respecto a la cuenca, comprende las denominadas sabanas y las llanuras de inundación del río Calenturitas. Las sabanas son zonas planas, extensas, poco disectadas, con escasa vegetación; que desarrollan suelos duros con baja permeabilidad, incluyen las terrazas con alturas aproximada de 1 m. Las llanuras de inundación corresponden a los terrenos aledaños a los ríos Calenturitas, Maracas y Tucuy donde el río alcanza a desbordar y está conformado por suelos de carácter limoso y limo-arenoso (Ver Ilustración 7).

Ilustración 7. Mapa geomorfológico del área de estudio

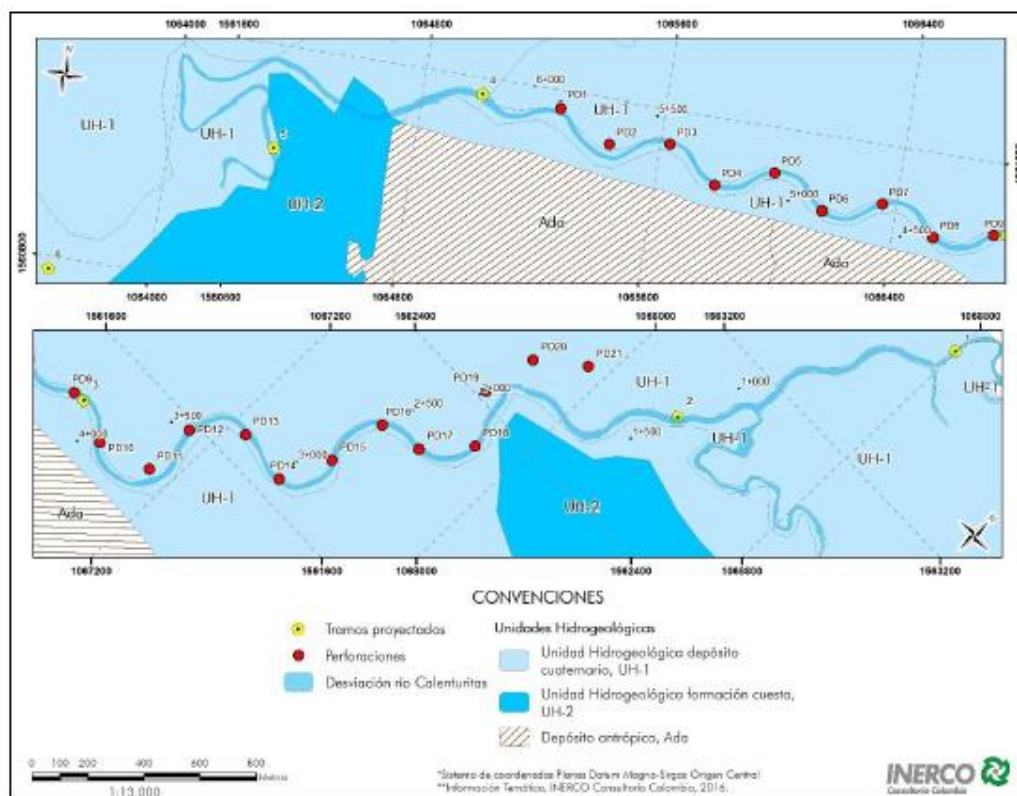


Fuente: INERCO (2016).

Allí sobre este mapa se puede observar las perforaciones realizadas para el área de estudio y la desviación generada en el río Calenturitas, de allí en la tabla de convenciones se puede identificar las planicies, colinas bajas y los depósitos antrópicos. La Formación Barco

(TPb), compuesta por areniscas amarillentas de grano fino, muy deleznales, ligeramente arcillosa, intercalada con arcillolita de color café. Conforman unidades de muy baja productividad, locales a regionales en los niveles arenosos, pudiendo crear acuíferos locales a regionales con baja productividad especialmente en los niveles arenosos, que podrían tener comportamiento semiconfinado a confinado dependiendo de los materiales circundantes. Los valores de Conductividad Hidráulica (Custodio y Llamas, Hidrología Subterránea 2001 pág. 473), se encuentra entre 0,1-1 m/d y de Coeficiente de Almacenamiento (Rango Freeze y Cherry, 1979 para acuíferos confinados) entre 5×10^{-3} - 5×10^{-4} ((Ver Ilustración 8).

Ilustración 8. Mapa de unidades hidrogeológicas aflorantes en el área de estudio



Fuente: INERCO (2016).

De esta manera, se termina la exposición de las características del tramo desviado del río calenturitas y se da pasó al análisis de la encuesta diagnóstica a empleados de la Mina Calenturitas.

4.2 Encuesta Diagnostica a Empleados de la Mina Calenturitas

Con el ánimo de determinar el conocimiento con el que cuentan los trabajadores sobre el manejo del rio y el procedimiento que se realiza actualmente con respecto a los lineamientos de PRODECO S.A se realizó una encuesta diagnóstica. La encuesta diagnóstica se basó en preguntas de conocimiento, mediante las cuales se abordó la relación que tienen los empleados con el reconocimiento del tema de desviación del río Calenturitas. En este sentido, se seleccionaron 10 empleados bajo un muestreo a conveniencia en el que participaron los cargos que se relacionan a continuación:

1. Inspector SST
2. Inspectora técnica
3. Trabajadora social
4. Ingeniero ambiental
5. Geólogo
6. Supervisor
7. Geotecnista
8. Operador
9. Almacenista
10. Biólogo

Es de acotar, que de acuerdo a la metodología planteada Hernández (2017), comenta que en los estudios en donde se hace muestreos a conveniencia el número de participantes es suficiente en atención a los criterios de selección que determina el investigador. En adición, se debe mencionar que, aunque existe un número de empleados sustancial en la Mina Calenturitas, sólo se pudo acceder a la participación voluntaria de 10 empleados, debido a que otros trabajadores con los que se quiso contar para el estudio, no desearon acceder a brindar información al respecto.

Desde el componente descriptivo, en la primera pregunta se pudo evidenciar distintas opiniones con respecto al manejo que se le da al río, donde hubo respuestas referentes a la reforestación y otras en las que no sabían dicha información, de ellas se pudo saber que actualmente se está remediando a partir de limpieza en el cauce para evitar pérdidas de caudal y exceso de sedimentación, conservación de fauna y flora en área circundante a este.

La segunda pregunta va ligada a los impactos que genera la mina actualmente a la cuenca, de allí se pudo saber que todos estuvieron de acuerdo en que el desvío ocasionó impactos negativos con respecto al flujo y desborde de sedimentos que ocasionan precipitaciones y daños a zonas aledañas, en una respuesta se pudo concluir que el impacto positivo que gracias a la mina se redujo la tala de árboles y la caza de animales.

La tercera pregunta que se refiere a la posición de la cuenca actualmente con respecto a labores de la mina, donde algunos desconocen el procedimiento actual y otros emiten que se encuentra en recuperación, y otras que mencionan que se ha realizado plantación de árboles para mejorar la ambientación de la cuenca en general.

En la cuarta pregunta, hizo referencia al tiempo de duración de actividades próximas y a futuro e igualmente los reglamentos con los que cuenta la mina, donde se puede observar que la mayoría conocen que el tiempo extendido es de ocho años más a la fecha y desconocen la reglamentación para dichas actividades.

La quinta pregunta es con respecto a la finalización de labores de la mina con la cuenca, donde los encuestados nos informan que la mina desde un comienzo realizo una propuesta sobre la evaluación de impacto ambiental (E.I.A) y el plan de manejo ambiental (P.M.A), de los cuales fueron aprobados por la Corporación Autónoma del Cesar, donde explica que al finalizar se comprometen en realizar la plantación de flora y promoción de fauna para minimizar daños en el ambiente y generar mayores especies animales y vegetales en el ecosistema.

