

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA
SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE UF 2.1
PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1**



Elaborado para:



Elaborado por:



Consultoría Colombiana S.A.

**Bogotá D.C.
Mayo de 2017**



Agencia Nacional de
Infraestructura



MinTransporte
Ministerio de Transporte

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE UF 2.1 PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1

TABLA DE CONTENIDO

		PÁG.
11.2	PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS.....	1
11.2.1	GENERALIDADES	1
11.2.2	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES Y PROCESOS ASOCIADOS AL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO.....	8
11.2.3	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	15
11.2.4	PROCESO DE CONOCIMIENTO DEL RIESGO.....	17
11.2.5	PROCESO DE REDUCCIÓN DEL RIESGO ASOCIADO AL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO	31
11.2.6	PROCESO DE MANEJO DEL DESASTRE.....	35
11.2.7	SISTEMA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL PLAN	40
11.2.8	DIVULGACIÓN DEL PLAN	40
11.2.9	ACTUALIZACIÓN Y VIGENCIA DEL PLAN	41
11.2.10	PROFESIONALES RESPONSABLES DE LA FORMULACIÓN DEL PLAN 41	
11.2.11	ANEXOS	42

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE UF 2.1 PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1

PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁG.
Tabla 1. Escala de probabilidad de ocurrencia de las amenazas	5
Tabla 2. Criterios para la calificación de vulnerabilidad.....	5
Tabla 3 Niveles de amenaza	6
Tabla 4 Criterios para calificar la exposición.....	6
Tabla 5 Determinación del nivel de riesgo.....	7
Tabla 6 Definición del nivel de riesgo.....	7
Tabla 7 Ubicación del punto de vertimiento	9
Tabla 8 Aguas residuales domésticas para vertimiento en aguas superficiales.....	10
Tabla 9 Aguas residuales industriales – Parámetros de cumplimiento Resolución 631 de 2015 Art. 15 para vertimiento en aguas superficiales	11
Tabla 10 Unidad litológica presente.....	17
Tabla 11 Unidades geomorfológicas presentes	1
Tabla 12. Caracterización de las corrientes receptoras.....	9
Tabla 13. Unidades hidrogeológicas presentes en el área de influencia del sistema de gestión del vertimiento	10
Tabla 14 Unidades de cobertura de la tierra identificadas para el área de influencia del sistema de gestión del vertimiento	11
Tabla 15 Georreferenciación de los puntos de monitoreo considerados	12
Tabla 16 Composición taxonómica y abundancia del Perifiton río Aurrá	12
Tabla 17 Composición taxonómica y abundancia del Perifiton quebrada Seca.....	13
Tabla 18 Composición y estructura de macroinvertebrados en el río Aurrá.....	13
Tabla 19 Composición y estructura de macroinvertebrados en la quebrada Seca.....	14
Tabla 20 Peces registrados en los puntos de muestreo	14
Tabla 21 Localización del punto de vertimiento propuesto	16
Tabla 22 Descripción de la vereda del área de influencia del sistema de gestión de vertimiento.....	16
Tabla 23 Amenazas naturales identificadas en el SGV	18
Tabla 24 Amenazas operativas identificadas en el SGV	18
Tabla 25 Amenazas socioculturales y de orden público identificadas en el SGV	19
Tabla 26 Consolidación de los escenarios de riesgo	20
Tabla 27 Probabilidad de ocurrencia de las amenazas	21
Tabla 28 Calificación del nivel de vulnerabilidad.....	22
Tabla 29 Nivel de amenaza	25

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

Tabla 30 Valoración del nivel de exposición	27
Tabla 31 Resultados de la valoración del riesgo	29
Tabla 32 Medida de prevención orientada a la Capacitación y formación para el adecuado funcionamiento del SGV	32
Tabla 33 Medida de prevención orientada al desarrollo de mantenimientos e inspección de los componentes del SGV.....	34
Tabla 34 Preparación básica para la recuperación posdesastre	36
Tabla 35 Técnicas de recuperación de suelos contaminados por aguas residuales	36
Tabla 36 Principales características de las EDAN	38
Tabla 37 Profesionales que intervinieron en la formulación del PGRMV	41

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR	
	CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
VERSIÓN 0.3		

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE UF 2.1 PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1

PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁG.
Figura 1 Localización de los puntos de vertimiento propuesto	8
Figura 2 Esquema básico de un tanque séptico	12
Figura 3 Esquema básico de una trampa de grasas	13
Figura 4 Planta -Desarenador para tratamiento primario	13
Figura 5 Perfil - Desarenador para tratamiento primario	14
Figura 6 Área de influencia del Sistema de Gestión del Vertimiento	16
Figura 7 Esquema general para el análisis de riesgos	17

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR	
	CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERÓNIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

11.2.3 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS

De acuerdo con lo establecido en el Artículo 44 del Decreto 3930 de 2010, las personas naturales o jurídicas de derecho público o privado que desarrollen actividades industriales, comerciales y de servicios que generen vertimientos a un cuerpo de agua o al suelo deberán elaborar un Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos en situaciones que limiten o impidan el tratamiento del vertimiento. Dicho plan debe incluir el análisis del riesgo, medidas de prevención y mitigación, protocolos de emergencia y contingencia y lineamientos de rehabilitación y recuperación.

Por tal razón, a continuación se desarrollan los términos de referencia establecidos por la Resolución 1514 de 2012 para la elaboración del Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos (PGRMV o PGRV) procedentes de las actividades constructivas del proyecto “Construcción de la segunda calzada entre San Jerónimo y Santa Fe de Antioquia –Unidad Funcional 2.1 del proyecto Autopista al Mar 1” para la cual se tienen proyectados dos puntos de vertimientos, uno sobre el río Aurrá y el segundo sobre la quebrada Seca.

11.2.3.1 GENERALIDADES

A continuación se exponen los aspectos generales que enmarcan el presente Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo del Vertimiento.

11.2.3.1.1 INTRODUCCIÓN

El presente plan de gestión del riesgo para el manejo de vertimientos se desarrolla para las aguas domesticas e industriales generadas durante las actividades constructivas de la segunda calzada entre San Jerónimo y Santa Fe de Antioquia.

Dentro del desarrollo del programa de Concesiones de autopistas 4G que viene impulsando el gobierno nacional, se ha identificado como urgente el mejoramiento de las condiciones viales del departamento de Antioquia; reconociéndose fundamental dentro de este proceso el incluir las vías de salida al mar de los municipios del centro occidente de esta región del país, y en específico, optimizar la conexión entre la ciudad de Medellín y el Urabá antioqueño.

La construcción de la segunda calzada entre San Jerónimo y Santa Fe de Antioquia requerirá permiso de vertimiento en aguas superficiales, teniendo en cuenta que se generaran residuos líquidos por la operación del área de planta, la cual incluye trituración, producción de concreto y asfalto (se prevé la generación de aguas residuales industriales y domésticas), la segunda área que generará vertimientos corresponde a la planta de triturado

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

a localizar en la margen derecha de la quebrada Seca, de la cual se prevé obtener los materiales de arrastre requeridos por el proyecto, dentro del polígono de explotación minera denominado HFDA-05 por el ministerio de minas.

El presente Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos (PGRMV) se desarrolló a partir de la información primaria recolectada por el estudio durante las visitas de campo realizadas y de información secundaria de fuentes públicas oficiales (Servicio Geológico Colombiano, Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres - SIGPAD, Alcaldías, Gobernación, entre otros).

11.2.3.1.2 OBJETIVOS

A continuación se describen el objetivo general y los objetivos específicos para el presente plan, de acuerdo a los lineamientos establecidos en la Resolución 1514 del 31 de agosto de 2012, expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible –MADS.

11.2.3.1.2.1 General

Propender por la seguridad técnica y operacional de los sistemas de Gestión del Vertimiento (procesos y flujos de la actividad), para evitar la afectación de las condiciones ambientales y sociales del área de influencia, ante la ocurrencia de una descarga en condiciones que impidan o limiten el cumplimiento de la norma de vertimientos.

11.2.3.1.2.2 Específicos

Los objetivos específicos del presente plan son:

- Identificar, evaluar y priorizar los riesgos de los Sistemas de Gestión del Vertimiento hacia el medio y del medio hacia el Sistema, ocasionados por fallas de funcionamiento en los mismos o por condiciones del medio.
- Definir acciones de prevención y reducción de los riesgos identificados que pueden afectar las condiciones ambientales y socioeconómicas del área de influencia del Sistema de Gestión del Vertimiento.
- Definir acciones y procedimientos en el proceso de Manejo del Desastre (durante la ocurrencia) para las posibles contingencias identificadas y evaluadas, con base en la priorización de riesgos.
- Establecer lineamientos básicos de recuperación de las zonas afectadas por contingencias, generadas por la ocurrencia de una situación que limite o impida el tratamiento del vertimiento en condiciones técnicas de descarga, ocasionadas por fallas en el funcionamiento del sistema o por condiciones del medio.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR	
	CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

11.2.3.1.3 ANTECEDENTES

Como se presenta en las secciones de GEOLOGÍA (3.2.1), GEOTECNIA (3.2.8) e HIDROLOGÍA (3.2.4), en el área de estudio se identificó la existencia de amenazas naturales por sismicidad, procesos de remoción en masa, inundaciones y avenidas torrenciales las cuales pueden incidir en la operación de los sistemas de gestión del vertimiento propuestos. Igualmente, existen aspectos antrópicos que pueden influir en la adecuada gestión del vertimiento por lo cual, se requiere definir las acciones de prevención y reducción de los riesgos que pueden afectar el sistema propuesto para la gestión del vertimiento.

11.2.3.1.4 ALCANCES

El plan comprende la descripción del sistema de Gestión del Vertimiento y de su área de influencia, el análisis y la priorización de los riesgos que puede generar el Sistema de Gestión del Vertimiento al medio, así como los riesgos originados en el medio que pueden afectar la operación y el funcionamiento del sistema, y las acciones de reducción del riesgo y manejo del desastre para los riesgos identificados y priorizados, con el fin de evitar potenciales afectaciones a la comunidad y a la calidad de los medios receptores (MADS, 2012).

El área de influencia delimitada para el presente PGRMV se definió considerando la posible afectación a los elementos ambientales y sociales por la ocurrencia de un vertimiento sin tratamiento o en condiciones limitadas de tratamiento (Resolución 1514 del 2012).

El presente plan aplica para las situaciones de riesgo o de emergencia que estén asociadas exclusivamente con el Sistema de Gestión del Vertimiento del proceso constructivo del proyecto Segunda calzada San Jerónimo- Santa Fe de Antioquia.

11.2.3.1.5 METODOLOGÍA

La metodología desarrollada para el análisis de riesgos del presente plan, tuvo en consideración los elementos expuestos por el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias – FOPAE en la Resolución 004/09 (Metodologías de Análisis de Riesgo, Documento Soporte Guía para Elaborar Planes de Emergencia y Contingencias) y la metodología desarrollada por Ecopetrol S.A (2010). A continuación se listan las etapas desarrolladas para el análisis de riesgos:

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERÓNIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

11.2.3.1.5.1 Identificación y determinación de la probabilidad de ocurrencia y/o presencia de una amenaza

Una amenaza se describe como la fuente de daño potencial o situación con potencial para causar una pérdida (ICONTEC, 2004). La fuente de dicho daño puede ser un fenómeno y/o una actividad humana o natural que tiene el potencial de causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social, económica y/o la degradación ambiental (EIRD, Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, 2004). Un evento amenazante se considera cómo la manifestación final de la amenaza, que genera los efectos adversos.

- Identificación de amenazas

La identificación de las amenazas para el área de influencia del PGRMV se desarrolló mediante la caracterización socioambiental del área y la descripción técnica del proyecto; a través de estas se identificaron las potenciales amenazas externas (del medio hacia el proyecto) e internas (del proyecto hacia el medio) que se puedan presentar durante el desarrollo del proyecto.

- Consolidación de los escenarios del riesgo

La consolidación de los escenarios de riesgo tiene como objetivo determinar qué elementos serían vulnerables a sufrir efectos adversos por la manifestación de una amenaza. Para esto se identificaron tanto los elementos vulnerables del sistema de gestión del vertimiento, cómo los elementos vulnerables de los medios afectables por la construcción y operación del sistema.

- Estimación de la probabilidad de ocurrencia

Se relaciona con la cantidad de veces por unidad de tiempo que el evento amenazante se puede manifestar alterando las condiciones operativas del proyecto. Una vez identificadas las amenazas, se estimó la probabilidad de ocurrencia en función de la escala que se muestra en la Tabla 1.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERÓNIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

Tabla 1. Escala de probabilidad de ocurrencia de las amenazas

Puntos	Grado	Probabilidad	Descripción	Ocurrencia casos
5	Muy Alta	Frecuente	Posibilidad de ocurrencia muy alta reiterativamente	Más de 1 evento al mes
4	Alta	Probable	Posibilidad de ocurrencia alto, se presenta alguna veces	Hasta 1 evento cada 6 meses
3	Media	Ocasional	Posibilidad de ocurrencia media, se presenta alguna veces	Hasta 1 evento al año
2	Baja	Remoto	Posibilidad de ocurrencia baja, se presenta esporádicamente	Hasta 1 caso cada 5 años
1	Muy Baja	Improbable	Posibilidad de ocurrencia muy baja, se presenta en forma excepcional	Hasta 1 caso cada 10 años o más

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2016)

11.2.3.1.5.2 Identificación y análisis de la vulnerabilidad

La vulnerabilidad corresponde a la predisposición de sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, ambientales, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos peligrosos (artículo 4º Ley 1523 de 2012).

La vulnerabilidad se asocia directamente con las consecuencias que tiene la manifestación del evento amenazante sobre los elementos vulnerables; en la Tabla 2 se muestran los niveles establecidos por la metodología para la clasificación de las consecuencias.

11.2.3.1.5.2.1 Niveles de consecuencias

Los niveles de consecuencia o vulnerabilidad se evaluaron en diferentes ámbitos: los efectos potenciales a la integridad física, los efectos económicos, ambientales y sociales (se involucró la imagen institucional y percepción de la empresa en el análisis).

Tabla 2. Criterios para la calificación de vulnerabilidad

Nivel	Descripción de elementos vulnerables				Puntos
	Lesiones Personales	Daño Ambiental	Pérdidas Materiales*	Imagen	
Muy alto	Una o Más fatalidades	Contaminación irreparable	Catastrófica > o = 20%	Internacional	5
Alto	Incapacidad permanente (Parcial o total)	Contaminación mayor	Grave Entre el 10% y el 20%	Nacional	4
Medio	Incapacidad temporal (>1 día)	Contaminación localizada	Severo Entre el 5% y el 10%	Regional	3
Bajo	Lesiones leves	Efecto menor o leve	Importante Entre el 3% y el 5%	Local	2
Muy Bajo	Ninguna lesión	Ningún efecto	Marginal < 3%	Al interior de la empresa	1

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2016). Adaptado de (ECOPETROL, Dirección de Responsabilidad Integral, 2008).

* Porcentajes con relación al presupuesto total de la obra a ejecutar.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERÓNIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

11.2.3.1.5.2.2 Nivel de amenaza

El nivel de amenaza hace referencia a la relación entre la probabilidad de ocurrencia de un evento amenazante y las consecuencias potenciales del mismo sobre los elementos vulnerables. Para identificar el nivel de amenaza se aplicó la siguiente ecuación.

Ecuación 1. Estimación del nivel de amenaza

$$\left(\frac{\text{Probabilidad} \times \text{Consecuencia}}{25} \right) \times 100 = \text{Nivel de Amenaza}$$

Con el fin de interpretar los resultados de la ecuación anterior, se realizó una categorización de los niveles de amenaza, dando como resultados los cinco (5) niveles mostrados en la Tabla 3.

Tabla 3 Niveles de amenaza

Nivel	Descripción	Puntos
Muy alto	Amenazas con muy alta probabilidad de ocurrencia y consecuencias altamente significativas. Valores entre el 81% y el 100%	5
Alto	Amenazas con alta probabilidad de ocurrencia y consecuencias significativas. Valores entre el 61% y el 80%	4
Medio	Amenazas con probabilidad moderada de ocurrencia y consecuencias moderadas. Valores entre el 36% y el 60%	3
Bajo	Amenazas con probabilidad baja de ocurrencia y consecuencias baja. Riesgo entre el 11% y el 35%	2
Muy Bajo	Amenazas con probabilidad muy baja de ocurrencia y sin consecuencias. Valores menores o iguales al 10%	1

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2016).

11.2.3.1.5.2.3 Nivel de exposición

Posteriormente, para determinar el nivel de riesgo se tuvo en cuenta el nivel de exposición entre las amenazas y los elementos vulnerables. El nivel de exposición se valoró de acuerdo a los criterios establecidos en la Tabla 4.

Tabla 4 Criterios para calificar la exposición

Clasificación		Descripción
4	Permanente	El elemento amenazante está presente en todo momento o muchas veces en un día.
3	Frecuente	El elemento amenazante está presente con frecuencia o varias veces en la semana.
2	Ocasional	El elemento amenazante está presente ocasionalmente o varias veces al mes.
1	Esporádico	El elemento amenazante no se presenta casi nunca.

Fuente: (ECOPETROL, 2012)

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERÓNIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

11.2.3.1.5.3 Análisis del nivel de riesgo

Con el fin de categorizar los escenarios de riesgo identificados, se utilizó el nivel de amenaza y el nivel de exposición para identificar el nivel de riesgo que representa cada escenario, aplicando la relación que se muestra en la Tabla 5.

La categorización de los diferentes escenarios de riesgo permitió establecer el marco para desarrollar los lineamientos para la reducción del riesgo y las medidas a tener presente para el manejo de un eventual incidente.

Tabla 5 Determinación del nivel de riesgo

NIVEL DE AMENAZA		NIVEL DE EXPOSICIÓN			
		Permanente	Frecuente	Ocasional	Esporádico
		4	3	2	1
Muy alto	5	MA	A	A	M
Alto	4	A	A	M	B
Medio	3	M	M	B	MB
Bajo	2	B	B	MB	MB
Muy Bajo	1	MB	MB	MB	MB

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2016). Modificado de (ECOPETROL, Dirección de Responsabilidad Integral, 2008).

Los resultados se enmarcaron de acuerdo a los niveles de riesgo que se listan en la Tabla 6.

Tabla 6 Definición del nivel de riesgo

NIVEL	INTERPRETACIÓN
Muy Alto	Riesgo intolerable para asumir, requiere buscar alternativa y decide la Gerencia si se desarrolla o no la actividad.
Alto	Si se decide realizar la actividad, deberá implementarse previamente un tratamiento especial en cuanto al nivel de control (Demostrar control de riesgo). Gerencia involucrada en decisión e investigación de incidentes.
Medio	Se deben tomar medidas para reducir el riesgo a niveles razonablemente prácticos, debe demostrarse el control del riesgo.
Bajo	Discutir y gestionar mejora de los sistemas de control y de calidad establecidos (permisos, ATS, procedimientos, lista de chequeo, responsabilidades y competencias, EPP, etc.).
Muy Bajo	Riesgo muy bajo, usar sistemas de control y calidad establecidos.

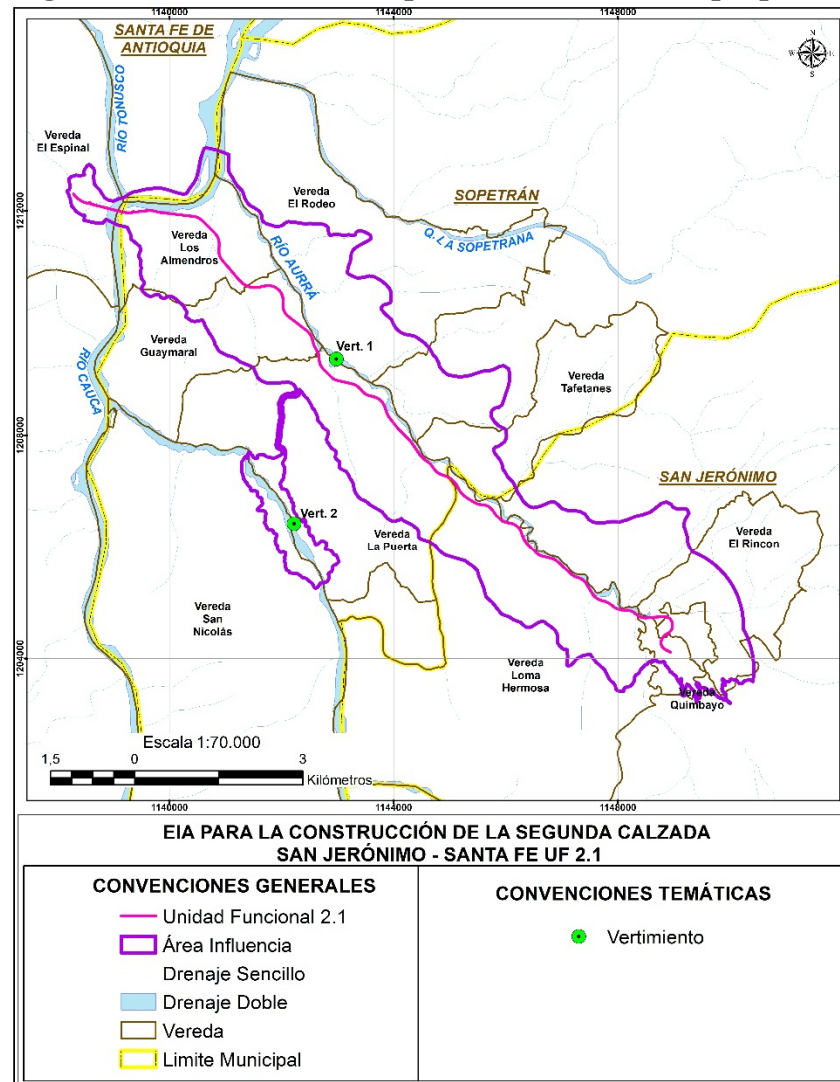
Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2016). Modificado de (ECOPETROL, 2012)

11.2.3.2 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES Y PROCESOS ASOCIADOS AL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO

11.2.3.2.1 LOCALIZACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO

El sistema de Gestión de Vertimiento se localizara en el municipio de Sopetrán, VEREDA La Puerta, la localización aproximada en relación al proyecto puede observarse en la Figura 1, en cuanto a las coordenadas de ubicación y caudal estimado de vertimiento, se indican en la Tabla 7, (para mayor detalle remitirse al mapa de Uso y Aprovechamiento en el Anexo 1. Cartografía).

Figura 1 Localización de los puntos de vertimiento propuesto



Fuente: Consultoría Colombiana 2.016

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

Tabla 7 Ubicación del punto de vertimiento

Id	Fuente generadora	Drenaje	Coordenadas Magna Sirgas Origen Oeste		Vereda / Municipio	Caudal a verter (l/s)	
			Este	Norte		Industrial	Doméstico
1	Planta 2	Río Aurrá	1142977,92	1209359,97	La Puerta - Sopetrán	0,715	0,0255
2	Planta triturado	Quebrada Seca	1142225,1	1206424,8	La Puerta - Sopetrán	20	
Total						20,7405	

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2016)

11.2.3.2.2 COMPONENTES Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO

Los Sistemas de Gestión del Vertimiento se describen en el Capítulo 7. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales, del presente Estudio de Impacto Ambiental. Sin embargo, a continuación se relacionan algunas consideraciones generales, es de precisar que el sistema de tratamiento para las aguas residuales industriales propuesto en ambos puntos de generación es el mismo.

11.2.3.2.2.1 Características típicas de las aguas residuales a generar

Como consecuencia de las actividades constructivas del proyecto, se generarán aguas residuales domésticas e industriales con las características que se indican a continuación:

11.2.3.2.2.1.1 Aguas residuales domésticas

Las aguas residuales de tipo doméstico son las que se producen a partir de actividades como el lavado de ropa, limpieza, aseo personal y servicios sanitarios, se dividen en aguas negras (Con Alta carga de materia orgánica, coliformes y valores de DBO) y grises (Con carga de grasas, alta alcalinidad, DQO). Las aguas residuales de tipo doméstico sin ningún tratamiento presentan alta carga de coliformes, sólidos en suspensión, grasas, residuos de detergentes, compuestos nitrogenados y fosfatos, en el desarrollo del proyecto se prevé la generación únicamente de aguas negras las cuales serán manejadas mediante los sistemas que se describen posteriormente.

11.2.3.2.2.1.2 Aguas Industriales

Durante las actividades constructivas del proyecto vial se adecuará una zona denominada “planta 2”, en la cual se desarrollará el manejo de la materia prima para la composición de concreto y asfalto, se desarrollarán actividades de trituración; además del manejo de arena, agregados, pétreos, cemento, agua y aditivos que se requieren para el proyecto, igualmente se acondicionará un área denominada parque de vigas para el manejo de estructuras prefabricadas que estará anexa a dicha área. Por otro lado, se acondicionará una zona

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERÓNIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

denominada “planta de trituración”, en la cual se efectuará el manejo de los materiales extraídos en la zona de explotación de materiales de arrastre, de tal forma que se obtenga la granulometría requerida para su incorporación en los procesos constructivos. El desarrollo de las actividades indicadas, implicará la generación de aguas residuales industriales para las cuales se requiere la implementación de estructuras de tratamiento para la posterior entrega a los cuerpos de agua receptores.

Para el área “Planta 2”, las aguas que resulten del proceso de concretos se reutilizarán durante toda la fase de construcción, ya que si bien no son potables, si son aptas para la elaboración del concreto. Podrá resultar un único vertimiento en el último proceso que se realice. En éste vertimiento se incluye el lavado de maquinaria y la planta de concreto.

En la Planta de trituración, se generarán aguas residuales debido al lavado de los materiales de arrastre y como tal el proceso de trituración.

Las aguas residuales no tendrán considerablemente peligros asociados, dado que los procesos industriales no implican la inclusión de sustancias que puedan alterar sus condiciones, adicionalmente se espera una mínima producción dado el potencial de reúso. Adicionalmente, de requerirse reparaciones o mantenimientos, estos serían realizados en lugares autorizados para tal fin en los centros poblados cercanos o en las áreas que se definan para tal fin, estas últimas contarán con los sistemas de conducción y almacenamiento de las aguas generadas que sean necesarios.

El sistema de tratamiento garantizará que las aguas residuales a ser vertidas en cuerpos de agua superficiales cumplan con los criterios establecidos por el Decreto 1076 de 2015, o por la normatividad vigente relacionada.

En la Tabla 8 y Tabla 9 se presentan los valores esperados para los parámetros luego del tratamiento.

Tabla 8 Aguas residuales domésticas para vertimiento en aguas superficiales

Parámetro	Unidades	Vertimiento en cuerpo de agua
		Limite permisible
		(Resolución 631 de 2015 Art. 8) ARD con una carga menor o igual a 625 Kg/díaDBO ₅
pH	unidades	6 a 9
Temperatura		<40
DQO	mg/l	180
DBO ₅	mg/l	90
Sólidos suspendidos totales	mg/l	90
Sólidos sedimentables	mg/l	5
Grasas y aceites	mg/l	20

Fuente: Resolución 0631 de 17 de marzo de 2015

Tabla 9 Aguas residuales industriales – Parámetros de cumplimiento Resolución 631 de 2015 Art. 15 para vertimiento en aguas superficiales

Parámetro	Unidades	Vertimiento en cuerpo de agua
		Limite permisible
		(Resolución 631 de 2015 Art. 15)
pH	unidades	6 a 9
DQO	mg/l	150
DBO ₅	mg/l	50
Sólidos suspendidos totales	mg/l	50
Sólidos sedimentables	mg/l	1
Grasas y aceites	mg/l	10
Fenoles totales	mg/l	0,20
Hidrocarburos totales	mg/l	10
Cianuro total	mg/l	0,1
Cloruros	mg/l	250
Fluoruros	mg/l	50
Sulfatos	mg/l	250
Sulfuros	mg/l	1
Antimonio	mg/l	0,3
Arsénico	mg/l	0,1
Bario	mg/l	1
Cadmio	mg/l	0,01
Cinc	mg/l	3
Cobalto	mg/l	0,1
Cobre	mg/l	1
Cromo	mg/l	0,1
Estaño	mg/l	2
Hierro	mg/l	1
Mercurio	mg/l	0,002
Niquel	mg/l	0,1
Plata	mg/l	0,2
Plomo	mg/l	0,1
Selenio	mg/l	0,2
Vanadio	mg/l	1
Temperatura	°C	<40

Fuente: Resolución 631 de 17 de marzo de 2015

11.2.3.2.2.2 Unidades de tratamiento

Las unidades de tratamiento a instalar dependerán directamente de las características de las aguas a tratar, los sistemas que se instalaran en el proyecto corresponden a:

11.2.3.2.2.2.1 Aguas residuales domésticas

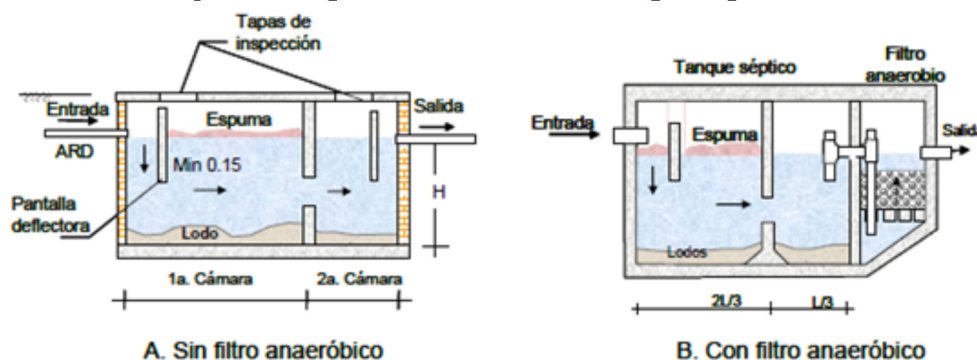
Las aguas que se generen en la Planta 2 (Incluye proceso de triturado, concreto y asfalto) se separarán en aguas negras e industriales dependiendo del lugar de origen. Las aguas negras

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERÓNIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

serán las que se generen en las baterías sanitarias. Las aguas negras se enviarán por una línea a un pozo séptico compuesto, en términos generales, por una cámara cerrada a donde llegan los residuos, la cual facilita la descomposición y la separación de la materia orgánica por acción de las bacterias de estos residuos.

El tanque séptico permitirá la transformación de la materia orgánica en gases, líquidos y lodos; los lodos (sólidos sedimentables) se depositarán en la parte inferior de la cámara, por el contrario, las grasas y demás materiales ligeros flotan y se acumulan en la superficie formando una capa de espumas; los líquidos libres de material flotante se evacuarán de la cámara, a través de tubos enterrados dirigidos hacia el punto de entrega al cuerpo de agua receptor. Por último los gases que se generen en los lodos, por procesos de descomposición anaeróbica y facultativa, (dióxido de Carbono (CO_2), metano (CH_4) y sulfuro de hidrógeno (H_2S)), serán evacuados del tanque por medio de tuberías de aireación. El dimensionamiento del tanque se efectuará con base a los diseños técnicos que sean propuestos. (Ver Figura 2)

Figura 2 Esquema básico de un tanque séptico



11.2.3.2.2.2 Aguas residuales industriales

Las estructuras de tratamiento propuestas para las aguas residuales industriales, con el fin de evitar la contaminación y/o deterioro de los cuerpos de agua, se resumen a continuación:

En la planta de concreto, las aguas de escurrentía, así como las aguas del lavado de la planta y de los vehículos (mixer) se conducirán mediante canales perimetrales hacia las estructuras sedimentadoras (Figura 4 y Figura 5), después de la decantación de las partículas de cemento, grava y arena, el agua será conducida al sistema de recirculación de la planta para ser reutilizada en la elaboración del concreto. El agua resultante del secado de lodos será conducida a las estructuras sedimentadores y reincorporadas al proceso de la planta.

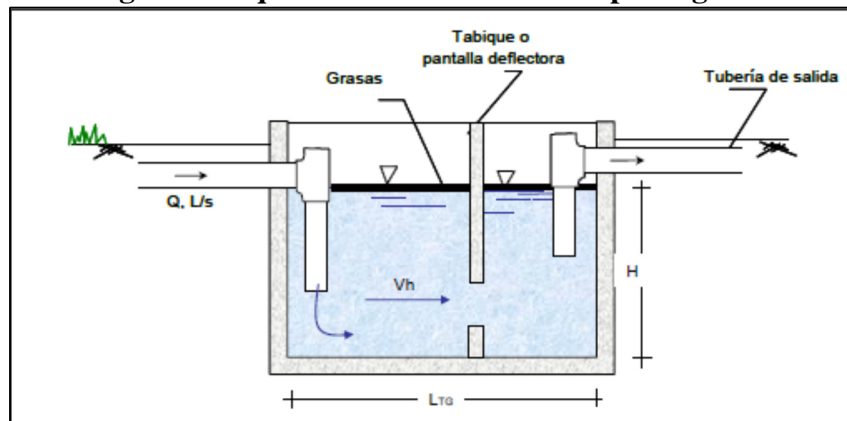
Todas las instalaciones de trabajo (planta y plataformas) contarán con canales perimetrales,

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERÓNIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

canales de conducción, sedimentadores y trampas de grasa, destinados al manejo de aguas de escorrentía. Al igual que las zonas de almacenamiento de combustibles (aguas residuales también conducidas mediante canales perimetrales hasta los sistemas de tratamiento).

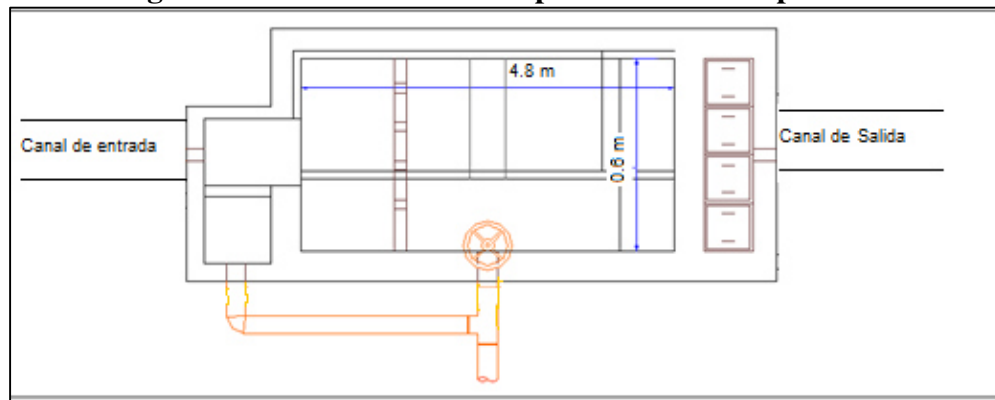
Las trampas de grasas (Figura 3) y los desarenadores tendrán un mantenimiento periódico, para garantizar su adecuado funcionamiento; los residuos aceitosos serán almacenados herméticamente y entregados a empresas especializadas para su disposición final, mientras que los lodos resultantes se secarán (en la zona de secado) y dispondrán finalmente en una de las ZODME más cercanas.

Figura 3 Esquema básico de una trampa de grasas



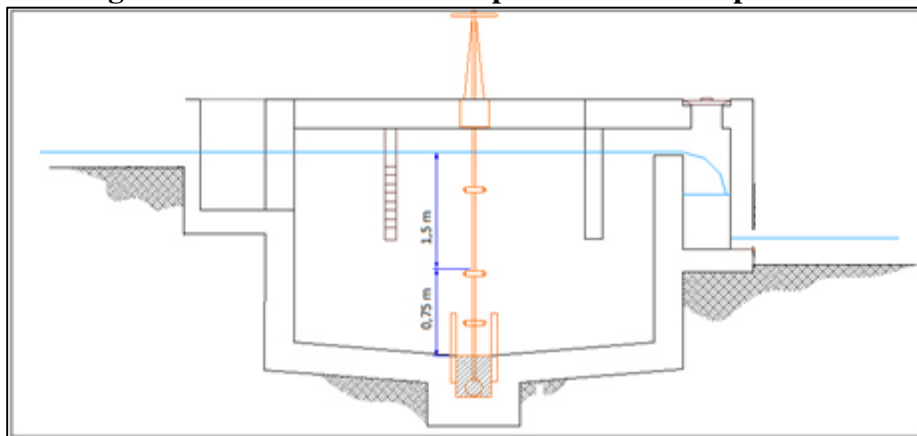
Fuente: Consultoría Colombiana S. A. 2016

Figura 4 Planta -Desarenador para tratamiento primario



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Figura 5 Perfil - Desarenador para tratamiento primario



Fuente: Consultoría Colombiana S. A. 2016

Se selecciona una estructura de sección rectangular con dimensiones mínimas para mantenimiento que permiten el ingreso de una persona. Las dimensiones seleccionadas son las siguientes:

- Longitud útil: $L = 4.80 \text{ m}$
- Ancho útil: $B = 0.60 \text{ m}$
- Profundidad útil: $H_d = 0.21 \text{ m}$
- Profundidad total (Con zona de lodos): $H_t = 1.5 \text{ m}$

Ésta estructura tiene capacidad para tratar hasta 25 L/s garantizando el periodo de retención mínimo exigido por el RAS2000.

Para la planta de trituración, se prevé la instalación de un sistema de tratamiento similar, teniendo en cuenta que el principal aporte de contaminantes corresponderá a solidos suspendidos.

11.2.3.2.2.3 Aguas de escorrentía

Contaminadas: Las aguas de escorrentía contaminadas se manejaran a través de cunetas y serán enviadas a los sistemas ya mencionados como trampas de grasa y desarenadores para su posterior vertimiento al medio.

No contaminadas: Para el manejo de las aguas lluvias no contaminadas se construirá un sistema de cunetas perimetrales alrededor de la locación o frente de obra. Las aguas recogidas por las cunetas se entregarán en un desarenador y el efluente se entregará de forma controlada al medio.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

11.2.3.2.2.4 Aceites lubricantes residuales

Los aceites provenientes del mantenimiento de los equipos que sea realizado en el campamento serán entregados a terceros que cuenten con la licencia para su tratamiento y disposición final.

11.2.3.2.2.3 Transporte y disposición final del vertimiento

El transporte de las aguas residuales se realizará desde los sitios de generación hasta las trampas de grasas, desarenadores y al sistema de tratamiento de agua residual mediante alcantarillas y/o líneas de flujo destinadas para tal fin. Se evitará la mezcla de las aguas residuales industriales con las aguas de escorrentía, mediante la canalización por separado de las mismas. Luego del tratamiento, se dispondrá el agua residual ya tratada en el cuerpo de agua superficial autorizado; el agua será transportada desde el sitio de tratamiento hasta el sitio de disposición final mediante un sistema de líneas de flujo y motobombas. En cuanto a los posibles vertimientos que se puedan generar en los frentes de trabajo, estos serán conducidos hasta los sistemas de tratamiento a través de carrotanque o se entregaran a terceros que cuenten con autorización ambiental para su manejo.