Ya desde un análisis cruzado como modelo de diagnóstico cualitativo entre las percepciones dadas por diferentes trabajadores, permiten establecer que frente a los beneficios que aporta la mina Calenturitas sobre el río homónimo, quienes tienen a su cargo los aspectos de inspección, son quienes tienen claro que la desviación del Río no genera ningún tipo de aporte benéfico en el manejo de especies nativas, conservación de la flora y de la fauna, mientras que desde el punto de vista de los profesionales a cargo del plan de manejo ambiental, consideran que la reforestación podría ayudar a evitar pérdidas de la biota, del caudal y excesos de sedimentación en el área circundante.

Asimismo, desde la interpretación entre niveles de competencia se puede apreciar que frente a los impactos ambientales sobre la cuenca, los mandos de inspección consideran que existe una modificación ostensible del ecosistema con el desvío del cauce del río Calenturitas que afecta significativamente el entorno ambiental, social y económico; pero que el aporte que hace la empresa puede ayudar a disminuir los impactos, preservando especies nativas, mitigando la caza y la tala de árboles.

La información cruzada entre profesionales admite considerar que, el proceso laboral de la mina Calenturitas es en general desconocido y que las afectaciones desde sus roles las ven estandarizadas y minimizadas en lo concerniente a lo ambiental, pero sin implicaciones propias en lo social.

No obstante, al determinar el análisis del discurso en primera persona, se puede inferir que en cuanto al tiempo de realización de actividades la mayoría de los trabajadores desconocen el horizonte de tiempo en la realización de la desviación del río, así como de la reglamentación, política de conservación ambiental propia de la compañía y de los alcances de la misma.

Finalmente, la relación de aspectos asociados a la remediación del impacto sobre el ambiente no pasa de ser un discurso repetitivo de restauración de especies nativas y preservación de la fauna, pero no se tiene claro cuáles son las normas o procedimientos que se irán a liderar para evitar el impacto negativo social y ambiental.

4.3 Análisis de los Impactos Ambientales

Con el fin de determinar los impactos ambientales generados aguas abajo del tramo de desviación del río Calenturitas para el año 2020, se procedió a realizarse la delimitación de factores y actividades conexos a las fases del proyecto de desviación del río con su respectiva codificación, como se presenta en la tabla 5.

Tabla 5. Factores y actividades

Factores Ambientales	Actividades
Calidad Del Agua Superficial [F0]	Limpieza Del Área Del Proyecto [A0]
Erosión [F1]	Señalizar El Área Del Proyecto [A1]
Geomorfología [F2]	Movimiento De Maquinaria [A2]
Residuos [F3]	Transporte De Materiales [A3]
Calidad De Aire [F4]	Despalme Del Área [A4]
Ruido [F5]	Formación De Terraplenes (Accesos) [A5]
Silvestre [F6]	Excavaciones [A6]
Protegida [F7]	Construcciones [A7]
Interés Comercial [F8]	Construcciones [A8]
Silvestre [F9]	Colocación De Trabes [A9]
Protegida [F10]	Construcción De Muros De Contención [A10]
Interés Comercial [F11]	Otras Construcciones [A11]
Estética [F12]	Otras Construcciones [A12]

Dinámica [F13]	Construcción Del Sistema De Drenaje [A13]
Sector Primario [F14]	Otras Construcciones [A14]
Sector Secundario [F15]	Limpieza Del Área Del Proyecto [A15]
Sector Terciario [F16]	Transito Vehicular [A16]
Empleo [F17]	Operación Del Sistema De Drenaje [A17]
Estilo Y Calidad De Vida [F18]	
Infraestructura [F19]	
Servicios [F20]	
Vialidad [F21]	
Centros Urbanos [F22]	

Fuente. Los Autores (2020).

Ahora bien, para poder realizar el ejercicio de cálculo de los impactos sociales y ambientales se determinaron las interacciones entre factores y actividades y la resultante de las mismas con la aplicación de la ecuación 1 descrita en el punto 2.2.1 del presente documento. En la tabla 6 se presentan las interacciones establecidas para cada dimensión: medio abiótico, medio biótico y medio socioeconómico.

Cada una de las dimensiones tiene aspectos puntuales asociadas al impacto que genera sobre el ambiente y lo social. Es así, que, para el caso de la dimensión medio abiótica, se consideraron las variables agua, suelo y aire; mientras que, para el medio biótico, se determinaron las variables flora, fauna, ecosistema y paisaje y; finalmente, para el medio socioeconómico, se tuvieron en cuenta el sector primario, secundario y terciario de la economía, las fuentes de empleo, el estilo y calidad de vida de los habitantes, la infraestructura, los servicios básicos, la viabilidad y los centros urbanos aledaños.

De esta manera, teniendo en cuenta aportes como los de Betancourt & Solaque (2018), el impacto ambiental suele ser un instrumento elemental para la toma de decisiones en la ejecución de cualquier tipo de proyecto, en atención a factores y actividades relacionadas con la ejecución del mismo que responde en profundidad a las características del entorno y a las necesidades de las comunidades.

Lo anterior fue vital para determinar la compatibilidad entre factores y actividades, en relación a la identificación de los impactos sobre la desviación del río Calenturitas y el cálculo posterior a realizar frente a la aplicación de cada una de las cargas de valoración descritas en la tabla 2.

Tabla 6. *Interacciones establecidas*

			UIP	F _n /A _n	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	
MEDIO ABIOTICO	AGUA	CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL [F0]	45	F0	o		o		o	o	o	o			o			o		o		o	
		EROSIÓN [F1]	45	F1	o		o	o	o	o	o												
	SUELO	GEOMORFOLOGIA [F2]	45	F2					o	o	o												
		RESIDUOS [F3]	45	F3	o		o	o	o	o	o	o	o			o			o	o	o		
	AIRE	CALIDAD DE AIRE [F4]	45	F4	o		o	o	o	o	o					o			o		o	o	
		RUIDO [F5]	45	F5			o	o	o	o	o	o	o	o				o	o			o	
MEDIO BIOTICO	FLORA	SILVESTRE [F6]	45	F6		o		o	o	o							o			o			
		PROTEGIDA [F7]	40	F7																			
		INTERÉS COMERCIAL [F8]	40	F8																			
	FAUNA	SILVESTRE [F9]	45	F9		o	o	o	o	o						o				o			
		PROTEGIDA [F10]	40	F10																			
		INTERÉS COMERCIAL [F11]	40	F11																			
ECOSISTEMA Y PAISAJE	ESTÉTICA [F12]	45	F12	o	o	o		o	o				o	o	o	o			o	o		o	
	DINAMICA [F13]	40	F13																				
MEDIO SOCIOECONOMICO	SOCIOECONÓMICO	SECTOR PRIMARIO [F14]	45	F14																o	o	o	
		SECTOR SECUNDARIO [F15]	40	F15																	o		
		SECTOR TERCIARIO [F16]	40	F16																	o		
		EMPLEO [F17]	45	F17	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o		
		ESTILO Y CALIDAD DE VIDA [F18]	45	F18																	o	o	o
		INFRAESTRUCTURA [F19]	45	F19							o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o		
		SERVICIOS [F20]	45	F20																		o	o
		VIALIDAD [F21]	45	F21																		o	
		CENTROS URBANOS [F22]	45	F22																		o	o

Fuente. Los Autores (2020).

En consonancia con lo anterior, se establecieron las interacciones en una tabla cruzada de acuerdo a las variables a considerar y en íntima atención a las puntuaciones delimitadas por el modelo para el cálculo final de impacto, mediante la aplicación numérica y de cálculo en una tabla de Excel, con la que se obtuvieron las puntuaciones de impacto económico, social y ambiental como se presenta en la tabla 7.