11.2.3.2.2.4 Insumos para la operación del sistema de tratamiento

Los sistemas propuestos para el tratamiento de los vertimientos generados, no requieren el uso de insumos (combustibles o productos químicos) para su operación, teniendo en cuenta sus características de diseño.

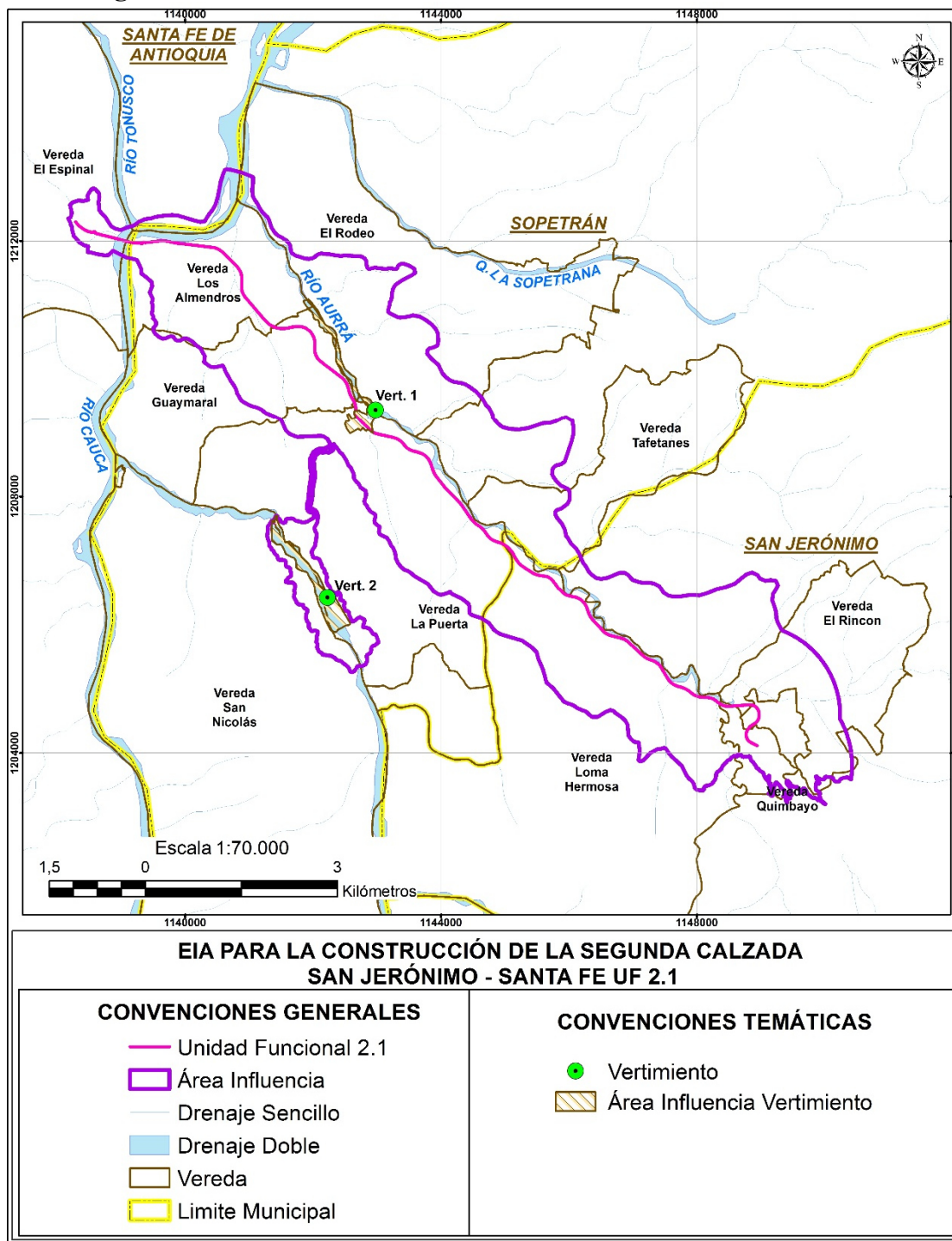
11.2.3.3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Esta caracterización está orientada a la identificación de las amenazas que ofrece el medio al proyecto (amenazas naturales, socioculturales y de orden público), las resultantes de la operación de los sistemas (amenazas operativas) y sus efectos sobre los elementos sociales y ambientales que sean vulnerables (Resolución 1514 del 2012).

11.2.3.3.1 ÁREA DE INFLUENCIA

En la Figura 6, se presenta el área de influencia del proyecto con el área de influencia correspondiente a los sistemas de gestión del vertimiento -SGV. El área de influencia se definió considerando las áreas de generación y tratamiento, las potenciales áreas donde se instalaran los elementos que constituyen el sistema, el medio de conducción del agua residual hasta el punto de vertimiento y como tal el cuerpo de agua receptor.

Figura 6 Área de influencia del Sistema de Gestión del Vertimiento



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2016)

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERÓNIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

11.2.3.3.2 MEDIO ABIÓTICO

Dentro del medio abiótico, se describirán los elementos considerando la posible afectación del medio al sistema o del sistema al medio:

11.2.3.3.2.1 Del Medio al sistema

Para la caracterización del área de estudio del presente plan se parte de la información contenida en el capítulo cinco del Estudio de Impacto Ambiental, abarcando únicamente el área de interés para el vertimiento.

11.2.3.3.2.1.1 Geología

El área de estudio se encuentra en el departamento de Antioquia al noroccidente del país, en la cordillera Central, en donde se encuentran desde rocas sedimentarias hasta ígneas y metamórficas de edades desde el Paleozoico hasta Cretáceo superior.

En cuanto a las unidades litológicas presentes en la zona de interés, de acuerdo a la leyenda del Mapa Geológico se identifican depósitos aluviales (Qal), la Formación Amagá (Tos, Tom y Toi) y Diorita de Pueblito (Tdp), esta última presente únicamente en la zona de la quebrada Seca (Vertimiento de la planta de trituración) (Ver Tabla 10).

Tabla 10 Unidad litológica presente

Edad				Símbolo	Unidad
Eón	Era	Periodo	Época		
Fanerozoico	Cenozoico	Cuaternario		Qal	Depósitos Aluviales
		Neógeno	Mioceno	Tos	Formación Amagá
				Tom	
		Paleógeno	Oligoceno	Toi	
	Mesozoica	Triásico		Tdp	Diorita de Pueblito

Fuente: Consultoría Colombiana, 2016

- Depósitos Aluviales (Qal)

Los depósitos aluviales se encuentran en los valles de todos los ríos y de algunas quebradas que por su morfología permiten la acumulación de estos sedimentos, donde las pendientes de las corrientes disminuyen y contribuyen a la formación y preservación de amplias llanuras aluviales. Predominan gravas gruesas con intercalaciones ocasionales de grava guijosa.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERÓNIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

Los terrenos pertenecientes a esta unidad litológica se destacan por ser de relieve ligeramente inclinado (3-7%) a plano; son terrenos de apariencia estable, pero susceptibles de erosión en surcos y cárcavas.

- Miembro inferior (Toi)

El Miembro Inferior es un conglomerado basal polimíctico de cantos gruesos y fábrica clasto soportada que se interdigita con litoarenitas, arenitas arcillosas y arenitas conglomeráticas en una sucesión con tendencia grano decreciente; en menor proporción se interponen arcillolitas y lodolitas a veces carbonosas de color negro a rojizo. Los clastos de los conglomerados son predominantemente de esquistos verdes, esquistos negros, cuarzo y cuarcitas. Las areniscas son líticas a subarcósicas, por lo general con matriz arcillosa llegando a ser hasta grauvacas. El carbón en este nivel corresponde a capas delgadas presentes en la parte superior.

- Miembro Medio (Tom)

Consta principalmente de arcillolitas de color gris oscuro a claro y rojizo, interpuestas frecuentemente con niveles de carbón de hasta 3 m de espesor y escasas arcosas de grano grueso, colores blanco y gris. Los niveles de carbón de este intervalo son los que en la región de Amagá – Titiribí – Angelópolis, están siendo explotados intensamente por minería a cielo abierto y subterránea.

- Miembro Superior (Tos)

Conformado principalmente por areniscas arcósicas y líticas, localmente con cemento calcáreo, color amarillo claro y blanco, con interposiciones delgadas de carbón y arcillolitas de color rojo y gris con lentes, capas lenticulares y nódulos sideríticos y ferruginosos.

Van Der Hammen (1958) asignó el rango de edad para esta formación desde el Oligoceno tardío para el Miembro Inferior hasta Mioceno temprano para el Miembro Superior.

- Diorita de Pueblito (Tdp)

Descrita por Grosse (1926) como “Diorita Anfibólica” y González (1976) introduce el término de Diorita de Pueblito para describir la prolongación de este cuerpo hacia el sur. Es un cuerpo alargado en dirección general N10°W, con una extensión de 47 km, pasando sobre la margen izquierda de la quebrada Seca, cerca del confluencia de esta con el río Cauca.

Consiste principalmente de dioritas (75%) y en menor proporción gabros hornbléndicos. La roca presenta generalmente estructura maciza, con colores gris verdosos (5GY4/1- 6/1), el

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERÓNIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

grano generalmente es fino, localmente medio. La unidad hacia los flancos pasa gradualmente a gabros hornbléndicos foliados de grano medio a grueso de la unidad Gabros de Romeral; en esta unidad es mayor el contenido de minerales máficos, los cristales son de mayor tamaño y la foliación alcanza un mejor desarrollo.

11.2.3.3.2.1.1.1 Geología estructural y amenaza sísmica

El área de estudio se localiza en el departamento de Antioquia al noroccidente del país, en la cordillera Central, en donde se encuentran desde rocas sedimentarias hasta ígneas y metamórficas de edades desde el Paleozoico hasta Cretáceo superior. La cordillera Central colombiana comprendida entre el cañón del río Cauca y el valle del río Magdalena, presenta características morfológicas y litológicas variadas. El área de estudio se ubica entre la margen derecha del río Cauca y costado noroccidental del Valle de Aburrá, en la vertiente occidental y piedemonte de la Cordillera Central, se caracteriza por presentar los sistemas de fallas, pliegues y lineamientos que se indican a continuación.

11.2.3.3.2.1.1.1.1 Fallas

El área de estudio hace parte de un esquema estructural definido por tres grandes bloques tectónicos alargados N-S, limitados por fallas de carácter regional, y se ubica en el bloque más oriental que corresponde al Complejo Quebrada grande, cuyo límite al oriente es la Falla San Jerónimo, y al occidente la Falla Silvia-Pijao. Dentro de estos bloques se presentan fallas de gran extensión y que afectan el área de estudio como la falla Uvito.

11.2.3.3.2.1.1.1.2 Plegamientos

En cuanto a pliegues, en el área de estudio solamente se cruza por el denominado Sinclinal de Ebéjico, con eje de rumbo NS a N15°W. Se puede seguir por 24,5 km desde 6 km al S de Ebéjico hasta el río Aurrá. Se trata de una estructura simétrica apretada, con rocas de la Formación Amagá (miembro medio) en el núcleo de la estructura, delimitada por la Falla de Quirimará-La Clara al occidente, su eje tiene dirección N10°W, con cabeceo al noroeste.

11.2.3.3.2.1.2 Geomorfología

La determinación de la geomorfología de la zona del proyecto se desarrolló a partir de la recopilación de información secundaria y de campo, la revisión de cartografía temática y la interpretación de imágenes de satélite y fotografías aéreas. En el capítulo 5.1.1 del Estudio de Impacto Ambiental se presenta a detalle la información geomorfológica del proyecto.

Para el área de influencia definida para los vertimientos del proyecto, se identifican las unidades geomorfológicas que se indican a continuación:

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

Tabla 11 Unidades geomorfológicas presentes

Z. Geomorf.	Prov. Geom.	Región	Unidad geomorfológica		Subunidad geomorfológica	Litología dominante	Componente geomorfológico	Morfografía	Morfodinámica	Símbolo
Cordillera	Cordillera Central	Denudativa	Montañas	Estructurales denudativas (SD)	Espinazo	Esquistos cuarzo sericíticos, esquistos verdes, y rocas volcánicas sedimentarias, estratificadas de liditas, lodolitas, grauvacas, tobas silicificadas y conglomerados.	Ladera estructural (le)	Relieve de laderas largas y rectas, con predominio de pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) a fuertemente escarpadas (75-100%)	Morfodinámica alta, susceptible a deslizamientos planares. Con abundantes deslizamientos activos, afectados por cárcavamiento y erosión en surcos	SDle
				Denudativo (D)	Laderas	Rocas ígneas intrusivas, tipo diorita, gabros hornbléndicos, grano fino a medio, con alta influencia estructural, por el trazo de la falla Quirimará – La clara.	Ladera (l)	Relieve de lomerío orientado en dirección NS a NW-SE, con pendientes desde ligeramente escarpadas (25-50%) hasta totalmente escarpadas (>100%). Longitud de laderas 200-300m, convexas, cimas redondeadas y angostas.	Influencia estructural con presencia de facetas triangulares. Afectada por sobrepastoreo, en grado moderado a severo.	DI

 ANI Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

Z.	Geoestruct	Prov. Geom	Región	Unidad geomorfológica	Subunidad geomorfológica	Litología dominante	Componente geomorfológico	Morfografía	Morfodinámica	Símbolo
			Deposicional	Piedemonte	Lomas y colinas	Rocas sedimentarias clásticas Conformadas por areniscas bien cementadas, areniscas conglomeráticas, arcillas pizarrosas.	Lomerío (lo)	Relieve de lomas y colinas asociado a rocas sedimentarias de la formación Amagá; altura media 40-50m, cimas subangulares, medianamente angostas, pendientes fuertemente inclinadas (12-25%),	Áreas afectadas principalmente por sobrepastoreo grado moderado alto; susceptible a erosión en surcos y cárcavas	DSlo
						Rocas sedimentarias clásticas Conformadas por areniscas bien cementadas, areniscas conglomeráticas, arcillas pizarrosas.	Laderas estructurales (le)	Relieve de laderas cortas, rectas, de pendientes predominantes fuertemente inclinadas (12-25%) a ligeramente escarpadas (25-50%).	Áreas afectadas principalmente por sobrepastoreo grado moderado alto; susceptible a erosión en surcos y cárcavas	DSle
				Aluvio diluvial (FA)	Abanicos aluviales	Sedimentos no consolidados provenientes del piedemonte de la cordillera Central	Cuerpo y base de abanico aluvial (aa)	Poco disectado, de pendientes planas a ligeramente planas (0-3%).	Morfodinámica baja.	FAaa
				Aluvial (F)	Terrazas aluviales	Depósitos no consolidados de origen aluvial, provenientes del río Cauca y desembocadura del río	Nivel de terraza 0 (t0)	Depósitos aluviales asociados al río Cauca, elongados en dirección EW y angostos, de	Suelos susceptibles a erosión en surcos y cárcavas.	Ft0

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

Z.	Genestruct	Prov. Geom	Región	Unidad geomorfológica	Subunidad geomorfológica	Litología dominante	Componente geomorfológico	Morfografía	Morfodinámica	Símbolo
						Aurrá en el río Cauca.		pendientes planas a ligeramente planas (0-3%).		
						Depósitos no consolidados de origen aluvial, provenientes del río Cauca y desembocadura del río Aurrá en el río Cauca.	Nivel de terraza 1 (t1)	Depósitos aluviales asociados al río Cauca y río Aurrá, de pendientes planas a ligeramente planas (0-3%).	Suelos susceptibles a erosión en surcos y cárcavas.	Ft1
					Valle aluvial	Depósitos aluviales no consolidados	Valle estrecho aluvial (ve)	Relieve de formas alargadas y angostas, con pendientes planas a ligeramente planas (0-3%) y en menor proporción fuertemente inclinadas (12-25%).		Fve
							Vega inundable (vi)	Terreno periódicamente inundable del río Cauca y afluentes, que cede y recibe continuamente aluviones de lecho (cantos, gravas, arenas).	Socavación de orillas	Fvi

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

Z. Geoestruct	Prov. Geom	Región	Unidad geomorfológica		Subunidad geomorfológica	Litología dominante	Componente geomorfológico	Morfografía	Morfodinámica	Símbolo
							Basines (ba)	Terreno de forma plano cóncava que favorece el estancamiento de aguas y formación de lagos y lagunas. Sobre esta geoforma es conocida como Humedal La Bramadora		Fba
Cordillera	Cordillera Central	Deposicional	Piedemonte	Aluvial (F)	Valle aluvial	Depósitos aluviales no consolidados	Sobre vega (sv)	Terrenos planos a ligeramente planos, asociados a depósitos del río Aurrá y quebrada Seca	Apariencia estable	Fsv
			Cuerpos de agua							CA

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR	
	CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

11.2.3.3.2.1.3 Morfodinámica

La morfodinámica corresponde a procesos de erosión por sobrepastoreo y suelos desnudos, con tendencia a permanecer estable de acuerdo a las evaluaciones efectuadas a partir de ortofotomapa. La unidad geomorfología Aluvial (A) se caracteriza por un relieve plano a ligeramente plano (0-3%).

11.2.3.3.2.1.4 Hidrología

La caracterización hidrológica está orientada a la identificación de fenómenos hidrológicos (inundaciones, avenidas torrenciales) que puedan afectar la normal operación del Sistema de Gestión del Vertimiento.

La resolución 1514 de 2012 resalta que es importante considerar que el criterio para desarrollar el aspecto hidrológico está dado por la localización y el nivel de exposición del Sistema de Gestión del Vertimiento, en referencia al fenómeno hidrológico que pueda afectar su normal operación. Siendo así, la ubicación del sistema de gestión de vertimiento para este caso propicia una mínima exposición del sistema a este tipo de fenómenos.

Las plantas de tratamiento de aguas residuales estarán ubicadas en el área de plantas a más de 100 metros del punto de vertimiento previsto, por ende fenómenos naturales de avenidas torrenciales no podrían afectar el sistema de forma significativa. Así mismo, contarán con un sistema de manejo de agua superficial que permitirá la conducción de aguas lluvias por medio de canaletas, alcantarillas y sumideros, lo que prevendrá inundaciones y por ende la exposición del sistema de tratamiento de agua residual a este fenómeno.

Adicionalmente, la descarga se realizará mediante líneas de flujo o carrotaques, por ende un fenómeno natural como la avenida torrencial tendría el potencial, en el peor de los casos, de afectar la línea de flujo de agua residual ya tratada, lo que se consideraría un daño menor al sistema.

El área de influencia del sistema de gestión del vertimiento, está localizada en la cuenca hidrográfica del río Aurrá para el caso de los vertimientos asociados al área “Planta 2” y en la cuenca de la quebrada Seca para los vertimientos de la Planta de trituración. En el capítulo 5.1.5 del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto se presenta la caracterización hidrológica y en el Anexo 1 Cartografía se presenta el mapa hidrológico correspondiente.

11.2.3.3.2.1.5 Geotecnia

La zonificación geotécnica del área de estudio consiste en la división del terreno en zonas geotécnicamente homogéneas, calificadas de acuerdo con las condiciones de estabilidad que pueden afectar la construcción del proyecto vial, para lo cual en un ambiente SIG, se

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR		
	CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE		
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1		
	VERSIÓN 0.3		

definen áreas con características similares en cuanto a litología (geología), geomorfología, hidrogeología, cobertura de la tierra, densidad de drenajes, densidad de fallas, ocurrencia de deslizamientos y pendientes.

En términos generales, el área de influencia definida para los sistemas de gestión del vertimiento se determinó que la amenaza geotécnica de la zona de interés se categoriza como de amenaza relativa entre moderada y alta con una estabilidad geotécnica entre baja y moderada, lo cual representa un 66,4 % del total del área de influencia considerada para el proyecto, lo anterior una vez se involucran los posibles factores detonantes de precipitación y sismicidad. En el capítulo 5.1.9 del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto y en el Anexo 1 Cartografía se presenta la caracterización geotécnica y el mapa de zonificación geotécnica en escala 1:25000.

11.2.3.3.2.2 Del sistema de gestión del vertimiento al medio

Como elementos importantes para la evaluación del riesgo del sistema de gestión del vertimiento propuesto hacia el medio se consideran los siguientes, para mayor detalle de la información presentada se puede revisar el capítulo cinco del Estudio de Impacto Ambiental.

11.2.3.3.2.2.1 Suelos y usos del suelo

A continuación se describen los aspectos generales de los suelos, cobertura y usos del suelo, identificados en el área de influencia del vertimiento.

11.2.3.3.2.2.1.1 Suelos

Los suelos encontrados en el área de estudio se agrupan en unidades cartográficas de suelos (UCS); se definen como “el conjunto de todas las delineaciones o polígonos de suelos que están identificadas por un mismo símbolo, cuya nomenclatura ha sido previamente establecida” (USDA 1985). Las unidades cartográficas difieren entre sí y pueden estar constituidas por uno o más componentes (tipos de suelos), a continuación se realiza la descripción de las unidades cartográficas de suelo en el área de influencia de los sistemas de gestión del vertimiento:

- Asociación Olaya (B3)

Esta unidad se localiza en los municipios de Sopetrán y Santafé de Antioquia. Corresponde a la zona de vida de bosque seco tropical. Se ubica en el relieve plano a ligeramente inclinado, con pendientes entre 1 y 7%. Son afectados por pedregosidad superficial muy localizada (IGAC, 2007).

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR	
	CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

La asociación Olaya se compone de los suelos Typic Ustorthents (45%), Typic Haplustepts (45%) y misceláneo de playas en un 10% (IGAC, 2007).

Dentro del área de influencia del proyecto están presentes en el Plano de inundación de los ríos Cauca y Aurrá.

- Asociación Santafé (B1)

Está ubicada en los municipios de Sopetrán, San Jerónimo y Santafé de Antioquia. Corresponden a la forma de vida de bosque seco tropical. Están ubicados en las colinas fuertemente disectadas en relieve fuertemente ondulado a moderadamente escarpado. Presenta erosión laminar en surcos moderada a severa. Algunos sectores presentan afección por pedregosidad superficial. Se han desarrollado a partir de rocas sedimentarias y metamórficas, son bien drenados con texturas medias a finas y limitados por fragmentos de roca (IGAC, 2007).

La asociación Santafé está formada por los suelos Typic Haplustepts (40%), Lithic Ustorthents (20%), Typic Ustorthents (20%), e inclusiones de Oxic Haplustepts (10%) y Lithic Haplustepts (10%) (IGAC, 2007).

Dentro de del área de influencia están presentes en las colinas moderadamente empinadas severamente erosionadas, colinas moderadamente empinadas muy severamente erosionadas y colinas empinadas severamente erosionadas.

11.2.3.3.2.2.1.2 Vocación del uso del suelo

Las categorías de vocación de uso o uso potencial, corresponden a la principal capacidad de uso establecida para cada una de las clases agrologicas, teniendo en cuenta sus limitantes y características de sostenibilidad. Cada una de las vocaciones de uso se homologaron a las categorías establecidas por la Zonificación de los Conflictos de Uso de las Tierras en Colombia (IGAC y CORPOICA, 2002).

Los Grupos de Manejo, son agrupados en un sistema jerárquico de dos niveles que relaciona la vocación actual de uso de las tierras y el uso principal recomendado.

La vocación actual de uso de las tierras, constituye la clase mayor de uso que una unidad de tierra está en capacidad natural de soportar con características de sostenibilidad, evaluadas sobre una base biofísica, sin tener en cuenta circunstancias económicas actuales, propias de cada clase de manejo.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR	
	CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

En el área de influencia del vertimiento se identificó como vocación de uso del suelo principalmente la conservación recuperación, seguida por la producción agrícola con cultivos transitorios semiintensivos. Esta vocación a nivel del proyecto igualmente sobre sale con un 44,31 % para conservación recuperación y 21,27% para producción agrícola con cultivos transitorios semiintensivos, siendo en su orden los de mayor presencia.

11.2.3.3.2.2.1.3 Uso Actual del Suelo

El Uso actual del Suelos se define como aquel uso que se le atribuye a la cobertura del suelo ya sea en actividades productivas con un beneficio económico o aquellas que no lo generan, éstas últimas asociadas a las tierras con usos de conservación y/o protección. Adicionalmente, es el resultado de la interacción de aspectos como el tiempo y el espacio resumidos en lo que conocemos como evolución humana, la cual define si el uso se mantiene o cambia en función de las necesidades económicas, sociales y/o culturales de la población.

El Uso Actual del Suelo se determina a partir del mapa de las Coberturas de la Tierra realizado por el consultor a escala 1:25:000, mediante la agrupación de coberturas con similares funcionalidades, permitiendo la identificación de áreas que presentan los mismos patrones de explotación y uso de los recursos naturales asociados al suelo; en términos de las categorías del Uso del Suelo, establecidas por el IGAC y CORPOICA, 2002.

Adicionalmente, para la determinación de uso actual se tuvo en cuenta el uso reglamentado del suelo a través de la consulta de los instrumentos de ordenamiento territorial (EOT's, PBOT's y POT's) identificados en el área de influencia, específicamente las categorías de agropecuario, protección, reserva, suburbano, entre otros, áreas a las cuales se les respetó el uso especificado por los instrumentos de ordenamiento, descripción que se desarrolla en el aparte de Uso Reglamentado.

Como resultado se obtuvo que el uso actual del suelo dentro de las áreas de influencia de los sistemas de gestión del vertimiento corresponden principalmente a la conservación de tipo forestal protectora, conservación por recursos hídricos, agroforestal silvopastoril y urbano. En general, para el área de influencia del proyecto se obtuvo que el uso actual del suelo está representado por cinco categorías, en su orden correspondientes a agroforestal, agrícola, conservación, ganadería y urbano.

11.2.3.3.2.2.2 Calidad del Agua

El estado ambiental en que se encuentra el recurso hídrico, en cuanto a sus condiciones físico-químicas, bacteriológicas e hidrobiológicas, permite establecer el tipo de uso que se le puede dar a este bajo ciertos estándares de calidad, que de no ser cumplidos, requerirían

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR	
	CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
VERSIÓN 0.3		

de tratamientos específicos para su posterior aprovechamiento. Estos estándares de calidad, pueden ser alterados de diferente forma, tanto directa como indirectamente, por aporte de diferentes agentes provenientes de la dinámica natural del entorno (aportes de materia orgánica, arrastre de sedimentos, etc.), o por actividades antrópicas que modifican las condiciones normales del recurso

Los resultados de las condiciones fisicoquímicas y bacteriológicas del río Aurrá y de la quebrada Seca, fuentes receptoras del vertimiento se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12. Caracterización de las corrientes receptoras

Parámetro	Unidades	Río Aurrá	Quebrada Seca
TEMPERATURA	°C	29,1	31,0
CONDUCTIVIDAD	μS/cm	72	170
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	112	379
NTK (NITROGENO TOTAL KJELDAHL)	mg/L	<4	<4
DQO	mg/L	34,3	26,4
OXIGENO DISUELTO	mg/L	7,5	115,35
DBO5	mg/L	<5	<5
FOSFORO TOTAL	mg/L	0,158	
NITROGENO AMONICAL	mg/L	<2	<2
NITRATOS	mg/L	0,489	0,411
NITRITOS	mg/L	0,0518	0,0139
COLIFORMES FECALES	UFC/100mL	<18	400
COLIFORMES TOTALES	UFC/100mL	40	94000
ALCALINIDAD	mg/L	48.8	60,7
PH	UNIDADES	8,53	8,5
GRASAS Y ACEITES	mg/L	<10	<10
CLORUROS	mg/L	<5	5,25
SULFATOS	mg/L	<15	59,0

Fuente: ANASCOL, 2016.

11.2.3.3.2.2.3 Usos del Agua

En las visitas de campo realizadas (2016), no se evidenciaron captaciones agua aguas debajo de los puntos de vertimiento establecidos, en un rango de 1km, aspecto atribuible a la existencia de acueductos veredales que suplen las necesidades de las comunidades aledañas y al uso de pozos profundos, esto último principalmente en las zonas aledañas al río Aurrá.

11.2.3.3.2.2.4 Hidrogeología

A continuación se presenta la información general de las unidades hidrogeológicas identificadas en el área de influencia de los sistemas de gestión del vertimiento; el detalle

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR	
	CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

de las características hidrogeológicas del área del proyecto se presenta en el numeral 5.1.8 del Capítulo 5 del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto.

Tabla 13. Unidades hidrogeológicas presentes en el área de influencia del sistema de gestión del vertimiento

Sistema de Acuífero	Características de los Acuíferos	Unidades Hidrogeológicas
Sedimentos y rocas con flujo intergranular		
Acuíferos de Mediana productividad, capacidad específica entre 1,0 y 2,0 l/s/m	Sistemas acuíferos continuos de extensión regional, conformados por sedimentos Cuaternarios no consolidados de ambiente fluvial y aluvial, acuíferos de tipo libre y confinado con aguas recomendables para cualquier uso.	Depósitos aluviales (Qal)
Sedimentos y rocas con limitados recursos de agua subterránea (basamento hidrogeológico)		
Acuíferos con muy baja productividad, capacidad específica promedio menor a 0,05 l/s/m, su comportamiento se correlaciona con un acuitardo	Complejo de rocas de arcillolitas pizarrosas y lodolitas carbonosas del Neógeno, de ambientes fluviolacustres; se comportan como acuitardos.	Miembro Superior, Formación Amaga (Tos)
		Miembro Medio, Formación Amaga (Tom)
		Miembro Inferior, Formación Amaga (Toi)

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

11.2.3.3.3 MEDIO BIÓTICO

Dentro del medio abiótico, se describirán los elementos de coberturas y ecosistemas (acuáticos y terrestres).

11.2.3.3.3.1 Coberturas identificadas en el área de influencia

Para la caracterización de las coberturas de la tierra, el proceso se basó en la interpretación de imágenes Rapideye de 2014 y ortofotos de la zona de una resolución media; teniendo en cuenta para la delimitación de las coberturas criterios fisonómicos y estructurales de la vegetación, combinados con el reconocimiento de características fisiográficas, geomorfológicas, así como características de la imagen como son: tono, textura, patrón, forma y tamaño; siendo esta la manera en la que se genera el mapa de coberturas a escala 1:100.000, para lo cual también se tuvo en cuenta la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales en el que se usa la clasificación Corine Land Cover adaptada para Colombia (CLCC). La Tabla 14 indica las coberturas identificadas en el área de influencia.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR	
	CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

Tabla 14 Unidades de cobertura de la tierra identificadas para el área de influencia del sistema de gestión del vertimiento

1	2	3	4	5	6
3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	3.2. Áreas con Vegetación Herbácea o Arbustiva	3.2.2. Arbustal	3.2.2.1. Arbustal denso	3.2.2.1.1. Arbustal denso alto	
			3.2.2.2. Arbustal abierto	3.2.2.2.1. Arbustal abierto esclerófilo	
5. SUPERFICIES DE AGUA	5.1. Aguas continentales	5.1.1. Ríos			

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Las características generales de las coberturas presentes se describen a continuación:

11.2.3.3.1.1 Arbustal (3.2.2)

Comprende los territorios cubiertos por vegetación arbustiva desarrollada en forma natural en diferentes densidades y sustratos. Dentro de esta categoría encontramos el Arbustal denso (3.2.2.1) el cual contiene en su V nivel la unidad Arbustal denso alto (3.2.2.1.1) la cual se hace presente en el municipio de San Jerónimo y Sopetrán. También se cataloga bajo este ámbito Arbustal abierto (3.2.2.2) el cual contiene la cobertura Arbustal abierto esclerófilo (3.2.2.2.1) presente igualmente en los municipios de San Jerónimo y Sopetrán, teniendo en cuenta el total de área de influencia contemplada para el proyecto.

11.2.3.3.1.2 Aguas continentales (5.1)

Son cuerpos de aguas permanentes, intermitentes y estacionales que comprenden lagos, lagunas, ciénagas depósitos y estanques naturales o artificiales de agua dulce, embalses y cuerpos de agua en movimiento, como los ríos y canales. Dentro del área se identifica el río Aurrá (5.1.1).

11.2.3.3.2 Ecosistemas acuáticos

Se realizó la caracterización de ecosistemas acuáticos, teniendo en cuenta las comunidades hidrobiológicas (Perifiton, Bentos y Fauna íctica). Los datos referenciados en este numeral corresponden a los resultados obtenidos en los puntos de monitoreo sobre el río Aurrá y quebrada Seca, localizados en las coordenadas que se indican en la Tabla 15.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR	
	CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

Tabla 15 Georreferenciación de los puntos de monitoreo considerados

Cuerpo de agua	Punto	Coordenadas Magna Sirgas - Origen Oeste	
		Este	Norte
Río Aurrá	Aguas arriba	1148972,47	1204843,57
	Aguas abajo	1141805,62	1211232,86
Quebrada Seca	Aguas abajo	1141473,79	1207425,29

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2016)

11.2.3.3.2.1 Perifiton

La composición de perifiton en un tiempo y espacio específico depende de distintas variables como: el tipo de sustrato, la rugosidad y el estado trófico del agua. Las algas se desarrollan adheridas a todo tipo de sustrato y se observan regularmente como manchas verdes o parduscas sobre rocas, troncos y objetos artificiales sumergidos en el agua. Por tales características, su estudio permite tener un acercamiento de posibles efectos generados por contaminantes e sistemas tanto lentos como loticos (Roldán-Pérez, 2008).

Para el río Aurrá, la comunidad de Perifiton estuvo representada por 4 morfoespecies, las cuales corresponden taxonómicamente a la división Ochrophyta (Tabla 16). De acuerdo a los resultados obtenidos, la mayor abundancia se registró en la morfoespecie *Nitzschia* sp. (73,4 Ind/cm²) en el punto aguas abajo, seguido por *Navicula* sp. (55,4 Ind/cm²) en el punto aguas arriba. La menor proporción de abundancia se registró para la morfoespecie *Melosira* sp. con 10,1 Ind/cm² aguas arriba y cero aguas abajo.

Tabla 16 Composición taxonómica y abundancia del Perifiton río Aurrá

División/ phylum	Clase	Orden	Familia	Especie/ morfoespecie	Aguas abajo	Aguas arriba
Ochrophyta	Bacillariophyceae	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i> sp.	0	10,1
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp.	25,9	55,4
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp.	73,4	10,1
		Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i> sp.	4,3	10,1

Fuente: CIMA., 2016

En el caso de la quebrada Seca se registraron 4 morfoespecies, correspondientes a las divisiones de Ochrophyta, Cyanobacteria y Charophyta, la mayor abundancia se registró en la morfoespecie *Anabaena* sp. (38 Ind/L). (Ver Tabla 17)

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR		
	CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE		
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1		
	VERSIÓN 0.3		

Tabla 17 Composición taxonómica y abundancia del Perifiton quebrada Seca

División/ phylum	Clase	Orden	Familia	Especie/ morfoespecie	Quebrada Seca
Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp.	3
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena</i> sp.	38
Charophyta	Conjugatophyceae	Zygnematales	Mesotaeniaceae	<i>Netrium</i> sp.	1
Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp.	4
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiaceae	Desmidiaceae	<i>Actinotaenium</i> sp.	9
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiaceae	Desmidiaceae	<i>Cosmarium</i> sp.	4

Fuente: ANASCOL., 2016.

11.2.3.3.2.2 Bentos

El concepto de Macroinvertebrados agrupa organismos que son perceptibles a simple vista; es decir, todos aquellos que superan los 0,5 mm de largo. Dentro de esta gran categoría se encuentran los poríferos, los hidrozooos, los turbelarios, los oligoquetos, los hirudíneos, los insectos, arácnidos, los crustáceos, los gastrópodos y los bivalvos (APHA, AWWA, and WEF, 2005).

Tabla 18 Composición y estructura de macroinvertebrados en el río Aurrá

División/ phylum	Clase	Orden	Familia	Especie/ morfoespecie	Aguas abajo	Aguas arriba
Annelida	Hirudinea	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	<i>Helobdella</i> sp.	0	5,19
				<i>Placobdella</i> sp.	0	20,74
	Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	Morfoespecie 2	0	265,19
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Morfoespecie 14 Subfamilia Tanypodinae	0	13,33
				Morfoespecie 7 Subfamilia Chironominae	0,74	42,22
		Ephemeroptera	Baetidae	<i>Camelobaetidiu</i> sp.	0	1,48
		Odonata	Calopterygidae	<i>Hetaerina</i> sp.	0	0,74
			Gomphidae	<i>Progomphus</i> sp.	0	0,74
			Libellulidae	<i>Dythemis</i> sp.	0	1,48

Fuente: CIMA., 2016

En la composición general de la comunidad bentónica presente en el río Aurrá se presentaron organismos pertenecientes a los phylum Annelida y Arthropoda, integradas en tres (3) clases, cinco (5) órdenes, 7 familias y 9 morfotipos (Tabla 18). En cuanto a la composición registrada en la quebrada Seca, se encontró la división Arthropoda, representada por dos familias pertenecientes al mismo número de ordenes.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

Tabla 19 Composición y estructura de macroinvertebrados en la quebrada Seca

División/ phylum	Clase	Orden	Familia	Quebrada Seca
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Gerridae	4
		Odonata	Libellulidae	2

Fuente: ANASCOL., 2016.

11.2.3.3.2.3 Peces

Dentro de los componentes faunísticos inmersos en los ecosistemas acuáticos los peces constituyen uno de los grupos característicos, no solo por ser el grupo taxonómico de mayor abundancia y riqueza de especies, sino también por su papel funcional dentro de los cuerpos de agua. Gran parte del flujo de energía que proviene en primera instancia de la producción primaria (algas, macrófitas y vegetación riparia) y de la cadena detritívora (Hongos, bacterias y virus) pasa a través de los peces hacia los vertebrados superiores, incluyendo el hombre, razón por la cual su estudio permite inferir el estado de todos los niveles tróficos presentes en el ecosistema (Trujillo, Caro, Suárez, & Usma, 2004).

Durante la caracterización, solo se registró el pez Guppy en el río Aurrá, con una abundancia de 34 individuos en el punto de monitoreo aguas arriba y 22 individuos en el punto aguas abajo (Tabla 20).

Tabla 20 Peces registrados en los puntos de muestreo

Orden	Familia	Género	Nombre común	Aguas abajo	Aguas arriba
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia</i> sp.	Guppy	22	34

Fuente: CIMA., 2016

Poecilia sp, es un pez bentopelágico de agua dulce y salada, alcanzan un tamaño máximo de 6 cm. Se desarrollan en un rango de pH entre 7,5 y 8,2 y en un rango de dureza (dH) entre 11 y 30. No realizan migraciones y prefieren aguas de temperaturas entre los 18 y 28°C. Se distribuyen desde México hasta Colombia. Posee importancia ornamental y se alimentan de gusanos, crustáceos, insectos y material vegetal. (Galvis et al., 1997).