Tabla 7. *Cálculo de las interacciones establecidas*

Interacción	Signo	A	E	In	P	Rv	Rc	Pr	Mo	Ef	Im
A0/F0	-	1	2	2	2	1	2	1	3	2	-16
A0/F1	-1	1	2	2	2	1	2	1	3	2	-16
A0/F3	-1	1	2	2	2	1	2	1	3	2	-16
A0/F4	-1	1	2	2	2	1	2	1	3	2	-16
A0/F12	-1	1	4	4	4	4	4	2	3	3	-29
A0/F17	-1	1	4	4	4	4	4	2	3	3	-29
A1/F6	-1	1	4	2	4	4	1	2	3	3	-24
A1/F9	-1	1	4	2	4	4	1	2	3	3	-24
A1/F12	-1	3	4	6	4	4	1	2	3	3	-30
A1/F17	-1	3	4	6	4	4	1	2	3	3	-30
A2/F0	-1	3	4	6	2	4	6	1	3	2	-31
A2/F1	-1	3	4	6	2	4	6	1	3	2	-31
A2/F3	-1	3	4	6	2	4	6	1	3	2	-31
A2/F4	-1	3	4	6	2	4	6	1	3	2	-31
A2/F5	-1	3	4	6	2	4	6	1	3	2	-31
A2/F9	-1	3	4	6	4	4	8	1	3	3	-36
A2/F12	-1	6	4	6	4	4	8	1	3	3	-39
A2/F17	-1	6	4	6	4	4	8	1	3	3	-39
A3/F1	-1	3	4	6	2	4	6	1	3	3	-32
A3/F3	-1	3	4	6	2	4	6	1	3	3	-32
A3/F4	-1	3	4	6	2	4	6	1	3	3	-32
A3/F5	-1	3	4	6	2	4	6	1	3	3	-32
A3/F6	-1	3	4	6	4	4	6	1	3	3	-34
A3/F9	-1	3	4	6	4	4	8	1	3	2	-35
A3/F17	-1	3	4	6	4	4	8	1	3	2	-35
A4/F0	-1	3	4	6	2	4	6	1	3	2	-31
A4/F1	-1	3	4	6	2	4	6	1	3	2	-31
A4/F2	-1	3	4	6	2	4	6	1	3	2	-31
A4/F3	-1	3	4	6	2	4	6	1	3	3	-32
A4/F4	-1	3	4	6	2	4	6	1	3	3	-32
A4/F5	-1	3	4	6	2	4	8	1	3	3	-34
A4/F6	-1	3	4	6	4	4	8	1	3	3	-36

IMPACTOS SOCIO AMBIENTALES POR LA DESVIACIÓN DEL RIO CALENTURITAS

A4/F9	-1	3	4	6	4	4	8	1	3	3	-36
A4/12	-1	3	4	6	4	4	8	1	3	3	-36
A4/17	-1	3	4	6	4	4	8	1	3	3	-36
A5/F0	-1	3	4	6	2	4	6	1	3	3	-32
A5/F1	-1	6	4	6	2	4	6	1	3	3	-35
A5/F2	-1	6	4	6	2	4	6	1	3	2	-34
A5/F3	-1	6	4	6	2	4	6	1	3	2	-34
A5/F4	-1	6	4	6	2	4	6	1	3	2	-34
A5/F5	-1	6	4	6	2	4	6	1	3	2	-34
A5/F6	-1	6	4	6	2	4	8	1	3	3	-37
A5/F9	-1	6	4	6	4	4	8	1	3	3	-39
A5/F12	-1	6	4	6	4	4	8	1	3	3	-39
A5/F17	-1	6	4	6	4	4	8	1	3	3	-39
A5/F19	-1	6	4	6	4	4	8	1	3	3	-39
A6/F0	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	3	-37
A6/F1	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	3	-37
A6/F2	-1	6	4	6	2	4	6	1	3	3	-35
A6/F3	-1	6	4	6	2	4	6	1	3	3	-35
A6/F4	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	3	-37
A6/F5	-1	6	4	6	4	4	8	1	3	3	-39
A6/F17	-1	6	4	6	4	4	8	1	3	2	-38
A6/F19	-1	6	4	6	4	4	8	1	3	2	-38
A7/F0	-1	6	4	6	2	4	6	1	3	2	-34
A7/F3	-1	6	4	6	2	4	6	1	3	2	-34
A7/F5	-1	6	4	6	2	4	6	1	3	3	-35
A7/F17	-1	6	4	6	4	4	8	1	3	2	-38
A7/F19	-1	6	4	6	4	4	8	1	3	3	-39
A8/F5	-1	6	4	6	4	4	8	1	3	3	-39
A8/F12	-1	6	4	6	4	4	8	1	3	3	-39
A8/F17	-1	6	4	6	4	4	8	1	3	3	-39
A8/F19	-1	6	4	6	4	4	8	1	3	3	-39
A9/F12	-1	6	4	6	4	4	8	1	3	3	-39
A9/F17	-1	6	4	6	4	4	8	1	3	3	-39
A9/F19	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	3	-37
A10/F0	-1	6	4	6	2	4	8	1	1	3	-35
A10/F3	-1	6	4	6	2	4	8	1	3	2	-36
A10/F4	-1	6	4	6	2	4	8	1	3	2	-36
A10/F9	-1	6	4	6	4	4	8	1	3	2	-38
A10/F12	-1	6	4	6	4	4	8	1	3	2	-38
A10/F17	-1	6	4	6	4	4	8	1	3	2	-38
A10/F19	-1	6	4	6	4	4	8	1	3	2	-38
A11/F5	-1	6	4	6	4	4	8	1	3	2	-38
A11/F12	-1	6	4	6	4	4	8	1	3	3	-39
A11/F17	-1	6	4	6	4	4	8	1	3	3	-39
A11/F19	-1	6	4	6	4	4	8	1	3	3	-39
A12/F5	-1	6	4	6	4	4	8	1	3	3	-39

IMPACTOS SOCIO AMBIENTALES POR LA DESVIACIÓN DEL RIO CALENTURITAS

A12/F17	-1	6	4	6	4	4	8	1	3	3	-39
A12/F19	-1	6	4	6	4	4	8	1	3	3	-39
A13/F0	-1	6	4	6	4	4	8	1	3	3	-39
A13/F3	-1	6	4	6	4	4	8	1	3	3	-39
A13/F4	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	3	-37
A13/F17	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	3	-37
A13/F19	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	3	-37
A14/F3	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	3	-37
A14/F12	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	3	-37
A14/F17	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	3	-37
A14/F19	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	3	-37
A15/F0	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	3	-37
A15/F3	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	2	-36
A15/F4	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	2	-36
A15/F6	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	2	-36
A15/F9	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	3	-37
A15/F12	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	3	-37
A15/F14	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	3	-37
A15/F17	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	3	-37
A15/F18	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	3	-37
A15/F19	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	3	-37
A16/F4	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	3	-37
A16/F5	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	3	-37
A16/F14	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	3	-37
A16/F15	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	2	-36
A16/F16	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	2	-36
A16/F18	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	2	-36
A16/F20	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	3	-37
A16/F21	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	3	-37
A16/F22	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	3	-37
A17/F0	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	3	-37
A17/F12	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	3	-37
A17/F14	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	3	-37
A17/F18	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	2	-36
A17/F20	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	2	-36
A17/F22	-1	6	4	6	4	4	6	1	3	2	-36

Fuente. Los Autores (2020).