11.2.3.3.3 Ecosistemas terrestres

A continuación se presenta de forma consolidada los resultados de composición de especies encontradas. En el Capítulo 5.2 Medio biótico se presenta la caracterización detallada de los ecosistemas terrestres encontrados en el área.

- **Anfibios:** Se registraron un total de ocho (8) especies y 133 individuos de anfibios para el área de influencia de la Segunda Calzada entre San Jerónimo y Santa Fe de

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR	
	CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

Antioquia, UF 2.1. Las especies se encuentran distribuidas en un orden, Anura, y cuatro (4) familias. Las coordenadas de los individuos encontrados se encuentran en el Anexo I Fauna, Especies Registradas, y en el archivo GDB entregado junto al presente estudio.

Los taxones registrados mediante detección auditiva, observación y/o captura representan el 10% de las registradas para Colombia (803 spp.) y el 61,5% de las especies con presencia probable en el área de influencia.

- Reptiles: Se registraron un total de nueve (9) especies y 93 individuos de reptiles. Las especies se encontraron distribuidas en dos (2) órdenes, Squamata y Crocodylia, y siete (7) familias.

Los taxones encontrados representan el 1,58% de las especies registradas para Colombia (571 spp.) y el 18% de los reptiles con presencia probable en el área de influencia.

- Aves: Se registraron en total 88 especies en la fase de campo, las cuales se agruparon en 14 Órdenes y 30 Familias, se incluye al grupo Incertae Sedis con una especie. Estos resultados representan cerca del 35,8% (246 spp.) de la riqueza potencial esperada para el área del proyecto (CORANTIOQUIA 2010).

El orden Passeriformes fue el mejor representado con 13 familias y el grupo Incertae Sedis, además de 45 especies, las cuales conforman cerca del 51,1% de las aves registradas en el área del proyecto. Los demás órdenes mostraron valores de riqueza por familia que oscilaron entre una (1) y tres (3) y por especie entre dos y diez (Figura 5 98, Figura 5 99).

Lo anterior, se explica considerando que para el caso de Passeriformes, este orden agrupa el mayor número de familias y especies del país, de alta diversidad y que habita en variedad de hábitats (Hilty & Brown, 1986; McMullan & Donegan, Field guide to the birds of Colombia, 2014).

- Mamíferos: A partir del esfuerzo de muestreo realizado in situ en el área de influencia del proyecto, se registraron 23 especies de mamíferos, representados en 13 familias y ocho (8) órdenes. Los resultados obtenidos corresponden a especies registradas por medio de observación directa, reportando por este medio, el total de las especies de la siguiente manera: Capturas (39%), registro de indicios (13%) y encuestas (43%).
- Las 23 especies registradas, equivalen al 14% de las especies potenciales para el área de influencia del proyecto y el 4,4%, de las especies reportadas para el país

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR	
	CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

(Ramírez-Chaves, Suárez-Castro, & González-Maya, 2016), y (Ramírez Chávez & Suarez Castro, 2014), (Solari, Muñoz Saba, Rodríguez Mahecha, Defler, Ramírez Chaves, & Trujillo, 2013) (Tabla 5.113).

11.2.3.3.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO

Para el desarrollo del proyecto, se consideran dos puntos de vertimientos, los cuales se localizan sobre el río Aurrá y la quebrada Seca, ambos en la vereda La Puerta del municipio de Sopetrán en las coordenadas que se indican en la Tabla 21.

Tabla 21 Localización del punto de vertimiento propuesto

Municipio	Número	Cuerpo de agua	Vereda	Coordenadas Magna Sirgas origen Oeste	
				Este	Norte
Sopetrán	1	Río Aurrá	La Puerta	1142977,92	1209359,97
Sopetrán	2	Quebrada Seca	La Puerta	1142225,10	1206424,80

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2016)

A continuación en la Tabla 22 se describen los aspectos generales de la vereda que conforma el área de influencia del sistema de gestión de vertimientos:

Tabla 22 Descripción de la vereda del área de influencia del sistema de gestión de vertimiento

Municipio de Sopetrán
La Puerta: Se constituyó primero la zona urbana de la vereda antes que el casco urbano del municipio de Sopetrán, estos territorios fueron de los indígenas y esclavos en la época de la conquista, su año de creación se estima en 1616. Cuenta con una población estimada de 170 habitantes de los cuales 11 están entre los 0 y 5 años, 10 entre los 6 a 10, 34 entre los 11 y 17, 82 están entre los 18 y 65 y 33 superan los 66 años. En cuanto a cobertura de servicios públicos, esta vereda cuenta con acueducto el cual es prestado por la Junta de Acción Comunal y tiene una cobertura del 93% (50 viviendas). En cuanto al servicio de alcantarillado, no se cuenta con un servicio para la vereda, sino sistemas sépticos individuales. El servicio de energía es provisto por Empresas Públicas de Medellín E.S.P. -EPM y cuenta con 93% de cobertura (50 viviendas). Finalmente, la vereda no cuenta con servicio de recolección de residuos sólidos por lo que estos se queman y/ se entierran, sin embargo, se generan prácticas de reciclaje con el plástico de acuerdo a lo manifestado por los habitantes. Frente a la tenencia de la tierra, predomina la modalidad de poseedor con un predominio de microfundios por debajo de las tres clasificaciones de UAF. Para el caso del mercado laboral predomina la ocupación en piscicultura y trabajos bajo “jornal” con 30 y 12 personas ocupadas, le siguen la agricultura y la actividad pecuaria con 7 y 5 personas ocupadas.

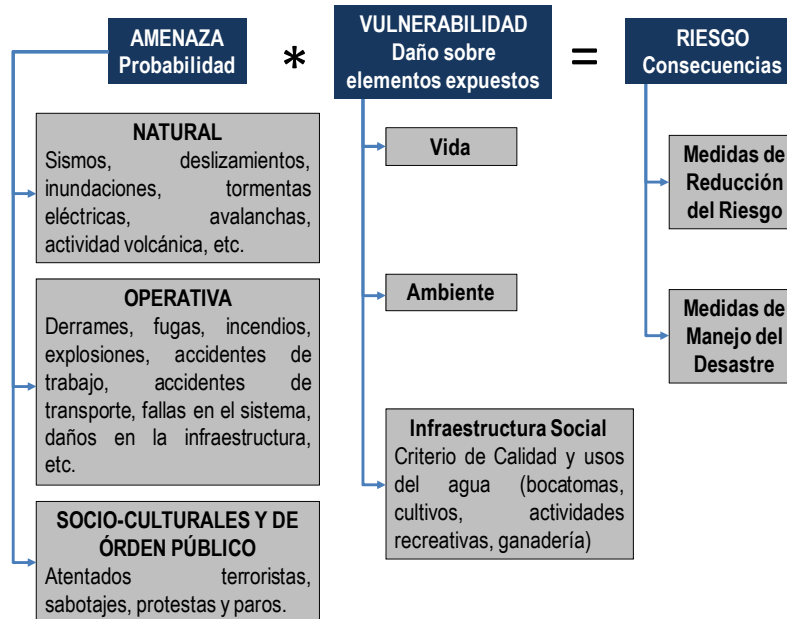
Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2016)

11.2.3.4 PROCESO DE CONOCIMIENTO DEL RIESGO

El conocimiento del riesgo comprende la identificación de amenazas del medio hacia al proyecto y del proyecto hacia el medio, de los elementos expuestos a dichas amenazas y la interrelación entre las amenazas y los elementos vulnerables para determinar la afectación de los mismos en caso de manifestación de las amenazas.

De acuerdo al artículo 4º Ley 1523 de 2012: “*Es el modelo mediante el cual se relacionan la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos sociales, económicos y ambientales y sus probabilidades de ocurrencia. Se estima el valor de los daños y las pérdidas potenciales, y se compara con criterios de seguridad establecidos, con el propósito de definir los tipos de intervención y el alcance de la reducción del riesgo y la preparación para la respuesta y la recuperación*”. En la Figura 7 se observa el esquema general para el desarrollo del análisis del riesgo.

Figura 7 Esquema general para el análisis de riesgos



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., (2016) Tomado de la Resolución 1514 del 2012 por la cual se adoptan los Términos de Referencia para la Elaboración del Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos.

11.2.3.4.1 IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA Y/O PRESENCIA DE UNA AMENAZA

Una amenaza se describe como la fuente de daño potencial o una situación con potencial para causar una pérdida (ICONTEC, 2004). A continuación se caracterizan las amenazas internas y externas del sistema de gestión de vertimientos.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

11.2.3.4.1.1 Amenazas Naturales del Área de Influencia

En el área de influencia del SGV, de acuerdo a la caracterización de la línea base, se identificaron las amenazas naturales listadas en la Tabla 23.

Tabla 23 Amenazas naturales identificadas en el SGV

Amenaza		Grado*
1.	Sismicidad	Moderada
2.	Licuación	Alta
3.	Avenida torrencial	Media
4.	Inundación	Alta

*Se presenta el grado más alto identificado en el área de influencia del vertimiento.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

11.2.3.4.1.2 Amenazas operativas o amenazas asociadas a la operación del sistema de gestión del vertimiento

En la Tabla 24 se listan las amenazas que pueden llegar a presentarse en el área de influencia del SGV con relación a la operación del proyecto.

Tabla 24 Amenazas operativas identificadas en el SGV

AMENAZA		ORIGEN
1.	Falla eléctrica	Sobretensión y picos eléctricos en la red (FirstEnergy Corp., 2014).
		Caídas en el voltaje de la red, o cortes eléctricos.
		Daño en algún equipo o elemento destinado a la generación, transporte o distribución de la electricidad.
		Desconexión voluntaria o involuntaria a la red eléctrica.
2.	Falla mecánica	Errores durante la construcción de los sedimentadores y pozo séptico o en el acople de tuberías requeridas.
		Obstrucción de equipos o elementos del sistema por agentes externos al agua residual (mugre, plásticos, ramas, insectos, etc.), por reacciones del agua con los aditivos utilizados para su tratamiento (polímeros) o por adición involuntaria de mugre contenido en insumos utilizados para el tratamiento (mugre mezclado con la cal).
		Corrosión exterior, interior o fatiga de las piezas de los equipos utilizados para el transporte o tratamiento de las aguas residuales.
3.	Falla en la operación	Errores humanos en la operación debido a fatiga de los trabajadores, al desconocimiento de los procedimientos o a la omisión de los mismos y falta de recursos requeridos para la correcta operación del sistema.
4.	Colmatación de unidades receptoras y de tratamiento	Subdimensionar o sobredimensionar la infraestructura y equipos requeridos.
		Eventos aislados que sobrecargan el sistema de tratamiento.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2016)

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR	
	CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
VERSIÓN 0.3		

11.2.3.4.1.3 Amenazas por condiciones socio-culturales y de orden público

En la

Tabla 25 se listan las amenazas identificadas para el área de influencia del SGV con relación a las condiciones socioculturales y de orden público en la zona.

Tabla 25 Amenazas socioculturales y de orden público identificadas en el SGV

AMENAZA		DESCRIPCIÓN
1.	Suspensión de la operación por conflictos sociales	Asociados a interrupciones en la continuidad de las operaciones del tratamiento de las aguas residuales debido a conflictos con la comunidad.
2.	Daño y/o pérdida del sistema por orden público	Asociados principalmente a sabotajes a la infraestructura de transporte, tratamiento o disposición final de las aguas tratadas, o a la pérdida de elementos debido a delincuencia común.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, (2016)

11.2.3.4.2 CONSOLIDACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO

Los escenarios de riesgo se pueden definir como la probabilidad de manifestación de una amenaza durante el desarrollo de las actividades propias de la operación del Sistema de Gestión del Vertimiento, dicha manifestación tiene el potencial de generar impactos ambientales, económicos o sociales.

Para la consolidación de los escenarios de riesgo, se elaboró una matriz de doble entrada en la cual se plasmaron en el eje horizontal las amenazas identificadas de acuerdo a la caracterización realizada y en el eje vertical las actividades a desarrollar en el transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición final de las aguas provenientes del sistema. Los escenarios identificados se muestran resaltados en la Tabla 26.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

Tabla 26 Consolidación de los escenarios de riesgo

ACTIVIDADES		AMENAZAS									
		NATURALES				OPERATIVAS				SOCIOCULTURALES Y DE ORDEN PÚBLICO	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Sismicidad	Licuación	Avenida Torrencial	Inundación	Falla eléctrica	Falla mecánica	Falla en la operación	Colmatación de unidades receptoras y de tratamiento	Suspensión de la operación por conflictos sociales	Daño y/o pérdida del sistema por orden público
A	Arranque del sistema de tratamiento de (pruebas de estanqueidad, hidrostáticas, eléctricas)	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
B	Transporte desde el punto de generación hasta el sistema de tratamiento (líneas de conducción)	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
C	Almacenamiento y tratamiento	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
D	Bombeo – Despacho	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
E	Disposición final (cuerpos de agua superficial)	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
F	Mantenimiento de unidades tratamiento	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, (2016)

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LAS AMENAZAS

Para determinar la probabilidad de ocurrencia de las amenazas se utilizó como base la caracterización abiótica y socioeconómica desarrollada para el área de estudio. Adicionalmente se utilizó bibliografía secundaria como los reportes detallados de emergencias publicados por la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD, 2014). En la Tabla 27 se observan las calificaciones dadas a cada una de las amenazas establecidas.

Tabla 27 Probabilidad de ocurrencia de las amenazas

Amenaza		Probabilidad		
Amenazas naturales identificadas en el SGV				
1.	Sismicidad	2	Baja	Remoto
2.	Licuación	3	Media	Probable
3.	Avenida Torrencial	4	Alta	Ocasional
4.	Inundación	2	Baja	Ocasional
Amenazas operativas identificadas en el SGV				
6	Falla eléctrica	4	Alta	Probable
6	Falla mecánica	3	Media	Ocasional
7	Falla en la operación	2	Baja	Remoto
8	Colmatación de unidades receptoras y de tratamiento	2	Baja	Remoto
Amenazas socioculturales y de orden público identificadas en el SGV				
9	Suspensión de la operación por conflictos sociales	1	Muy Baja	Improbable
10	Daño y/o pérdida del sistema por orden público	1	Muy Baja	Improbable

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, (2016)

11.2.3.4.3 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

En la Tabla 28 se muestran los niveles de consecuencia o vulnerabilidad asignados a las lesiones personales, daño ambiental, pérdidas económicas, pérdidas materiales e imagen para cada uno de los escenarios de riesgo identificados.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR	
	CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

Tabla 28 Calificación del nivel de vulnerabilidad

Actividad	Escenario	Amenaza	Vulnerabilidad			
			Lesiones personales	Daño ambiental	Pérdidas materiales	Imagen
Arranque del sistema de tratamiento (pruebas de estanqueidad, hidrostáticas, eléctricas)	A1	Sismicidad	1	2	1	1
Arranque del sistema de tratamiento (pruebas de estanqueidad, hidrostáticas, eléctricas)	A2	Licuación	3	3	1	1
Arranque del sistema de tratamiento (pruebas de estanqueidad, hidrostáticas, eléctricas)	A5	Falla eléctrica	1	1	1	1
Arranque del sistema de tratamiento (pruebas de estanqueidad, hidrostáticas, eléctricas)	A6	Falla mecánica	1	2	1	1
Arranque del sistema de tratamiento (pruebas de estanqueidad, hidrostáticas, eléctricas)	A7	Falla en la operación	1	2	1	1
Transporte desde el punto de generación hasta el sistema de tratamiento (líneas de conducción)	B2	Licuación	1	1	1	1
Transporte desde el punto de generación hasta el sistema de tratamiento (líneas de conducción)	B5	Falla eléctrica	1	3	1	3
Almacenamiento y tratamiento	C1	Sismicidad	1	3	1	3
Almacenamiento y tratamiento	C2	Licuación	1	3	1	3
Almacenamiento y tratamiento	C5	Falla eléctrica	1	3	1	1
Almacenamiento y tratamiento	C6	Falla mecánica	1	3	1	1
Almacenamiento y tratamiento	C7	Falla en la operación	1	2	1	1
Almacenamiento y tratamiento	C8	Colmatación de unidades receptoras y de tratamiento	1	2	2	3
Bombeo – Despacho	D2	Licuación	1	1	1	1

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR		
	CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE		
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1		
	VERSIÓN 0.3		

Actividad	Escenario	Amenaza	Vulnerabilidad			
			Lesiones personales	Daño ambiental	Pérdidas materiales	Imagen
Bombeo – Despacho	D3	Avenida Torrencial	1	3	1	2
Bombeo – Despacho	D4	Inundación	1	1	1	1
Bombeo – Despacho	D5	Falla eléctrica	1	1	1	1
Bombeo – Despacho	D6	Falla mecánica	1	1	1	2
Bombeo – Despacho	D7	Falla en la operación	1	1	1	2
Bombeo – Despacho	D9	Suspensión de la operación por conflictos sociales	1	1	1	1
Disposición final (cuerpos de agua superfcial)	E2	Licuación	1	3	1	3
Disposición final (cuerpos de agua superficial)	E5	Falla eléctrica	1	1	1	1
Disposición final (cuerpos de agua superficial)	E6	Falla mecánica	5	1	1	2
Disposición final (cuerpos de agua superficial)	E7	Falla en la operación	1	1	1	2
Disposición final (cuerpos de agua superficial)	E9	Suspensión de la operación por conflictos sociales	1	1	2	3
Mantenimiento de unidades tratamiento	F5	Falla eléctrica	5	1	1	1
Mantenimiento de unidades tratamiento	F7	Falla en la operación	1	3	2	3
Mantenimiento de unidades tratamiento	F9	Suspensión de la operación por conflictos sociales	1	1	1	1

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, (2016)

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR	
	CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

La vulnerabilidad se analizó relacionando las consecuencias que podría generar la manifestación de cada una de las amenazas sobre las personas, el ambiente, las pérdidas materiales o económicas y la imagen de la compañía para cada etapa establecida.

Se observa que la mayoría de relaciones corresponden a la categoría de consecuencias muy bajas; esto por qué el volumen y contenido de carga contaminante de las aguas residuales no será significativo.

La imagen de la compañía se puede ver afectada en procesos de vertimientos controlados y no controlados del agua no tratada o inclusive del agua a la cual ya se le ha realizado un tratamiento; esto principalmente por la percepción negativa de las comunidades en relación al desarrollo del proyecto.

Vertimientos no controlados de agua residual ya tratada se consideraron poco impactantes en el ambiente debido a que el agua ya tendría los parámetros de vertimiento exigidos por la ley.

11.2.3.4.3.1 Nivel de amenaza

Para obtener el nivel de amenaza se aplicó la Ecuación 1. Estimación del nivel de amenaza utilizando los valores de probabilidad (Tabla 27) y vulnerabilidad (Tabla 28) estimados. Los resultados se categorizaron de acuerdo a lo presentado en la Tabla 3 y se muestran a continuación:

Tabla 29 Nivel de amenaza

Actividad	Escenario	Amenaza	Probabilidad	Vulnerabilidad				Nivel de amenaza			
				Lesiones personales	Daño ambiental	Pérdidas materiales	Imagen	Categoría	Categoría	Categoría	Categoría
Arranque del sistema de tratamiento (pruebas de estanqueidad, hidrostáticas, eléctricas)	A1	Sismicidad	2	1	2	1	1	Muy Bajo	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
Arranque del sistema de tratamiento (pruebas de estanqueidad, hidrostáticas, eléctricas)	A2	Licuaación	3	3	3	1	1	Medio	Medio	Bajo	Bajo
Arranque del sistema de tratamiento (pruebas de estanqueidad, hidrostáticas, eléctricas)	A5	Falla eléctrica	4	1	1	1	1	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Arranque del sistema de tratamiento (pruebas de estanqueidad, hidrostáticas, eléctricas)	A6	Falla mecánica	3	1	2	1	1	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Arranque del sistema de tratamiento (pruebas de estanqueidad, hidrostáticas, eléctricas)	A7	Falla en la operación	2	1	2	1	1	Muy Bajo	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
Transporte desde el punto de generación hasta el sistema de tratamiento (líneas de conducción)	B2	Licuaación	3	1	1	1	1	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Transporte desde el punto de generación hasta el sistema de tratamiento (líneas de conducción)	B5	Falla eléctrica	4	1	3	1	3	Bajo	Medio	Bajo	Medio
Almacenamiento y tratamiento	C2	Licuaación	3	1	3	1	3	Bajo	Medio	Bajo	Medio
Almacenamiento y tratamiento	C5	Falla eléctrica	4	1	3	1	1	Bajo	Medio	Bajo	Bajo
Almacenamiento y tratamiento	C6	Falla mecánica	3	1	3	1	1	Bajo	Medio	Bajo	Bajo
Almacenamiento y tratamiento	C7	Falla en la operación	2	1	2	1	1	Muy Bajo	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
Bombeo – Despacho	D2	Licuaación	0	1	1	1	1	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
Bombeo – Despacho	D4	Inundación	0	1	1	1	1	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
Bombeo – Despacho	D5	Falla eléctrica	4	1	1	1	1	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR		
	CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE		
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1		
	VERSIÓN 0.3		

Actividad	Escenario	Amenaza	Probabilidad	Vulnerabilidad				Nivel de amenaza			
				Lesiones personales	Daño ambiental	Pérdidas materiales	Imagen	Categoría	Categoría	Categoría	Categoría
Bombeo – Despacho	D6	Falla mecánica	3	1	1	1	2	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Bombeo – Despacho	D7	Falla en la operación	2	1	1	1	2	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Bajo
Bombeo – Despacho	D9	Suspensión de la operación por conflictos sociales	1	1	1	1	1	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
Disposición final (cuerpos de agua superficial)	E2	Licuefacción	3	1	3	1	3	Bajo	Medio	Bajo	Medio
Disposición final (cuerpos de agua superficial)	E5	Falla eléctrica	4	1	1	1	1	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Disposición final (cuerpos de agua superficial)	E6	Falla mecánica	3	5	1	1	2	Medio	Bajo	Bajo	Bajo
Disposición final (cuerpos de agua superficial)	E7	Falla en la operación	2	1	1	1	2	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Bajo
Disposición final (cuerpos de agua superficial)	E9	Suspensión de la operación por conflictos sociales	1	1	1	2	3	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Bajo
Mantenimiento de unidades tratamiento	F7	Falla en la operación	2	1	3	2	3	Muy Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Mantenimiento de unidades tratamiento	F9	Suspensión de la operación por conflictos sociales	1	1	1	1	1	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, (2016)

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR	
	CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

11.2.3.4.3.2 Nivel de exposición

El nivel de exposición de los elementos vulnerables a las amenazas determina finalmente el nivel de riesgo para cada uno de los escenarios. De acuerdo a los parámetros establecidos en la Tabla 4, en la Tabla 30 se presentan los resultados obtenidos para la valoración de la exposición con relación a cada amenaza.

Tabla 30 Valoración del nivel de exposición

AMENAZA		EXPOSICIÓN		
		Categoría	Descripción	
Amenazas naturales identificadas en el SGV				
1	Sismicidad	4	Permanente	Este evento amenazante puede presentarse durante cualquier etapa de la operación del Sistema de Gestión de Vertimientos; por ende puede afectar la infraestructura (generando vertimientos no controlados), el ambiente y la imagen corporativa. Se clasifica como exposición permanente no por la manifestación diaria de la amenaza, sino porque de presentarse un sismo, los elementos del sistema inevitablemente se verían expuestos a la amenazas.
2	Licuación	4	Permanente	Este evento amenazante puede presentarse durante cualquier etapa de la operación del Sistema de Gestión de Vertimientos; por ende puede afectar la infraestructura (generando vertimientos no controlados), el ambiente y la imagen corporativa. Se clasifica como exposición permanente no por la manifestación diaria de la amenaza, sino porque de presentarse un proceso de licuación, los elementos del sistema inevitablemente se verían expuestos a la amenazas
3	Avenida Torrencial	1	Esporádico	Las avenidas torrenciales se relacionan directamente con los periodos de lluvias; por esta razón se considera que por mucho la exposición de los elementos vulnerables a esta amenaza será esporádica.
4	Inundación	1	Esporádico	Se estima que este tipo de evento sea poco probable en la zona.
Amenazas operativas identificadas en el SGV				
5	Falla eléctrica	2	Ocasional	Los equipos eléctricos del SGV se operarán de forma frecuente, sin embargo no se espera que su operación sea de 24 horas; adicionalmente se reducirá la manifestación del evento dado mantenimientos periódicos.
6	Falla mecánica	2	Ocasional	Las fallas mecánicas se presentarán en la medida en la que se operen los equipos del SGV; Arzuaga Salazar & Gutiérrez Castillo (2004) demostraron una relación directa entre las horas de operación de los equipos y la manifestación de fallas mecánicas en los mismos.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

AMENAZA		EXPOSICIÓN	
		Categoría	Descripción
7	Falla en la operación	3 Frecuente	Las fallas en la operación debido al desconocimiento de los procedimientos, a la omisión de los mismos o a errores humanos estarán sujetas a la operación del SGV; por lo tanto se espera que este tipo de falla se pueda presentar de forma frecuente si no se realizan los procesos de formación, control y seguimiento adecuados.
8	Colmatación de unidades receptoras y de tratamiento	1 Esporádico	Se considera que esta amenaza se presentaría de forma esporádica debido a que desde la concepción del sistema de tratamiento se dimensionarían los parámetros teniendo presente a manifestación de eventos contingentes.
Amenazas socioculturales y de orden público identificadas en el SGV			
9	Suspensión de la operación por conflictos sociales	1 Esporádico	En cualquier momento la comunidad puede generar conflicto con las actividades propias del proyecto. Sin embargo, dado que la magnitud del sistema de tratamiento no es representativa y que el mismo se encontrará dentro de áreas custodiadas, se espera que la exposición de los elementos vulnerables a esta amenaza sea esporádica.
10	Daño y/o pérdida del sistema por orden público	1 Esporádico	En la zona no se han presentado este tipo de eventos relacionados con el SGV, sin embargo a nivel nacional estos eventos pueden presentarse, por lo tanto se espera que de presentarse sea de forma esporádica.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, (2016)

11.2.3.4.3.3 Valoración del riesgo

Para desarrollar la valoración del riesgo, se tuvieron presente los criterios establecidos en la Tabla 5 de acuerdo a los niveles de amenaza y factores de vulnerabilidad, el resultado de la valoración se presenta en la Tabla 31.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR	
	CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

Tabla 31 Resultados de la valoración del riesgo

Actividad	Escenario	Amenaza	Nivel de amenaza				Exposición	Nivel de riesgo			
			Categoría	Categoría	Categoría	Categoría		Categoría lesiones personales	Categoría daño ambiental	Categoría pérdidas materiales	Categoría imagen
Arranque del sistema de tratamiento (pruebas de estanqueidad, hidrostáticas, eléctricas)	A1	Sismicidad	Muy Bajo	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	4	MB	B	MB	MB
Arranque del sistema de tratamiento (pruebas de estanqueidad, hidrostáticas, eléctricas)	A2	Licuación	Medio	Medio	Bajo	Bajo	4	M	M	B	B
Arranque del sistema de tratamiento (pruebas de estanqueidad, hidrostáticas, eléctricas)	A5	Falla eléctrica	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	2	MB	MB	MB	MB
Arranque del sistema de tratamiento (pruebas de estanqueidad, hidrostáticas, eléctricas)	A6	Falla mecánica	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	2	MB	MB	MB	MB
Arranque del sistema de tratamiento (pruebas de estanqueidad, hidrostáticas, eléctricas)	A7	Falla en la operación	Muy Bajo	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	3	MB	B	MB	MB
Transporte desde el punto de generación hasta el sistema de tratamiento (líneas de conducción)	B2	Licuación	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	4	B	B	B	B
Almacenamiento y tratamiento	C2	Licuación	Bajo	Medio	Bajo	Medio	4	B	M	B	M
Almacenamiento y tratamiento	C5	Falla eléctrica	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	2	MB	B	MB	MB
Almacenamiento y tratamiento	C6	Falla mecánica	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	2	MB	B	MB	MB
Almacenamiento y tratamiento	C7	Falla en la operación	Muy Bajo	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	3	MB	B	MB	MB
Bombeo – Despacho	D2	Licuación	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	4	MB	MB	MB	MB
Bombeo – Despacho	D4	Inundación	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	1	MB	MB	MB	MB
Bombeo – Despacho	D5	Falla eléctrica	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	2	MB	MB	MB	MB
Bombeo – Despacho	D6	Falla mecánica	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	2	MB	MB	MB	MB

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

Actividad	Escenario	Amenaza	Nivel de amenaza				Exposición	Nivel de riesgo			
			Categoría	Categoría	Categoría	Categoría		Categoría lesiones personales	Categoría daño ambiental	Categoría pérdidas materiales	Categoría imagen
Bombeo – Despacho	D7	Falla en la operación	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Bajo	3	MB	MB	MB	B
Bombeo – Despacho	D9	Suspensión de la operación por conflictos sociales	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	1	MB	MB	MB	MB
Disposición final (cuerpos de agua superfcial)	E2	Licucción	Bajo	Medio	Bajo	Medio	4	B	M	B	M
Disposición final (cuerpos de agua superfcial)	E5	Falla eléctrica	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	2	MB	MB	MB	MB
Disposición final (cuerpos de agua superfcial)	E6	Falla mecánica	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	2	B	MB	MB	MB
Disposición final (cuerpos de agua superfcial)	E7	Falla en la operación	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Bajo	3	MB	MB	MB	B
Disposición final (cuerpos de agua superfcial)	E9	Suspensión de la operación por conflictos sociales	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Bajo	1	MB	MB	MB	MB
Mantenimiento de unidades tratamiento	F7	Falla en la operación	Muy Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	3	MB	B	B	B
Mantenimiento de unidades tratamiento	F9	Suspensión de la operación por conflictos sociales	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	1	MB	MB	MB	MB

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, (2016)

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR	
	CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

No se identificó ningún escenario de riesgo bajo las categorías Muy Alto o Alto; se identificó un (1) escenario en el cual se podría presentar un nivel de riesgo medio con relación a lesiones personales, correspondiendo este escenario al Arranque del sistema de las unidades de tratamiento por fenómenos de licuación.

Con relación al daño ambiental se identificaron tres escenarios en los cuales se podría presentar un nivel de riesgo medio, correspondiendo a los escenarios del Arranque del sistema de tratamiento, Almacenamiento y tratamiento y la disposición final, asociados a fenómenos de licuación.

Para las pérdidas económicas no se identificó ningún escenario bajo las categorías de riesgo Muy Alto, Alto, o Medio.

Con relación a la Imagen, se identificaron dos escenarios en los cuales se podría presentar un nivel de riesgo medio, correspondiendo a los escenarios del Arranque del sistema de tratamiento y la disposición final, asociados a fenómenos de licuación.

11.2.3.5 PROCESO DE REDUCCIÓN DEL RIESGO ASOCIADO AL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO

La reducción del riesgo comprende la implementación de estrategias y la ejecución de medidas de intervención dirigidas a reducir o disminuir el riesgo existente. En muchas circunstancias no es posible, ni factible, controlar totalmente el riesgo existente, sin embargo puede ser reducido a niveles aceptables (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012):

Las estrategias de reducción de riesgos se basan en dos tipos de medidas (ARPEL, 1998):

1. Medidas para reducir la probabilidad de los incidentes: Dentro de estas se presentan generalmente cuatro (4) alternativas que se pueden abordar: diseño adecuado del sistema de gestión de vertimientos, desarrollo de procedimientos estándar para la correcta operación del sistema, capacitación al personal y mantenimiento preventivo.
2. Medidas para reducir la vulnerabilidad de los elementos expuestos: buscan reducir las consecuencias de las amenazas sobre los elementos vulnerables. En el marco de estas se encuentran los procesos de capacitación, la planificación de las contingencias y el desarrollo de medidas que modifican el riesgo.

Para el PGRMV se desarrollaron medidas de tipo estructural y de tipo no estructural con el fin de prevenir, evitar, corregir y controlar los riesgos. Las medidas estructurales hacen referencia a la modificación del riesgo a través de la intervención física de la amenaza y la vulnerabilidad generalmente mediante medidas de ingeniería. Las medidas no estructurales

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

hacen referencia a la definición de políticas, acciones de información, capacitación, conformación y entrenamiento de equipos para la respuesta a las emergencias entre otras.

Tabla 32 Medida de prevención orientada a la Capacitación y formación para el adecuado funcionamiento del SGV

Capacitación y formación para el adecuado funcionamiento del SGV				
1. IDENTIFICACIÓN DEL USUARIO				
NOMBRE O RAZÓN SOCIAL				
DIRECCIÓN		VEREDA		MUNICIPIO
DEPARTAMENTO		REPRESENTANTE LEGAL		
2. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE REDUCCIÓN DEL RIESGO				
FECHA DE ELABORACIÓN	15/15/2016	TIPO DE MEDIDA	Estructural (___)	No estructural (<u>X</u>)
OBJETIVO	Prevenir vertimientos de aguas residuales tratadas, no tratadas o aún en tratamiento que no cumplan con los requerimientos de ley establecidos en la resolución 631 de 2015 o las normas que lo sustituyan, debido a fallas en la operación de los sistemas de gestión del vertimiento propuestos.			
METAS	- Capacitar el 100% del personal que laborará directamente en la administración, operación y mantenimiento de los Sistemas de Gestión de Vertimientos en temas relacionados a sus funciones, responsabilidades y los impactos ambientales y sociales que podrían derivarse de la omisión de los procedimientos establecidos para la operación de los sistemas propuestos. - Entrenar el 100% del personal encargado de la atención de emergencias sobre los procedimientos y acciones a ejecutar en caso de manifestarse una emergencia relacionada al SGV.			
DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN PROPUESTA				
La empresa deberá, de no estar incluido en el plan de capacitación, desarrollar las siguientes temáticas con el personal involucrado en la administración, operación y mantenimiento del SGV: • Capacitación en la operación de los sistemas propuestos para el manejo de vertimientos. ○ Equipos mecánicos. ○ Equipos eléctricos. ○ Insumos utilizados y su adecuado manejo. • Capacitación de brigadas para la atención de emergencias relacionadas con el SGV. • Divulgación del Plan de Contingencias de la facilidad y su empalme con el SGV a los operarios encargados del mismo. • Se deberán identificar las entidades de apoyo relacionadas con el SGV y se deberá informar a las mismas sobre el plan de emergencias relacionado al SGV.				
RESPONSABLE	Grupo HSEQ	PLAZO PARA LA EJECUCIÓN	Previo al arranque del sistema de gestión de vertimientos y durante su operación.	
ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN				
La implementación de las medidas propuestas en la presente ficha se realizará mediante talleres de formación y la ejecución de simulacros, en la medida en que estos se articulen a los definidos para la prevención y atención de emergencias.				

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR		
	CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE		
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1		
	VERSIÓN 0.3		

Capacitación y formación para el adecuado funcionamiento del SGV	
MECANISMOS DE SEGUIMIENTO	INDICADORES DE SEGUIMIENTO
Seguimiento a los Programas de Capacitación Realizados.	$\frac{\text{Talleres Realizados}}{\text{Talleres Programados}} \times 100$
Conformación de brigadas	¿Existen responsabilidades específicas para la atención de emergencias relacionadas al SGV? SI___ No___
Elaboración de Simulacros	¿Se elaboraron simulacros relacionados a emergencias en el SGV? SI___ No___
Seguimiento a la divulgación con las entidades de apoyo	$\frac{\text{Entidades de Apoyo Informadas}}{\text{Entidades de Apoyo Identificadas}} \times 100$

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2016)

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

Tabla 33 Medida de prevención orientada al desarrollo de mantenimientos e inspección de los componentes del SGV

Mantenimientos del SGV				
1. IDENTIFICACIÓN DEL USUARIO				
NOMBRE O RAZÓN SOCIAL				
DIRECCIÓN		VEREDA		MUNICIPIO
DEPARTAMENTO		REPRESENTANTE LEGAL		
2. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE REDUCCIÓN DEL RIESGO				
FECHA DE ELABORACIÓN	15/11/2016	TIPO DE MEDIDA	Estructural (☒)	No estructural (☐)
OBJETIVO	Prevenir vertimientos de aguas residuales tratadas, no tratadas o aún en tratamiento que no cumplan con los requerimientos de ley establecidos en la resolución 631 de 2015 o las normas que la sustituyan, debido a fallas mecánicas o eléctricas en los sistemas de manejo de vertimientos propuestos.			
METAS	- Realizar el 95% de los mantenimientos predictivos, preventivos y correctivos de acuerdo a las especificaciones técnicas establecidas en el momento de la adecuación de los sistemas de manejo o los manuales operacionales. - Realizar inspecciones periódicas a los componentes del SGV.			
DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN PROPUESTA				
• Elaborar un cronograma de mantenimientos de acuerdo a las especificaciones técnicas de los equipos y al manual de operaciones del sistema de tratamiento de aguas residuales, incluyendo el sistema eléctrico. Se deberán tener en cuenta entre estos: ○ Sistema eléctrico: Unidades de generación eléctrica que suministran energía a los equipos del SGV, incluyendo los componentes del sistema (transformadores, barrajes, líneas, conexiones). ○ Unidades de tratamiento y pretratamiento. ○ Unidades de bombeo. ○ Unidades de almacenamiento. ○ Equipos para la disposición final de las aguas residuales. ○ Revisión del acople de las líneas de flujo utilizadas para el transporte de las aguas residuales, tratadas y no tratadas, de requerirse. • Desarrollar monitoreos de las aguas residuales previo al tratamiento y luego del tratamiento con el fin de verificar la remoción de sólidos suspendidos y el cumplimiento de los parámetros de vertimiento de acuerdo a la resolución 631 de 2015, o aquella norma que la sustituya.				
RESPONSABLE	Grupo HSEQ	PLAZO PARA LA EJECUCIÓN:	Durante la operación del SGV.	
ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN				
Se desarrollará el esquema de mantenimientos de acuerdo a las especificaciones técnicas. En el organigrama de la empresa encargada de la operación se deberá establecer claramente el personal responsable por la gestión requerida para el desarrollo de los mantenimientos y las responsabilidades del mismo. Los mantenimientos realizados se deberán registrar en el formato que sea designado para tal fin y se deberá reportar cualquier anomalía en el sistema al profesional correspondiente.				

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

Mantenimientos del SGV	
CRONOGRAMA	
MES	El cronograma se desarrollará con base en los mantenimientos establecidos por los manuales técnicos y por el manual de operación del sistema.
MECANISMOS DE SEGUIMIENTO	INDICADORES DE SEGUIMIENTO
Seguimiento a los mantenimientos realizados	$\frac{\text{Mantenimientos Realizados}}{\text{Mantenimientos Programados}} \times 100$
Agua residual tratada	$\frac{\text{litros/segundo Aguas residuales tratadas}}{\text{litros/segundo Aguas residuales que ingresan al Sistema}} \times 100$
Inspecciones de los componentes del SGV	$\frac{\text{Inspecciones Realizadas}}{\text{Inspecciones Programadas}} \times 100$

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2016)

Las fichas establecidas en el presente plan deberán ser revisadas y ajustadas, de ser el caso, en el momento en el que se construya los Sistemas de Gestión de Vertimientos por la empresa/s contratista/s.