Tabla 8. *Cálculo matricial del impacto socioambiental*

			UIP	F _n /A _n	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	-	+	-	+	T
MEDIO ABIOTICO	AGUA	CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL [F0]	45	F0	-16		-31		-31	-32	-37	-34			-35			-39		-37		-37	8	2			
		EROSIÓN [F1]	45	F1	-16		-31	-32	-31	-35	-37												6				
	SUELO	GEOMORFOLOGIA [F2]	45	F2					-31	-34	-35												3				
		RESIDUOS [F3]	45	F3	-16		-31	-32	-32	-34	-35	-34			-36			-39	-37	-36			11		48	2	50
	AIRE	CALIDAD DE AIRE [F4]	45	F4	-16		-31	-32	-32	-34	-37				-36			-37		-36	-37		10				
		RUIDO [F5]	45	F5			-31	-32	-34	-34	-39	-35	-39			-38	-39				-37		10				
MEDIO BIOTICO	FLORA	SILVESTRE [F6]	45	F6		-24		-34	-36	-37										-36		3	2				
		PROTEGIDA [F7]	40	F7																							
		INTERÉS COMERCIAL [F8]	40	F8																							
	FAUNA	SILVESTRE [F9]	45	F9		-24	-36	-35	-36	-39					-38					-37		5	2		15	9	24
		PROTEGIDA [F10]	40	F10																							
		INTERÉS COMERCIAL [F11]	40	F11																							
MEDIO SOCIOECONOMICO	ECOSISTEMA Y PAISAJE	ESTÉTICA [F12]	45	F12	-29	-30	-39		-36	-39			-39	-39	-38	-39			-37	-37		-37	7	5			
		DINAMICA [F13]	40	F13																							
	SOCIOECONÓMICO	SECTOR PRIMARIO [F14]	45	F14																-37	-37	-37		3			
		SECTOR SECUNDARIO [F15]	40	F15																	-36			1			
		SECTOR TERCIARIO [F16]	40	F16																	-36			1			
		EMPLEO [F17]	45	F17	-29	-30	-39	-35	-36	-39	-38	-38	-39	-39	-38	-39	-39	-37	-37	-37				16			
		ESTILO Y CALIDAD DE VIDA [F18]	45	F18																-37	-36	-36		3	0	40	40
		INFRAESTRUCTURA [F19]	45	F19						-39	-38	-39	-39	-37	-38	-39	-39	-37	-37	-37				11			
		SERVICIOS [F20]	45	F20																	-37	-36		2			
		VIALIDAD [F21]	45	F21																	-37			1			
		CENTROS URBANOS [F22]	45	F22																	-37	-36		2			

Fuente. Los Autores (2020).

Los resultados permitieron establecer la existencia de unas puntuaciones en relación a la fase de preparación que revelan 9 puntos positivos y 26 negativos que corresponden a un valor porcentual de 7.89 de impactos positivos cuantificados, y un 23% de impactos negativos en esta fase.

Adicionalmente, para la fase de construcción que está relacionada con las obras de desviación del río calenturitas, la evaluación de impacto positivo fue de 29 puntos y negativo 35 puntos que corresponden a impactos positivos del 25.4% y negativos del 31%, de acuerdo a las interacciones realizadas.

Por su parte, la fase de operación concebida como aquella subsecuente a la realización de la desviación del río calenturitas reveló 13 puntos positivos y 2 negativos, que corresponden a un impacto positivo del 11.4% y negativo del 1.8%. Los aspectos cuantificados se presentan en la tabla 9.

Tabla 9. *Cuantificación de impactos por fase*

	Positivo	Negativo	Total
Fase de preparación	9	26	35
Fase de construcción	29	35	64
Fase de operación	13	2	15

Fuente. Los Autores (2020).

La cuantificación de impactos socioambientales a partir del análisis matricial tuvo en cuenta en primera medida el medio abiótico, en donde se obtuvieron 2 puntos de impacto positivo que corresponden al 1.8%, mientras que los impactos negativos calculados en 48 puntos equivalen a un 42.1%, infiriéndose con ello, la existencia de un alto impacto ambiental de tipo abiótico, es decir, en los elementos de agua, suelo y aire dentro del proyecto de desviación del río Calenturitas.

Ahora bien, desde el componente o dimensión biótica, se obtuvieron 9 puntos positivos que corresponden al 7.9% y 15 puntos negativos que representan el 13.2%, en el cual se puede terminar un alto impacto negativo en los aspectos de flora, fauna, ecosistema y paisaje

En adición, frente a la dimensión socioeconómica se pudo establecer un impacto positivo del 35.1% y un impacto negativo del 0%, teniendo en cuenta los efectos en los sectores primario, secundario y terciario de la economía, así como en las fuentes de empleo, calidad de vida, infraestructura, servicios básicos, viabilidad y centros urbanos, lo cual permite inferir que desde el punto de vista socio económico no se pudieron determinar interacciones que generarán impactos negativos en este aspecto. Las puntuaciones obtenidas se relacionan en la tabla 10.

Adicionalmente, es preciso acotar que, la carga porcentual relacionada para las fases del proyecto de desviación del río Calenturitas consienten establecer que los impactos para la fase de preparación equivalen al 30.7%, en la fase de construcción al 56.1% y a la fase de operación el 13.1%, por su parte, en relación a las dimensiones de medio abiótico la carga total corresponde al 43.9%, para el caso del medio biótico un 21.1% y, el medio socioeconómico obtuvo un 35.1%; diciendo con ello que existe mayor carga de impactos en la fase de construcción de la desviación y una carga negativa más sobre el medio abiótico.

Tabla 10. *Cuantificación de impactos por dimensión*

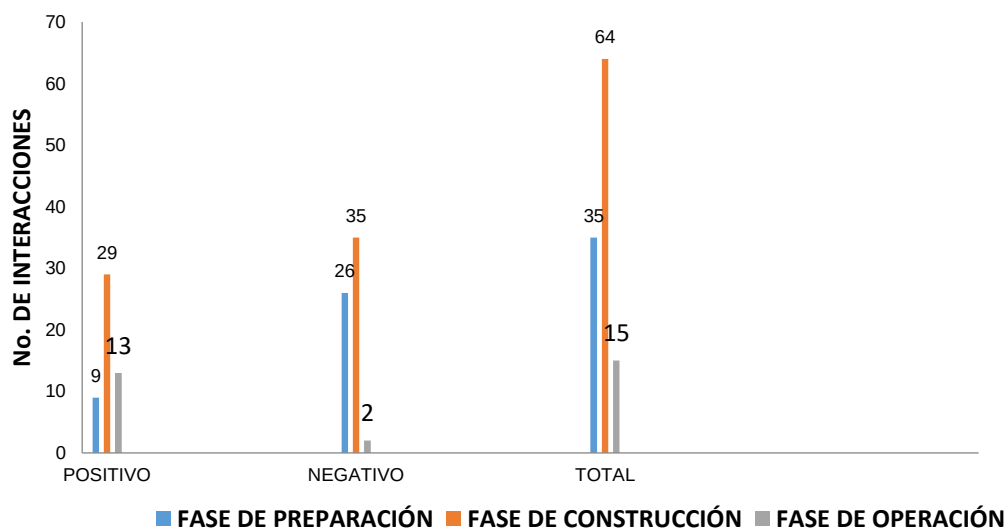
	Positivo	Negativo	Total
Medio abiótico	2	48	50
Medio biótico	9	15	24
Medio socioeconómico	40	0	40

Fuente. Los Autores (2020).

Al tenor de lo anterior, la ilustración 9 presenta los puntos de interacciones obtenidos en las fases para la carga de impactos positivos, negativos y el total determinado con el modelo de evaluación matricial y, a su vez, la ilustración 10 presenta los puntos obtenidos totales de

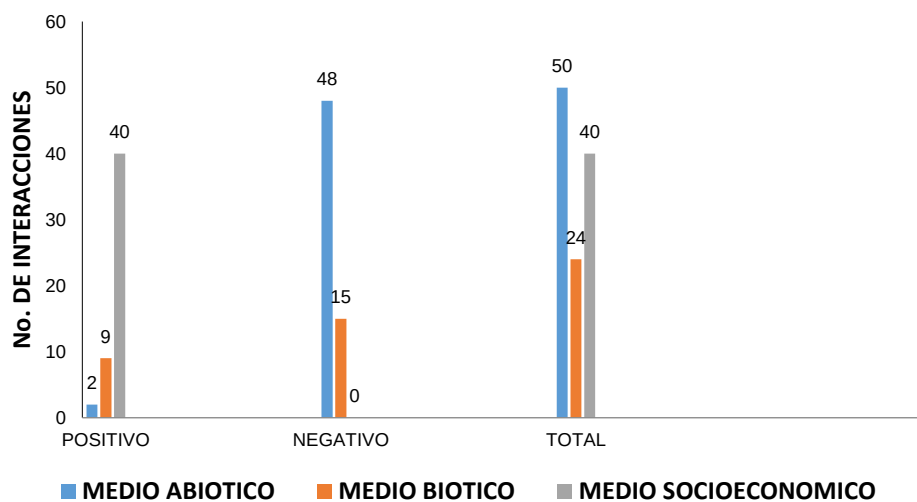
interacciones en las dimensiones, en consecuencia, de la carga de impacto positivo, negativo y su respectivo total.

Ilustración 9. *Puntos de interacciones en las fases*



Fuente. Los Autores (2020).

Ilustración 10. *Puntos de interacciones en las dimensiones o medios*



Fuente. Los Autores (2020).

De esta manera se concluye el análisis de los impactos socioambientales, en atención a los parámetros expuestos y se da paso en el siguiente subtítulo a realizar un análisis específico para el tema de impactos sociales.

4.4 Análisis de los Impactos Sociales

La evaluación realizada desde la cuantificación en la matriz de impactos socioambientales permitió para el caso del medio o dimensión socioeconómica, establecer nueve variables, a través de las cuales se consideraron pertinentes, en atención a que configuran los elementos básicos para la viabilidad social y económica alrededor de la desviación del río Calenturitas.

Las puntuaciones que se muestran en la tabla 11 e ilustración 11, fueron obtenidas de las interacciones entre factores y acciones para esta dimensión que dio un lugar de importancia al empleo con un 40% de participación frente a las demás variables, seguido de la infraestructura con el 27.5%, e impactos en el sector primario de la economía con el 7.5% y estilo y calidad de vida con el 7.5%.

A lo referente a la empleabilidad, estos hallazgos se asocian con la contratación de personal que surge alrededor de la planificación, ejecución y seguimiento a la obra de desviación del río Calenturitas, en donde se prueba, mueve la contratación de mano de obra directa por parte de la empresa y, además de los empleos indirectos que genera la realización de la obra.

De igual forma, se promueven acciones dentro del esquema de infraestructura de la región que permiten la movilidad de los habitantes, a través de los nuevos elementos constitutivos de la malla vial. Ahora bien, en relación al sector primario de la economía, se identificaron impactos positivos en las actividades encaminadas a la obtención de recursos de

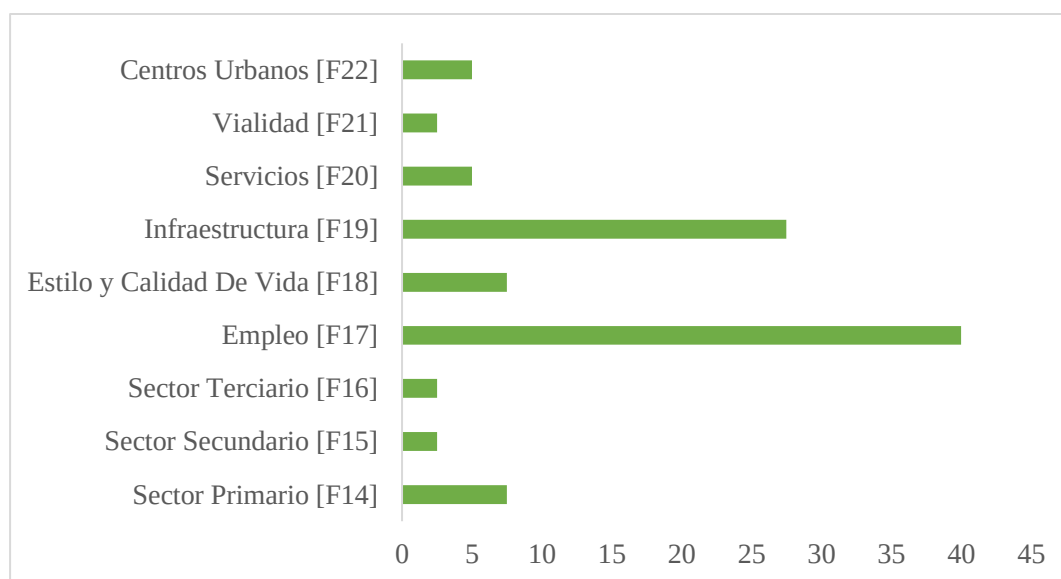
la naturaleza, de las que forman parte la agricultura, ganadería, pesca, minería y explotación forestal principalmente.

Tabla 11. *Cuantificación de impactos dimensión socioeconómica*

Medio Socioeconómico	Puntos	Porcentaje
Sector Primario [F14]	3	7,5
Sector Secundario [F15]	1	2,5
Sector Terciario [F16]	1	2,5
Empleo [F17]	16	40
Estilo y Calidad De Vida [F18]	3	7,5
Infraestructura [F19]	11	27,5
Servicios [F20]	2	5
Vialidad [F21]	1	2,5
Centros Urbanos [F22]	2	5

Fuente. Los Autores (2020).

Ilustración 11. *Puntos de interacciones en las dimensiones o medios*



Ya desde el punto de vista del sector secundario y terciario se obtuvo una participación del 2.5% respectivamente, en donde se incluyen las actividades relacionadas con la transformación de materias primas en productos de consumo como son el caso de las artesanías,

fuentes de energía y cadena metalmecánica, mientras que, en el caso del sector terciario, los trabajos que se derivan de la desviación del río Calenturitas promueven la oferta de servicios personales relacionados con la restauración, hotelería, enseñanza y servicios médicos.

Se puede concluir entonces, que a partir de lo observado en la ilustración 11 sobre las resultantes de las interacciones cuantificadas, dan como variable de mayor importancia entre el aspecto social y económico la empleabilidad, la infraestructura y el estilo de vida, de la mano de las actividades asociadas al sector primario de la economía, pudiéndose decir con esto que, desde los impactos sociales se decreta un nivel positivo frente a las variables consideradas y evaluadas.

5. Discusión

Desde la antigüedad, las denominadas civilizaciones hidráulicas o “civilizaciones superiores de la antigüedad” ubicadas en cuencas hidrográficas, fueron conocidas por su desarrollo tecnológico en la construcción de canales para la irrigación y consumo del líquido vital, de donde surge la necesidad de conquistar el agua, de la cual depende la supervivencia humana, siendo determinante a través de la evolución del hombre, ingeniar los sistemas para captarla; en forma primaria mediante pozos y tomada desde el río, el arroyo, manantial, o acuífero, hasta llegar a las grandes represas para la satisfacción de un sin número de necesidades básicas, en la actualidad se ve muy marcada con fines de aprovechamiento para la generación de la energía eléctrica, donde es indispensable contar con la disponibilidad del recurso hídrico, para lo cual Colombia cuenta con una gran riqueza hídrica que la hace atractiva para la construcción de hidroeléctricas, como principales fuentes generadoras de este tipo de energía; sin embargo también acarrea una serie de impactos negativos, ya que se ha citado que estas construcciones representan uno de tantos factores de pérdida de la biodiversidad por la fragmentación de los ecosistemas, además de costos irreparables como los generados por los impactos socio-económicos que acarrean serios problemas para la conservación y sostenibilidad de los ecosistemas para prolongar la existencia humana (Velásquez, 2015).