11.2.3.6 PROCESO DE MANEJO DEL DESASTRE

La planificación de la respuesta a desastres y eventos contingentes permite que la organización esté preparada para atender una situación de emergencia que se presente, y en este caso en particular, la relacionada con el Sistema de Gestión de Vertimientos. La preparación abarca la gestión de recursos humanos y financieros, la disponibilidad de suministros de emergencia y el desarrollo de los procedimientos de comunicación (Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja, 2008).

De acuerdo al Plan Nacional Contra Derrames de Hidrocarburos Derivados y Sustancias Nocivas (Adoptado por el Decreto 321 de 1999), la preparación para la respuesta se compone de:

El Plan Estratégico contiene la filosofía, los objetivos, el alcance del Plan, su cobertura geográfica, organización, asignación de responsabilidades y los niveles de respuesta.

El Plan Operativo establece los procedimientos básicos de la operación y define las bases y mecanismos de notificación, organización, funcionamiento y apoyo del plan.

El Plan Informático establece los requerimientos en términos de manejo de información y equipos, a fin de que los planes estratégicos y operativos sean eficientes.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR	
	CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

11.2.3.6.1 PREPARACIÓN DE LA RESPUESTA

Los lineamientos para la respuesta del Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimiento son los mismos lineamientos definidos en el Plan de Contingencia del presente estudio de impacto ambiental. Dichos lineamientos se describen en el Capítulo 11.

11.2.3.6.2 PREPARACIÓN PARA LA RECUPERACIÓN POS DESASTRE

En este ítem se definen de manera general las acciones a desarrollar, en relación con los efectos que se puedan ocasionar sobre el recurso suelo, agua y sus recursos hidrobiológicos, y los efectos sobre la población usuaria de la misma.

En el caso de manifestarse un evento amenazante, se deberán analizar, de acuerdo a la evaluación de daños, las acciones a desarrollar para afrontar la situación posdesastre. En la Tabla 34 se presentan los lineamientos básicos para la preparación recuperación posdesastre.

Tabla 34 Preparación básica para la recuperación posdesastre

Recurso	Descripción																												
Suelo asociado a un acuífero	De presentarse un vertimiento no controlado de agua residual en suelo, se deberán realizar los monitoreos correspondientes para determinar los parámetros de calidad del agua vertida y los procedimientos requeridos para realizar el procesos de descontaminación y limpieza.																												
	En la Tabla 35 se presenta las medidas o tratamientos enfocados a la recuperación del suelo, se determinan los tratamientos que aplican exclusivamente para un tipo de agua residual (doméstica o industrial), y aquellos que aplican para los dos.																												
	Tabla 35 Técnicas de recuperación de suelos contaminados por aguas residuales																												
	<table><tr><th>Tratamiento</th><th>Lugar de aplicación</th><th>Contaminantes tratados</th><th>Clasificación de aguas residuales</th></tr><tr><td>Barreras físicas</td><td><i>in situ</i></td><td>Contaminantes orgánicos e inorgánicos</td><td>Domésticas</td></tr><tr><td>Enmiendas</td><td><i>in situ</i></td><td>Metales pesados, compuestos orgánicos, sales</td><td>Domésticas y/o industriales</td></tr><tr><td>Compostaje</td><td><i>in situ</i></td><td>Hidrocarburos aromáticos policíclicos</td><td>Domésticas y/o industriales</td></tr><tr><td>Biodegradación</td><td><i>in situ</i></td><td>Contaminantes orgánicos, metales</td><td>Domésticas y/o industriales</td></tr><tr><td>Fitorremediación</td><td><i>in situ</i></td><td>Metales, pesticidas, disolventes, hidrocarburos del petróleo</td><td>Industriales</td></tr><tr><td>Estabilización/solidificación</td><td><i>in situ</i></td><td>Metales pesados, materiales</td><td>Industriales</td></tr></table>	Tratamiento	Lugar de aplicación	Contaminantes tratados	Clasificación de aguas residuales	Barreras físicas	<i>in situ</i>	Contaminantes orgánicos e inorgánicos	Domésticas	Enmiendas	<i>in situ</i>	Metales pesados, compuestos orgánicos, sales	Domésticas y/o industriales	Compostaje	<i>in situ</i>	Hidrocarburos aromáticos policíclicos	Domésticas y/o industriales	Biodegradación	<i>in situ</i>	Contaminantes orgánicos, metales	Domésticas y/o industriales	Fitorremediación	<i>in situ</i>	Metales, pesticidas, disolventes, hidrocarburos del petróleo	Industriales	Estabilización/solidificación	<i>in situ</i>	Metales pesados, materiales	Industriales
	Tratamiento	Lugar de aplicación	Contaminantes tratados	Clasificación de aguas residuales																									
	Barreras físicas	<i>in situ</i>	Contaminantes orgánicos e inorgánicos	Domésticas																									
	Enmiendas	<i>in situ</i>	Metales pesados, compuestos orgánicos, sales	Domésticas y/o industriales																									
	Compostaje	<i>in situ</i>	Hidrocarburos aromáticos policíclicos	Domésticas y/o industriales																									
Biodegradación	<i>in situ</i>	Contaminantes orgánicos, metales	Domésticas y/o industriales																										
Fitorremediación	<i>in situ</i>	Metales, pesticidas, disolventes, hidrocarburos del petróleo	Industriales																										
Estabilización/solidificación	<i>in situ</i>	Metales pesados, materiales	Industriales																										

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

Recurso	Descripción			
			radiactivos	
	Lavado de suelos	<i>in situ</i>	Metales, derivados del petróleo, COV, plaguicidas	Domésticas y/o industriales
	Bioventing	<i>in situ</i>	Hidrocarburos derivados del petróleo, disolventes no clorados, algunos pesticidas, otros compuestos orgánicos	Industriales
	Fuente: Ortiz el al, 2010.			
Agua y sus recursos hidrobiológicos	Cuando se construya en sitio cada sistema de gestión de vertimiento, se pueden establecer para la atención y recuperación posdesastre, los siguientes elementos: Evaluar, y de ser necesario, redefinir las líneas de acción para la atención emergencias De presentarse el cruce de líneas de flujo de agua residual sobre cuerpos de agua, se deberá identificar las medidas de protección a comunidades y acueductos aguas abajo de las posibles rutas de derrame. De presentarse el cruce de líneas de flujo de agua residual sobre cuerpos de agua, definir y mantener actualizada la base de datos requerida para activar los mecanismos de alerta a los acueductos aguas abajo de los potenciales puntos de derrame, con el fin de cerrar bocatomas de ser necesario. Durante todo el proceso de la atención de emergencias, se deberán realizar monitoreos de calidad del agua y registrar los resultados con el fin de evaluar la evolución de los parámetros de calidad de agua.			

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2015)

11.2.3.6.2.1 Evaluación de daños y análisis de necesidades

La evaluación de daños y análisis de necesidades surge cómo una guía para la evaluación de las consecuencias de la manifestación de amenazas en un área. La guía fue propuesta por la Oficina de los Estados Unidos de Asistencia para Desastres en el Extranjero (USAID/OFDA) con el fin de efectuar, en la medida de lo posible, evaluaciones objetivas relacionadas a los daños, necesidades y acciones de respuesta en caso de una emergencia; así mismo, contiene una guía referente al empleo de técnicas de recolección de datos y análisis e interpretación de la información georeferenciada (Office of Foreign Disaster Assistance, United States Agency for International Development, 2008).

Las principales características de esta metodología para el análisis general e inicial se presentan a continuación en la Tabla 36. La información presentada en dicha tabla fue tomada del documento Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades (EDAN), Manual de Campo (USAID, 2008).

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

Sin embargo, se resalta que la compañía contratista podrá ejecutar la metodología que desee para evaluar los daños generados en una contingencia relacionada con los Sistemas de Gestión de Vertimientos.

Tabla 36 Principales características de las EDAN

Elemento	Descripción	
Objetivo	Estimar: Efectos directos de la manifestación de una amenaza sobre el sistema. Efectos probables colaterales o secundarios que puedan requerir una acción decidida e inmediata por parte de quienes se encuentran a cargo de la situación.	
Tipos de Evaluación	Alcance	General: “consiste en una valoración global de las circunstancias; permite apreciar integralmente las consecuencias del evento, hacer un análisis de las necesidades y proponer acciones prioritarias dentro de la mayor objetividad posible”.
		Específica: “se basa en un detallado análisis de los daños ocasionados por el evento. Se efectúa por cada sector, con la participación de profesionales y especialistas, el empleo de métodos específicos y el tiempo que sea necesario”.
	Momento	Inicial: “se efectúa en el post-evento inmediato (primeras 72 horas). Permite un conocimiento amplio del impacto del desastre, afectación en salud, líneas vitales (agua, energía, alcantarillado, comunicaciones, transportes, gas), vivienda y edificios públicos. Estima el tipo de ayuda prioritaria y detecta puntos críticos para la rehabilitación y reconstrucción”.
		Intermedia: “registra la evolución de la situación en forma continua, a través de sus efectos directos e indirectos. Culmina con la evaluación final”.
		Final, “reúne todas las evaluaciones descritas anteriormente, es decir: diagnóstico inicial de la situación, evolución de las apreciaciones, a través de una visión global y una profundización sectorial. Este tipo de evaluaciones constituyen verdaderos “Estudios de Caso”, materiales de inmenso valor para capacitación y planificación”.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2015), adaptado de USAID, 2008.

La documentación del proceso realizado para la evaluación de daños y análisis de necesidades se puede desarrollar de acuerdo a los formatos y procedimientos establecidos por la compañía para las facilidades específicas.

Sin embargo, la resolución 1514 de 2012 establece que se deberá elaborar y enviar un informe a la Autoridad Ambiental Competente sobre el derrame, la cual deberá ser informada de manera inicial allegando la siguiente información:

- Descripción del evento.
- Causa.
- Efectos directos e indirectos generados en los diferentes medios.
- Acciones de control adelantadas.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR	
	CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

Adicionalmente la Resolución 1514 del 2012 establece:

“Este informe deberá ser enviado máximo 48 horas después de ocurrido el evento. Una vez se tengan los resultados de los monitoreos a los medios afectados, se deberá elaborar un informe más detallado en el que se describa el impacto del evento, los resultados de las acciones adelantadas, las acciones propuestas para mitigar los efectos, el tiempo durante el cual se ejecutarán las medidas y los mecanismos de seguimiento adoptados. Este informe se deberá entregar al área indicada por la corporación, máximo un mes después de la fecha inicial de ocurrido el evento y tendrá un carácter de informe intermedio.

Es importante aclarar que cualquier volumen de descarga que se presente que afecte el agua o el suelo (asociado a un acuífero) dentro o fuera de las instalaciones del usuario, generado por fallas en la operación del sistema deberá ser reportado a la autoridad ambiental competente”.

11.2.3.6.3 EJECUCIÓN DE LA RESPUESTA Y LA RESPECTIVA RECUPERACIÓN

La ejecución de la respuesta se conforma por las acciones que se deben implementar para controlar y atender eficazmente la emergencia.

Las acciones de recuperación corresponden a las medidas que se deban implementar con base en los monitoreos y la estimación de los daños, para mitigar los efectos y recuperar las condiciones normales de las zonas afectadas. Dichas acciones dependerán de la Evaluación de daños y análisis de Necesidades que se realice en el momento en que se presente la contingencia de acuerdo a la Sección 7.2.1.1 Evaluación de daños y análisis de necesidades del presente PGRMV.

De acuerdo a la Resolución 1514 del 2012, el informe final del evento se deberá enviar a la autoridad ambiental competente y deberá incluir como mínimo:

- La descripción del evento.
- La causa.
- Los efectos directos e indirectos generados en los diferentes medios.
- Las acciones de control adelantadas.
- Los resultados de los monitoreos realizados al medio receptor inmediatamente después de ocurrido el evento.
- El Plan de Monitoreo
- en el corto (semanas y hasta dos meses después) y mediano plazo (seis meses) que permitan garantizar la correcta evaluación y verificación de la afectación.
- Las medidas necesarias a ser implementadas para recuperar las zonas afectadas.
- Los costos.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

- Las acciones a implementar para evitar la ocurrencia de situaciones similares. La compañía deberá mantener un registro de las emergencias y contingencias que se presenten de acuerdo con los criterios expuestos en el presente numeral.

11.2.3.7 SISTEMA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL PLAN

Como mínimo, el PGRMV debe ser evaluado anualmente para determinar si la información consignada corresponde a las condiciones actuales de la infraestructura y equipos de tratamiento utilizados. Adicionalmente, se deben actualizar los datos de los recursos disponibles (personas, equipos e insumos disponibles, el estado en el que se encuentran) para la atención de las emergencias.

En relación a este tema la Resolución 1514 del 2012 establece:

“Con el objetivo de verificar el cumplimiento del plan, se deberá realizar el seguimiento de la implementación de las acciones de reducción del riesgo y las medidas propuestas para el manejo del desastre. Por lo tanto, el usuario deberá elaborar y mantener un registro de las medidas propuestas y ejecutadas para dar cumplimiento al plan.

La Autoridad Ambiental competente podrá solicitar soportes que demuestren la implementación del plan, así como la aplicación de los procedimientos de respuesta, para lo cual se deberá presentar el listado de fichas para el registro de los eventos y la revisión en la aplicación de los protocolos de emergencia definidos y sus resultados.”

11.2.3.8 DIVULGACIÓN DEL PLAN

El proceso de divulgación del Plan de Gestión de Riesgo para el Manejo de Vertimientos se deberá desarrollar una vez se defina la ubicación exacta del sistema y se dimensionen los sistemas de tratamiento a utilizar.

El proceso de divulgación debe incluir al personal de la compañía, contratistas, autoridades regionales, comités locales y regionales para la prevención y atención de emergencias y a la comunidad del área de influencia.

El proceso de convocatoria se realizará por escrito, utilizando oficios y carteleras informativas, en el caso de las comunidades del área de influencia y podrá desarrollarse en conjunto con otros procesos de información y participación comunitaria desarrollados.

La temática a abordar en los procesos de divulgación podrá considerar el siguiente contenido:

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR	
	CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

- Presentación institucional.
- Descripción técnica del proyecto, enfocado a la generación de aguas residuales.
- Análisis de riesgos y estrategias de respuesta ante la manifestación de amenazas.
- Aclaración de inquietudes.
- Lectura, aprobación del acta y firma de asistencia.

Los soportes del proceso de divulgación podrán ser:

- Oficios de convocatoria.
- Actas de reuniones.
- Registro de asistencia.
- Evidencia fotográfica.

11.2.3.9 ACTUALIZACIÓN Y VIGENCIA DEL PLAN

La vigencia del Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos será la misma del permiso de vertimiento o licencia ambiental, según el caso.

El Plan deberá ser actualizado cuando se identifiquen cambios en las condiciones del área de influencia en relación con las amenazas, los elementos expuestos, el Sistema de Gestión del Vertimiento, o cuando se presenten cambios significativos en la estructura organizacional, los procesos de notificación internos y externos, los niveles de emergencia y/o los procedimientos de respuesta.

11.2.3.10 PROFESIONALES RESPONSABLES DE LA FORMULACIÓN DEL PLAN

En la Tabla 37 se relacionan los profesionales que intervinieron en la formulación del Plan de Gestión del Riego para el Manejo de Vertimientos.

Tabla 37 Profesionales que intervinieron en la formulación del PGRMV

Función (Rol)	Profesional
Director del proyecto	Gildardo Méndez
Coordinador EIA	Sandra Patricia Gutiérrez
Ingeniera Ambiental	Lorena Herrera Aguilera
Profesional Forestal 1	Jenny Ramírez
Bióloga 1	Judy Vanessa Palomino
Especialista SIG 3	Erika Téllez
Ingeniera Agrónoma	Yenny Betancurth
Geóloga	Sonia Niebles
Hidrogeólogo	Gabriel Urrego
Profesional Social 1	Carolina Perico

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR	 Devimar SOMOS TU VÍA
	CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2016)

11.2.3.11 ANEXOS

ANEXO 1. GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Riesgo:** resultado de una función, que relaciona la probabilidad de ocurrencia de un determinado evento y las consecuencias negativas del mismo sobre el entorno natural, humano y socioeconómico (AENOR, 2008.; ICONTEC, 2004).
- **Proceso de gestión del riesgo:** aplicación sistemática de políticas de gestión, procedimientos y prácticas, a las tareas de establecimiento del contexto, identificación, análisis, evaluación, tratamiento, monitoreo y comunicación del riesgo (ICONTEC, 2004).
- **Amenaza/Peligro:** fuente de daño potencial o situación con potencial para causar pérdida (ICONTEC, 2004). La fuente de dicho daño puede ser un fenómeno y/o una actividad humana o natural que tiene el potencial de causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social, económica y/o la degradación ambiental (EIRD, Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, 2004).
- **Evento iniciante:** evento que da origen a una cadena de eventos consecuentes (ECOPETROL, Responsabilidad Integral Dirección de HSE y Gestión Social, 15 de Marzo de 2012).
- **Evento amenazante:** evento que produce efecto de daño sobre un área o elemento (ECOPETROL, Responsabilidad Integral Dirección de HSE y Gestión Social, 15 de Marzo de 2012).
- **Vulnerabilidad:** factor interno de un sujeto, objeto o sistema (medio y recursos asociados) expuesto a una amenaza, que corresponde a su disposición intrínseca a ser dañado (ECOPETROL, Responsabilidad Integral Dirección de HSE y Gestión Social, 15 de Marzo de 2012).
- **Consecuencia:** resultado de un evento amenazante expresado cualitativa o cuantitativamente, como por ejemplo una pérdida, una lesión, una desventaja o una ganancia (Adaptado de (ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2004).
- **Probabilidad:** posibilidad de que ocurra un evento o resultado específico. Se mide generalmente en términos de la relación entre los eventos o resultados específicos y el número total de eventos o resultados posibles (ICONTEC, 2004).
- **Emergencia:** situación caracterizada por la alteración o interrupción intensa y grave de las condiciones normales de funcionamiento u operación de una compañía, causada por un evento adverso o por la inminencia del mismo, que obliga a una reacción inmediata y que puede requiere la respuesta de las instituciones del Estado, los medios de comunicación y de la comunidad en general (SNGRD, Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres).
- **Atención de Emergencias:** es el conjunto de procedimientos, técnicas, métodos y acciones encaminadas a garantizar una respuesta rápida y eficaz para controlar una

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

emergencia presentada, con el fin de detener o interrumpir, atenuar y minimizar los impactos y efectos negativos de un derrame sobre el entorno humano y natural y lograr el pronto retorno a la normalidad (SNGRD, Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres).

- Elementos expuestos: Se refiere a la presencia de personas, medios de subsistencia, servicios ambientales y recursos económicos y sociales, bienes culturales e infraestructura que por su localización pueden ser afectados por la manifestación de una amenaza (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012).

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

- ANEXO 2. BIBLIOGRAFÍA

(s.f.).

EIRD, Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres. (2004). *Terminología: Términos principales relativos a la reducción del riesgo de desastres*. Recuperado el 23 de Agosto de 2014, de <http://www.eird.org/esp/terminologia-esp.htm>

Inskipp, T., & Gillett, H. J. (2005). <http://www.monografias.com/trabajos86/aspectos-generales-nutria-neotropical-lontra-longicaudis/aspectos-generales-nutria-neotropical-lontra-longicaudis.shtml>.