Así pues, la canasta energética nacional ha tratado de impulsar el aprovechamiento de diferentes recursos naturales en el país desde 1946 con la apertura de un sinnúmero de licitaciones para la explotación minera, carbonífera y petrolera en el país. Sin embargo, como mencionarían Vega, Valencia & García (2019) la distribución inapropiada de las concesiones realizadas a diferentes empresas ha generado impactos negativos en los recursos naturales, también una alteración climática y aumento demográfico en las regiones donde se promueven este tipo de proyectos que ayudan a generar condiciones desfavorables para el ambiente y para las comunidades bajo la premisa de un desarrollo socioeconómico del territorio, en donde juega

el papel vital de los recursos hídricos, de la flora y fauna que hacen posible un futuro sostenible y sustentable para todos los habitantes.

Como acotarían Urbina, Cita y Campo (2016), no se puede desconocer el papel que tiene la explotación de los recursos naturales en los indicadores económicos de las regiones y del país, al mismo tiempo que Vargas (2017) dice que se debe mencionar las oportunidades laborales directas e indirectas que se crean alrededor de este tipo de proyectos y de inversiones. No obstante, Ortiz (2020) recaba sobre la carga social, económica y ambiental de la ejecución de proyectos de explotación minera y petrolera, que han causado un devastador impacto en los recursos bióticos y abióticos en zonas aledañas, próximas y críticas de las minas y centros de exploración y explotación en diferentes regiones de Colombia.

Es de considerar aquí, que el recurso agua es quizás uno de los más importante para la subsistencia de las poblaciones incluidas todas sus actividades y los ecosistemas en general, donde las cuencas hidrográficas representan uno de los paisajes de mayor relevancia dentro del ámbito de los recursos naturales, su adecuado manejo permite entonces un equilibrio entre aprovechamiento y la conservación, dado el aumento en la demanda del recurso.

Así las cosas, la minería es causante de impactos ambientales y socioambientales que deben ser evaluados a profundidad para tomar las mejores decisiones para el medio ambiente y las comunidades, pues desde que se iniciaron las actividades mineras en el departamento del Cesar, éstas se han convertido en una fuente de empleo directa e indirecta para habitantes de la región y personal foráneo.

Era de considerarse entonces dentro de la evaluación realizada al aspecto socio económico, que la medición de determinados aspectos como la empleabilidad y el estilo de vida, así como del sector de la economía, se viera afectados positivamente con la realización de la obra de desviación del río Calenturitas, pues desde allí, se hace evidente lo expuesto por Ferreira (2020), quién ha mencionado que alrededor de las obras y mega obras que genera en

un país se hace posible la generación de puestos de trabajo para mano de obra calificada y no calificada, aunque es de acotar frente a este particular en lo mencionado por Lara, Naranjo & Manosalva (2017) que este tipo de labores no son más que un aliciente esporádico a las profundas crisis económicas que tienen las regiones, en donde las contrataciones no pasan de ser un tema de destajo o en el mejor de los casos, la contratación de da sólo por unos meses.

Asimismo, aunque la evaluación realizada muestra un impacto positivo desde el punto de vista socioeconómico, estudios como los de Palmarroza (2017) reflejan que las actividades primarias, siempre serán uno de los reglones económicos en donde se movilice la intencionalidad de captación de dinero por parte de una población frente al establecimiento de obras de cualquier índole, siendo en especial las de infraestructura, minería e hidrocarburos las que mayor representatividad han logrado en determinadas regiones del país, convirtiéndose incluso en la única fuente mediadora de ingresos para este renglón de la economía.

Desde este aspecto, autores como Botero (2016) expresan que la dinámica de la pirámide económica debe conectarse entre los diferentes reglones y no concentrarse en una zona de oferta de servicios, pues de esta manera, se evidenciaría un desequilibrio dentro de un modelo microeconómico, tal es el caso del río Calenturitas que a pesar de que su desviación pueda ocasionar un aumento en la empleabilidad de forma transitoria, ésta no se conecta de igual manera con otros renglones o actividades económicas que generen en el futuro próximo o de mediano plazo una estabilización micro económica de la región, ya que su relación con el sector secundario y terciario no son fuertes.

De otro lado, los impactos ambientales han sido un tema abordado desde diferentes investigaciones en relación con las actividades de explotación minera y petrolera, atrás de las cuales, se expone la negatividad que representa para los factores bióticos y abióticos el ejercicio industrial alrededor de diferentes regiones del mundo, sobre todo, de aquellas donde su riqueza ecosistémica es alta y que a pesar de ello se siguen adelantando concesiones para la exploración

y explotación, remediando la carga negativa con deficientes planes de restauración, preservación y conservación del ambiente.

Al tenor de lo comentado, autores como Arias, Tello, García, Cabascango, Bustamante & Pérez (2020) expresan que la acumulación, intensidad y extensión de las obras propias de la actividad minera, dejan ver el efecto que tiene sobre el componente ambiental, induciendo con ello un desequilibrio en el ambiente que difícilmente puede recuperarse en su totalidad.

En adición, Cardona & Orrego (2020) sugieren que los efectos acumulativos y sinérgicos como agentes inductores que incrementan progresiva y simultáneamente los impactos e incidencia sobre el ambiente, no pueden ser contemplados como elementos aislados sino que son parte constitutiva de un todo o de una globalidad de daños que se causan al ambiente, en donde las empresas no han asumido en su totalidad la responsabilidad ambiental de mejorar, preservar y conservar de manera eficiente y clara los recursos naturales.

Ante tal situación, autores como Moreno (2020) revelan que existe un valor de patrones absolutos de impactos negativos, es decir, que más allá de una cuantificación y cualificación de los impactos ambientales, existe un valor real y propio que da cuenta de una intensidad de destrucción del factor ambiental, el cual es totalmente irreversible y que denota una elevada representación de las acciones industriales en medio de la naturaleza.

Para el caso puntual de la desviación del Río Calenturitas, las acepciones dadas por diferentes autores permiten considerar que, en efecto, existen impactos ambientales negativos que de manera irreversible representan un valor absoluto de impacto, pues su permanencia, intensidad y extensión hacen que la superficie afectada pueda considerarse dentro de la evolución del factor ambiental o modelo persistente, en atención a las actividades de minería que, aunque con intencionalidad de evitar impactos de las acciones industriales con la desviación del río Calenturitas, es evidente que diferentes variables consideradas de tipo biótico y abiótico sufren las consecuencias de las acciones empresariales en esta región del país.

Finalmente, se puede acotar que, como eje transversal de los impactos citados anteriormente, es importante mencionar la propuesta de la desviación del río Calenturitas concebida como un proceso en equilibrio en un eje temporal, que desde una antropología comprometida toca tres aspectos fundamentales que son: hombre, naturaleza y producción dentro del sistema de estratificación social y económica, pasando por las diferentes situaciones de stress y tensión, hasta la final incorporación y/o adaptación al nuevo tramo de desviación, donde las medidas llegan ser insuficientes con base a un patrón carga negativa ambiental. Por lo tanto, no hay un desequilibrio basado en un desarrollo temporal de la industria, en el que finalmente los actores del área de influencia directa se integran a los impactos positivos del proyecto desde el componente socioeconómico. En su concepción, la desviación como proceso es mucho más complejo y no se ajusta a los límites de un cronograma, sino que es una serie de eventos que ocurren en un marco temporal que excede en mucho al proyecto de gran escala, conllevando a la implantación de impactos socioambientales y manera permanente.

Conclusiones

Del presente proceso investigativo se puede concluir que desde la identificación del problema, existen una serie de antecedentes sobre los impactos socioambientales de proyectos similares en la región y el país que permitieron conectar la construcción de una serie de objetivos para este proyecto de investigación en particular, en donde se pudo identificar el conocimiento de los trabajadores sobre el manejo del río y procedimientos conexos con relación a los lineamientos determinados por PRODECO S.A en la encuesta diagnóstica, con los cuales se evidencia el poco conocimiento que tienen los trabajadores en diferentes niveles de gestión de la organización.

En cuanto al cumplimiento del objetivo de impactos ambientales generados con la desviación del río Calenturitas, así como de los impactos sociales y económicos asociados al mismo, el análisis matricial permite el establecimiento de impactos de tipo negativo para el caso ambiental y positivo para el caso socioeconómico. No obstante, se considera que los relacionados al ambiente son, en el horizonte de tiempo, efectos negativos irreversibles de largo plazo, mientras que, aquellos relacionados al componente social y económico de efecto positivo, se suceden como elemento temporal en respuesta a las actividades económicas derivadas de la desviación del río Calenturitas.

Recomendaciones

A partir del estudio realizado se recomienda en primera instancia realizar en una posterior investigación una revisión documental para confrontar diferentes puntos de vista sobre los impactos socioeconómicos derivados de la desviación del río Calenturitas, y así establecer en una línea de tiempo con respecto a los verdaderos impactos positivos de la empleabilidad y de la manutención del sector primario de la economía en esta región.

En atención a los impactos ambientales, se recomienda que en futuras investigaciones se puedan realizar trabajos de campo con los cuales se determine o cuantifique los daños a nivel biótico y abiótico. En cuanto al personal que trabaja al servicio de la mina y en los planes de atención ambiental, se sugiere que la empresa pueda tomar cartas en el asunto para mejorar el nivel de conciencia y pertinencia de los trabajadores frente a este particular.

Referencias

- Arias, J., Tello, L., García, M., Cabascango, E., Bustamante, V., & Pérez, J. (2020). Impactos ambientales negativos de la urbanización en la localidad residencial del Río Quevedo, Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(3), 6-12.
- Béjar, M., Vericat, D., Nogales, I., Gallart, F., & Villanueva, R. J. B. (2018). Efectos de las extracciones de áridos sobre el transporte de sedimentos en suspensión en ríos de montaña (alto río Cinca, Pirineo Central). *Cuadernos de investigación geográfica/Geographical Research Letters*, (44), 641-658.
- Betancourt, J. D. B. (2020). Minería, comercio internacional e impactos ambientales en el páramo El Rabanal de Samacá, Boyacá. *Intropica*, 42-54.
- Betancourt León, J. E., & Solaque Velasco, Y. E. (2018). Análisis del impacto ambiental generado por la explotación de material de arrastre en el río Guatiquia en el municipio de Villavicencio–Meta: caso Mina Guatiquia Centro. SAS. Repositorio Institucional UCC.
- Botero Posada, O. D. (2016). Desviación del Río Ranchería y expansión de la Mina El Cerrejón. Repositorio Universidad Autónoma Latinoamericana.
- Broncano, R., & Scott, M. M. (2020). *Análisis de la Evolución del Extractivismo Minero en el Perú*. Doctoral dissertation, Pontificia Universidad Católica del Perú-CENTRUM Católica (Perú).
- Cardona Restrepo, A., & Orrego Uribe, V. (2020). *Minería ilegal en el bajo cauca antioqueño, impactos, causas y problemáticas*. Bachelor's thesis, Escuela de Derecho y Ciencias Políticas.
- Carrizo, S., Forget, M., & Denoël, M. (2016). Implantaciones mineras y trayectorias territoriales. El noroeste argentino, un nuevo centro extractivo mundial. *Revista de estudios sociales*, (55), 120-136.
- Dietz, K. (2018). Consultas populares mineras en Colombia: Condiciones de su realización y significados políticos. El caso de La Colosa. *Colombia Internacional*, (93), 93-117.
- Duque, Muñoz, Vásquez & Pedraza (2020). Diseño de un aplicativo para la programación de la producción en una mina de carbón subterránea de Boyacá, Colombia. Repositorio Universidad Javeriana.
- Espinoza, F., & Saire, I. (2020). Explotación minera en Portovelo: manejo integral de relaves mineros para minimizar impactos ambientales. Repositorio Universidad Técnica de Machala.

- Ferreira, V. (2020). Impactos socioeconómicos y desarrollo de capacidades colectivas: las asociaciones de minería artesanal en Cabo Delgado (Mozambique). In *Libro de Actas Akten Liburua Conference Proceedings* (p. 1688).
- Friedman y Sanders (1978). Principles of sedimentology. Wiley Press.
- Hernández Sampieri, R., Collado, F., & Blaptista, C. Y. (2017). Metodología de la Investigación. México. Editorial Mc Graw Hill.
- Jurado Amaluisa, L. A., & Oñate Oñate, V. C. (2021). *Análisis del Transporte de Sedimentos Aguas Abajo de Paneles Sumergidos Aplicando el Programa Flow 3D*. Master's thesis, Universidad de Quito.
- Khrapov, S. S., & Khoperskov, A. V. (2020). Application of Graphics Processing Units for Self-Consistent Modelling of Shallow Water Dynamics and Sediment Transport. *Lobachevskii Journal of Mathematics*, 41(8), 1475-1484.
- Kuriqi, A., Koçileri, G., & Ardiçlioğlu, M. (2020). Potential of Meyer-Peter and Müller approach for estimation of bed-load sediment transport under different hydraulic regimes. *Modeling Earth Systems and Environment*, 6(1), 129-137.
- Lara-Rodríguez, J., Naranjo-Merchán, W. E., & Manosalva-Sánchez, S. R. (2017). Formación de capacidades para la formalización minera en Colombia Un estudio de investigación acción. *Cuadernos del CENDES*, 34(94), 097-127.
- Latorre, Á. M. L. R., & Tovar, M. H. T. (2017). Explotación minera y sus impactos ambientales y en salud. El caso de Potosí en Bogotá. *Saúde em Debate*, 41, 77-91.
- Maldonado, I., Ruiz, R., & Fuentes, M. (2020). Manual de mantenimiento de estaciones meteorológicas automáticas. Biblioteca digital CIREN.
- Manrique Torres, F. I., & Vega Laverde, L. G. (2020). Diagnóstico de la sostenibilidad ambiental en los proyectos de explotación de mineral de carbón en el municipio de Guachetá Cundinamarca. Repositorio EAN.
- Moreno Cuy, E. E. (2020). Evaluación económica de los impactos ambientales generados en el proyecto de explotación de carbón mineral en la vereda agua blanca del municipio de Tuta, Departamento de Boyacá. Repositorio Universidad de Manizales.
- Müller-Hagmann, M., Albayrak, I., Auel, C., & Boes, R. M. (2020). Field investigation on hydroabrasion in high-speed sediment-laden flows at sediment bypass tunnels. *Water*, 12(2), 469.

- Ortiz Liévano, S. M. (2020). Parques Minero Industriales: Agravantes de la injusticia socioambiental en la cuenca del río Tunjuelo. Análisis multitemporal de la cuenca media y baja entre los años 2000 y 2019. Repositorio Universidad Nacional.
- Palmarroza Bruges, E. J. (2017). Agua, territorio y desarrollo, en la desviación del arroyo Bruno en la Guajira, Colombia: análisis del impacto del agua y el territorio en las comunidades del área de influencia de la extracción minera de carbón en el Cerrejón, por la desviación del arroyo Bruno, en la cuenca del río Ranchería, departamento de la Guajira. Repositorio USTA.
- Pardo, N., Hurtado, F., Agudelo, D., Penagos, G., Correa, M., & López, E. (2020). Desarrollo de concretos de bajo impacto ambiental a partir de residuos sílico-aluminosos activados alcalinamente del sector minero. *Revista Colombiana de Materiales*, (15), 8-19.
- Pérez, M. M., & Betancur, A. (2016). Impactos ocasionados por el desarrollo de la actividad minera al entorno natural y situación actual de Colombia. *Sociedad y ambiente*, (10), 95-112.
- Pizarro Hofer, R. (2020). Chile: rebelión contra el Estado subsidiario. *El trimestre económico*, 87(346), 333-365.
- Prieto Ramírez, M. A., & Dinas Chinchilla, N. A. (2019). Impactos socioambientales del extractivismo de carbón para los campesinos de la vereda Salamanca en Samacá, Boyacá. Repositorio USTA.
- Rangel, M. N., Parra, D. E., Ramírez, V. V., Wagner, Y. A., Guio, J. C., Garzón, G. & Torres, N. (2019). El futuro de Colombia, ¿tan negro como la minería de carbón? *Bio-grafía*, 1192-1201.
- Servicio Geológico Mexicano (2020). Rocas sedimentarias. Recuperado de: <https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Rocas/Rocas-sedimentarias.html>.
- Simons, D. B., & Şentürk, F. (1992). *Sediment transport technology: water and sediment dynamics*. Water Resources Publication.
- Trujillo, Rojas y López (2018). Desbordamiento del extractivismo minero en Colombia: el caso de Suárez, Cauca. *CS*, (26), 171-201.
- Tobón, M. (2018). “Nuestro futuro es nuestro pasado”. Explotación de oro, medioambiente y resistencia indígena en el medio río Caquetá. *Maguaré*, 32(1), 139-170.
- Urbina Sánchez, E., Cita Triana, R. A., & Campo Robledo, J. A. (2016). *Explotación del carbón y desplazamiento: tensiones entre derechos y procesos económicos*. Bogotá:

Universidad Católica de Colombia: Federación Internacional de Universidades Católicas.

Vargas Suárez, J. D. (2017). Análisis sociológico de la extracción minera en el río Tunjuelo: Entre las tensiones del desarrollo y sus impactos socioambientales. Repositorio Universidad Javeriana.

Vega Hurtado, L., Valencia Robledo, J. M., & García Arias, J. E. (2019). Efectos ambientales y sociales generados por la actividad minera en la cuenca media del Rio Quito, Choco. Repositorio Universidad de Manizales.

Vélez, J. A. A. (2017). Impactos económicos y sociales de las políticas nacionales mineras en Ecuador (2000-2006). *Revista de ciencias sociales*, 23(4), 53-64.

Apéndice

Apéndice A. *Encuesta diagnóstica*

1. ¿Qué beneficios aporta la mina sobre el río calenturitas?
2. ¿Crees que la mina aporta impactos ambientales negativos y/o positivos sobre la cuenca? Indica por qué
3. ¿Cómo se encuentra la cuenca actualmente con el proceso laboral de la mina?
4. ¿Actualmente la mina con que reglamentos cuenta y cuánto tiempo de duración planea ubicarse sobre el área de la cuenca?
5. Luego de que la mina finalice labores ¿Qué aspectos consideran para remediar el impacto sobre el ambiente?

Apéndice B. Matriz de respuestas encuesta diagnóstica

Cargo que desempeña	¿Qué beneficios aporta la mina sobre el río calenturitas?	¿Crees que la mina aporta impactos ambientales negativos y/o positivos sobre la cuenca? Indica por qué	¿Cómo se encuentra la cuenca actualmente con el proceso laboral de la mina?	¿Actualmente la mina con que reglamentos cuenta y cuánto tiempo de duración planea ubicarse sobre el área de la cuenca?	Luego de que la mina finalice labores ¿Qué aspectos consideran para remediar el impacto sobre el ambiente?
Inspector SST	Mejor manejo de especies nativas y mayor conservación de la flora y fauna	Generó en el momento del desvío impactos negativos debido a que afectó su caudal y modificó el ecosistema e impactos positivos porque preservó especies nativas, mitigo la caza y la tala de árboles	En recuperación	8 años más	Arborizar el entorno con especies nativas y crear programas para la preservación de la fauna
Inspectora técnica	No sé, creo que ninguno	Impactos negativos, desde que ocurrió lo del desvío del cauce del río Calenturitas, creo que fue el impacto que más ha afectado el río y su entorno	Desconozco como se encuentra	No sé	Se que deben cumplir con la recuperación de tierras, suelos, fauna, etc.
Trabajadora social	No sé, creo que ninguno	Impactos ambientales negativos todos, empezando por el desvío del cauce del río para extraer más beneficios, afectaciones a la flora y fauna del lugar, degradación del suelo, etc.	No sé, desconozco	No sé, desconozco	No lo tengo muy claro, pero sé que debe cumplir con algunas normas de recuperación de suelos, fauna, etc
Ingeniero ambiental	Realiza reforestación, no vierte las aguas de la mina al río	Negativo cuando llega sedimentos de la mina por lluvias y positivos con reforestación	Con vegetación y en buenas condiciones	Las políticas de manejo ambiental y esta planeada en operación como 6 años más aproximadamente.	La mina tiene un plan de recuperación de botaderos y de todas las áreas afectadas.
Geólogo	Limpieza de cauce para evitar pérdidas de caudal y exceso de sedimentación, conservación de fauna y Flora en área circundante a este.	Los desvíos de ríos generan daños ambientales considerables, hay mayor cantidad de aporte de material particulado y la fauna de la zona cerca a labores se ahuyenta. Los positivos se nombran en la respuesta anterior	Con afectaciones que han sido minimizadas con la aplicación de estándares ambientales	No se realiza aprovechamiento de agua del río. No se canalizan aguas escorrentías al río. Monitoreo de caudales. Riego de vías para disminuir polución y material particulado que pueda caer al río. 8 años de explotación.	Reforestación. Liberar en la zona fauna endémica.

IMPACTOS SOCIO AMBIENTALES POR LA DESVIACIÓN DEL RIO CALENTURITAS

Supervisor	Preservación y/o conservación de peces realizando pescas controladas y prohibiendo las pescas a gran escala	Impactos negativos cuando se hace desvío del Río y positivos cuando en vez de desviarlo se refuerzan los la cuenca por medio de gaviones	Actualmente la cuenca está conservada de manera positiva en lo que corresponde a los límites con la mina Calenturitas	El tiempo en el que la mina se ubicará en la cuenca del Río dependerá del tiempo aprobado en el PTO y PMA; sobre los reglamentos con los que cuenta la mina son los establecidos por ley y a eso se suma los procedimientos ambientales y políticas de conservación ambiental con las que posee la compañía	Reforestación de botaderos, restablecimiento de flora y fauna silvestres los cuales ya están identificados en el inventario de flora y fauna contemplados en el EIA y el PMA aprobados
Geotecnista	Reforestación	Toda actividad minera tiene su impacto en las cuencas hidrográficas. En estos momentos, se aprovecha más del 90% del agua lluvia para uso en la operación con el fin de preservar los afluentes de la cuenca	En reforestación, gran parte de las áreas donde hubo operación se encuentran recuperadas con plantas y árboles nativos	NS/NR	Recuperación de áreas y botaderos, reforestación y buen manejo de aguas
Operador	Ningún beneficio aporta	Los impactos siempre serán negativos porque se está acabando con toda la naturaleza.	La cuenca del río está acabada ya que la minería acabó con el río calenturitas	No los conozco los reglamentos	La verdad el río está acabado no veo remedio para recuperar el río
Almacenista	No beneficia nada	Impactos negativos ya que no aporta nada.	En recuperación	No lo se	No lo se
Biólogo	Mejor manejo de especies	Impactos positivos porque preservó especies nativas, mitigo la caza y la tala de árboles.	La mina agoto el ecosistema de la cuenca	No sé qué reglamentos rigen	No veo remediación