Michael, A., Cadena, A., Hernández Camacho, J., & Muñoz Saba, Y. (2000). Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia. *Biota Colombiana*, 43-75.

Ramírez Chavez, H. E., & Suárez-Castro, A. F. (2014). *Adiciones y cambios a la lista de mamíferos de Colombia: 500 especies registradas para el territorio nacional*. Bogotá: Sociedad Colombiana de Mastozoología.

Abe, A. S. (1995). Estivation in South American amphibians and reptiles. *Braz J Med Biol Res*, 28(11-12), 1241-1247.

ACNUR. (2001). *Diagnóstico Departamental Cundinamarca*. Recuperado el 2015, de http://www.acnur.org/t3/uploads/media/COI_2173.pdf?view=1

Acosta-Galvis, A. R. (2000). Ranas, Salamandras y Caecilias (Tetrapoda: Amphibia) de Colombia). *Biota Colombiana*, 1(3), 289-319.

Acosta-Galvis, A. R., & Cuentas, D. (Marzo de 2015). *Batrachia*. Obtenido de Lista de los Anfibios de Colombia (V.05.2015): <http://www.batrachia.com/>

AENOR. (2008.). *UNE 150008:2008. Análisis y evaluación del riesgo ambiental*. Madrid, España.

Agencia Nacional de Infraestructura ANI. (2016). <http://www.ani.gov.co>. Recuperado el 26 de julio de 2016, de <http://www.devimar.co/autopista-al-mar-1.html>

Alberico, M., Cadena, A., Hernandez, C. J., & Muñoz, S. J. (2000). *Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia*. Biota Colombiana.

AmphibiaWeb. (2016). *Information on amphibian biology and conservation*. Obtenido de Berkeley, California: AmphibiaWeb: <http://amphibiaweb.org/index.html>

APHA, AWWA, and WEF. (2005). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (21st ed ed.). Washington, D.C.: American Public Health Association.

ARPEL. (1998). *Evaluación y Administración de Riesgos de Derrames de Hidrocarburos*. Montevideo, Uruguay.

Arroyave, M. d., Gómez, C., Gutiérrez, M. E., Múnera, D. P., Zapata, P. A., Vergara, I. C., y otros. (2006). Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. *Revista EIA*(5), 45-57.

Barco, P., & Arana, C. (2013). Comportamiento de la Criminalidad en Colombia. *Revista Criminalidad*, 11-33.

Birdlife International. (2016). <http://www.birdlife.org>. Recuperado el 25 de Febrero de 2016

Business and Biodiversity Offsets Programme. (s. f.). *To no Net loss and beyond an*

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

- overview of the Business and Biodiversity Offsets Programme. Recuperado el 16 de julio de 2015, de http://www.forest-trends.org/publication_details.php?publicationID=3319
- Cabrera, A., & Yepes, J. (1960). *Mamíferos sud americanos, Volumen 2*. Buenos Aires: Second.
- Castro Luna, A. A., Arriaga-Weiss, S. L., & Oporto, S. (2007). *Diversidad y composición de murciélagos frugívoros en bosques secundarios de Tabasco, México*. México: EL SEVIER.
- Chaparro-Herrera, S., Echeverry-Galvis, M., Cordoba-Cordoba, S., & Sua-Herrera, A. (2013). Listado actualizado de las aves endémicas y casi endémicas de Colombia. *Biota Colombiana*, 234-272.
- CITES. (05 de Febrero de 2015). <https://www.cites.org/eng/app/appendices.php>. Recuperado el 25 de Febrero de 2016
- CITES. (05 de Febrero de 2015). <https://www.cites.org/eng/app/index.php>.
- Consultoria Colombiana S. A. (2016).
- Corantioquia. (2010). *Estado del conocimiento de la fauna silvestre en la jurisdicción de CORANTIOQUIA*. Medellín: CORANTIOQUIA.
- CORANTIOQUIA. (2010). *Estado del conocimiento de la fauna silvestre en la jurisdicción de CORANTIOQUIA*. Medellín: CORANTIOQUIA.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). (2010). *Diagnóstico, Prospectiva y Formulación de la Cuenca Hidrográfica del Río Negro*.
- Corporación Autonoma Regional del Tolima. (2015). *Guía Ambiental Exploración de Carbón*. Recuperado el 16 de 04 de 2015, de <http://www.cortolima.gov.co/>
- de la Ossa, J., de la Ossa-Nadjar, O., & Medina-Bohórquez, E. (2015). Atropellamiento de fauna silvestre. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 7(1), 109-116.
- Defler, T. R. (2010). *Historia Natural de los Primates de Colombia*. Bogotá: Universidad Nacional.
- Del Hoyo, J., Collar, N., Christie, D., Elliot, A., Lincoln, D., & Fishpool, C. (2014). *HBW and BirdLife International Illustrated Checklist of the Birds of the World. Volume 1*.
- Dirección de Prevención y Atención de Desastres -DGPAD- y Consejo Colombiano de Seguridad -CCS-. (2003). *Manual para la elaboración de planes empresariales de emergencia y contingencias y su integración con el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres*. Bogotá.
- ECOPETROL. (2012). Plan Maestro de Contingencias Vicepresidencia de Exploración y Producción. Diagnostico Ambiental de Alternativas del Proyecto Oleoducto del Caribe OLECAR S.A.S.
- Ecopetrol S.A. (2007). *MANUAL DE ESTÁNDARES OPERATIVOS PARA LAS FACILIDADES DE SUPERFICIE*.
- ECOPETROL, Dirección de Responsabilidad Integral. (2008). *Uso de la matriz de Valoración de Riesgos – RAM. ECP- DRI-I-007*. Bogotá D.C.
- ECOPETROL, Responsabilidad Integral Dirección de HSE y Gestión Social. (15 de Marzo de 2012). *Guía Planeación y Respuesta a Emergencias. ECP-DHS-G-037. Versión*

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

- I. Bogotá, D.C.
- EIRD, Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres. (2004). *Terminología: Términos principales relativos a la reducción del riesgo de desastres*. Recuperado el 23 de Agosto de 2014, de <http://www.eird.org/esp/terminologia-esp.htm>
- El Colombiano. (2014). *El Colombiano*. Recuperado el 25 de 02 de 2016, de http://www.elcolombiano.com/historico/santa_fe_de_antioquia_marcho_por_la_vida-OXEC_294965.
- El Colombiano. (18 de 04 de 2014). *El Colombiano*. Recuperado el 29 de 02 de 2016, de http://www.elcolombiano.com/historico/en_el_occidente_la_mineria_ilegal_no_quiere_dar_tregua-DXEC_291200
- Emmons, L. H., & Feer, F. (1997). *Neotropical Rainforest Mammals*. Chicago: Second Edition.
- Espinal, L. (1985). Geografía ecológica del departamento de Antioquia (Zonas de vida (formaciones vegetales) del departamento de Antioquia). *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 38(1), 5-106.
- Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja. (2008). *Guía para la elaboración de planes de respuesta a desastres y de contingencia*. Ginebra, Suiza.
- FirstEnergy Corp. (2014). *Common Electrical Problems*. Recuperado el 2 de 11 de 2014, de https://www.firstenergycorp.com/content/customer/help/safety/common_electricalproblems.html
- H13N. (2016). *H13N*. Recuperado el 26 de 02 de 2016, de <http://www.hora13noticias.tv/index.php/actualidad-en-antioquia/19159-con-la-consigna-todos-unidos-por-buritica-marcharon-hoy-por-las-calles-del-municipio>
- Hernandez, J. y. (1992). Biomas terrestres de Colombia. *Acta Zoológica Mexica., especial*.
- Hilty, W., & Brown, S. (1986). *A guide to the birds of Colombia*. Princeton University Press.
- ICN. (2011). *Reptiles de Colombia*. Obtenido de Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia: <http://www.biovirtual.unal.edu.co/reptilesdecolombia/>
- ICONTEC, I. C. (2004). *NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 5254. 2004-05-31. Gestión Del Riesgo*. Bogotá, D.C.
- ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2004). *NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 5254. 2004-05-31*. Bogotá, D.C.
- ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2004). *GUÍA TÉCNICA COLOMBIANA GTC 104. Gestión del riesgo ambiental*. Bogotá, D.C.
- IDEAM. (2007). *Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia*. Bogotá, D.C.
- IDEAM. (2007). *Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia*. . Bogotá, D.C.
- IGAC. (2007). *Estudio General de Suelos y zonificación de Tierras del Departamento de Antioquia*. Bogotá : IGAC.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

- Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. (2012). *IGAC*. Recuperado el 22 de 02 de 2016, de http://sigotn.igac.gov.co/sigotn/frames_pagina.aspx
- Instituto Nacional de Ecología. (2011). *Univesidad Nacional Abierta y a Distancia*. Recuperado el Agosto de 2015, de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358007/Contenido_en_linea_Caraterizacion/protocolo.html
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1998). NTP 361: Planes de emergencia en lugares de pública concurrencia. España. Recuperado el 08 de 07 de 2015, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_361.pdf
- IUCN. (2015). <http://www.iucnredlist.org/>. Recuperado el 25 de Febrero de 2016
- IUCN. (2015). *International Union for Conservation of Nature*. Obtenido de Red List of Threatened Species: <http://www.iucnredlist.org/>
- La Patria. (23 de 06 de 2015). *Lapatria.com*. Recuperado el 26 de 02 de 2016, de <http://www.lapatria.com/economia/caficultores-le-cumplieron-la-cita-en-armenia-201727>
- Llano-Mejía, J., Cortés-Gómez, A., & Castro-Herrera, F. (2010). Lista de anfibios y reptiles del departamento del Tolima, Colombia. *Biota Colombina*, 11(1 y 2), 89-106.
- Lynch, J. D. (2012). El contexto de las serpientes de Colombia con un análisis de las amenazas en contra de su conservación. *Rev. Colomb. Cienc.*, 36(140), 435-449.
- Lynch, J. D., Ruiz-Carranza, P. M., & Ardila-Robayo, M. C. (1997). Biogeographic patterns of Colombian frogs and toads. *Rev.Acad.Colomb.Cienc*, XXI(80), 237-248.
- MADS. (2014). <https://www.minambiente.gov.co/index.php/normativa/resoluciones>. Recuperado el 25 de Febrero de 2016
- Mayr-Maldonado, J. (1999). Gestión ambiental para la fauna silvestre en Colombia. *Rev.Acad.Colomb.Cienc*, XXIII, 713-715.
- McMullan, M., & Donegan, T. (2014). *Field guide to the birds of Colombia*.
- McMullan, M., & Donegan, T. (2014). *Field guide to the birds of Colombia*.
- METCALF, E. (1985). *Tratamiento, Evacuación y Reutilización de Aguas Residuales* (Segunda edición ed.). Labor.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). *Manual para la asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad*. Bogotá D.C.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). Resolución 1514. Bogotá.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). *RESOLUCIÓN 1514 DE 2012*. Bogotá, D.C.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). *Plan Nacional de Restauración. Restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas*. Bogotá, D.C.
- Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1997). *Guía técnica sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo, REAL DECRETO 485*. Barcelona, España: BOE nº 97.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR	
	CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

- Misterio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (10 de Febrero de 2014). Resolución N° 0192. Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Molina Zuluaga, C., & Gutiérrez Cárdenas, P. (2007). Uso nocturno de perchas en dos especies de *Anolis* (Squamata: Polychrotidae) en un bosque Andino de Colombia. *Papéis Avulsos de Zoología (São Paulo)*, <http://dx.doi.org/10.1590/S0031-10492007002200001>.
- Moreno-Arias, R., Medina-Rangel, G., Carvajal-Cogollo, J., & Castaño-Mora, O. (2009). Herpetofauna de la Serranía del Perijá. En O. Rangel (Ed.), *Colombia Diversidad Biótica VII: Media y baja montaña de la serranía de Perijá* (págs. 449-470). Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia.
- MSD. (2012). *Manual Merck. Accidentes y lesiones. Mordeduras y picaduras venenosas*. Recuperado el 14 de 08 de 2014, de Merck Sharp & Dohme Corp: <http://pacientes.msd.com.co/manual-merck/024-accidentes-lesiones/287-mordeduras-y-picaduras-venenosas/mordeduras-picaduras-venenosas.aspx>
- Naranjo, L. G. (2009). *Plan Nacional de las Especies Migratorias*. Bogotá: Dirección de Ecosistemas.
- Naranjo, L., Amaya, J., Eusse-González, D., & Cifuentes-Sarmiento, Y. (2012). *Guía de las Especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia. Aves. Vol.1*.
- Neotropical Birds. (2016). <http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/home>. Recuperado el 26 de Febrero de 2016
- Nowell, K., & Jackson, P. (1996). *North Africa and Southwest Asia, Cheetah*. In: Nowell K, Jackson P, editors. *Wild cats: Status survey and conservation action plan*. Gland, Switzerland: IUCN/SSC Cat Specialist Group; p 41-44.
- Office of Foreign Disaster Assistance, United States Agency for International Development. (2008). *Evaluación de daños y análisis de necesidades*. Recuperado el 12 de 2014, de <http://www.cridlac.org/digitalizacion/pdf/spa/doc10095/doc10095-contenido.pdf>
- Payan, E., & Trujillo, L. (2006). *The Tigrilladas in Colombia*. *Cat News* 44:25-28.
- Ralph, J., Geupel, G., Pyle, P., Martin, T., DeSante, D., & Milá, B. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Albany.
- Ramírez Chavez, H. E., & Suarez Castro, A. F. (2014). Adiciones y cambios a la lista de mamíferos de Colombia: 500 especies registradas para el territorio nacional. *Sociedad Colombiana de Mastozoología*, 31 - 34.
- Ramírez-Chaves, H. E., Suárez-Castro, A. F., & González-Maya, J. F. (2016). Cambios recientes a la lista de los mamíferos de Colombia. (M. NOTES, Ed.) *Notas Mastozoológicas, VOL 3*, 19.
- Ramírez-Chaves, H., & Suarez-Castro, A. (2014). Adiciones y cambios a la lista de mamíferos de Colombia: 500 especies registradas para el territorio nacional. *Notas Mastozoológicas, 1(2)*, 31-34.
- RCN Radio. (2015). *RCN Radio*. Recuperado el 26 de 02 de 2016, de <http://www.rcnradio.com/locales/60-mil-mineros-se-movilizan-en-antioquia-y-el-resto-del-pais/>

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

- Remsen, J., Areta, J., Cadena, C., Jaramillo, A., Nores, M., Pacheco, J., y otros. (22 de Febrero de 2016). <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm>. Recuperado el 25 de Febrero de 2016
- Renjifo, J. M., Lasso, C., & Morales-Betancourt, M. (2009). Hrpetafauna de la Estrella Fluvial de Inírida (ríos Inírida, Guaviar, Atabapo y Orinoco) Orinoquía colombiana: lista preliminar de especies. *Biota Colombiana*, 10(1 y 2), 171-178.
- Renjifo, L., Gómez, M., Velásquez-Tibatá, J., Amaya-Villarreal, A., Kattan, G., Amaya-Espinel, J., y otros. (2014). *Libro rojo de aves de Colombia, Volumen I: bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt.
- Rodríguez-Guerra, A. (2013). *Iguana iguana*. Recuperado el 29 de Febrero de 2016, de ReptiliaWebEcuador. Museo de Zoología QCAZ, Pontificia Universidad Católica del Ecuador: <http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/reptiles/FichaEspecie.aspx?Id=1719>
- Rodriguez-Mahecha, J. V., Alberico, M., Trujillo, F., & Jorgenson, J. (2006). *Libro Rojo de los Mamíferos de Colombia*. Bogotá: Conservación Internacional Colombia y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Sostenible.
- Roldán-Pérez, G. A. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical*. Rionegro: Universidad de Antioquia.
- Salaman, P., Donegan, T., & Caro, D. (2008). Listado de las aves de Colombia. *Conservación Colombiana*(5), 1-85.
- Sanchez, H., Castaño-Mora, O., & Cárdenas, G. (1995). Diversidad de los reptiles en Colombia. En O. Rangel (Ed.), *Colombia Diversidad Biótica I* (págs. 277-326). Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia.
- Seguros de Riesgos Laborales SURAMERICANA S.A. (2015). *Rutas de evacuación en lugares de trabajo*. Recuperado el 13 de 04 de 2015, de <http://www.arlsura.com/>
- Serpentario Nacional de Colombia. (2016). *Serpientes de Colombia*. Obtenido de <http://www.serpientesdecolombia.com/>
- Servyeco Grupo. (2008). *Productos químicos para tratamiento de aguas residuales*. Recuperado el 12 de 2014, de http://www.servyeco.com/530053_es/Productos-qu%25C3%25ADmicos-para-tratamiento-de-aguas-residuales/
- SICAT1. (2010). *Sistema de información para el inventario, catalogación, valoración y administración de la información técnico-científica*. Recuperado el 22 de 02 de 2016, de <http://aplicaciones1.sgc.gov.co/sicat/html/Metadato.aspx?CID=239935>
- SNGRD, Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. (s.f.). ABC Gestión del Riesgo. Colombia menos vulnerable, comunidades más resilientes. Bogotá D.C.
- Solari, S., & Martínez Arias, V. (2014). *Cambios recientes en la sistemática y taxonomía de murciélagos Neotropicales (Mammalia: Chiroptera)*. Medellín: THERYA.
- Solari, S., Muñoz Saba, Y., Rodríguez Mahecha, J. V., Defler, T. R., Ramírez Chaves, H. E., & Trujillo, F. (26 de Abril de 2013). Riqueza, Endemismos y Conservación de los Mamíferos de Colombia. *Mastozoología Neotropical*, 301 - 365.
- Solari, S., Muñoz Saba, Y., Rodríguez Mahecha, J. V., Defler, T., Ramírez Chaves, H. E.,

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
	VERSIÓN 0.3	

- & Trujillo, F. (2013). *Riqueza, Endemismo y Conservación de los Mamíferos de Colombia*. Bogotá: SAREM, 2013.
- Tirira, D. (2001). *Libro rojo de los mamíferos del Ecuador*. Ecuador: SIMBIOE, 2001.
- Toro, J., & Cuervo, A. (2002). *Aves en peligro de extinción en la jurisdicción de Antioquia*. Medellín.
- Trujillo, F., & Arcila, D. (2006). *Nutria neotropical Lontra longicaudis: 249-254 (En) RODRIGUEZ-MAHECHA J., ALBERICO M., TRUJILLO F. y JORGENSON, J. (Eds) 2006. Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservacion Internacional*. Bogotá.
- Trujillo, F., Caro, C., Suárez, J., & Usma, J. (2004). *Evaluación y oferta regional de humedales de la Orinoquia: contribución a la formulación de planes de manejo en aéreas de jurisdicción de CDA, Corporinoquia y Cormacarena*. Informe interno entregado a WWF y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- UICN Versión 2015-4. (s.f.). <http://www.iucnredlist.org/>.
- UNGRD. (2014). *Vendavales*. Recuperado el 20 de 10 de 2014, de <http://www.gestiondelriesgo.gov.co/sigpad/emergencias/temporada/Informe.aspx>
- UNGRD. (2015). *Unidad nacional para la gestión del Riesgo de Desastres*. Recuperado el 22 de 02 de 2016, de <http://www.gestiondelriesgo.gov.co/sigpad/emergencias/temporada/Informe.aspx>
- United States Department of Labor. (2015). *Evacuation Plans and Procedures eTool*. Recuperado el 13 de 04 de 2015, de https://www.osha.gov/SLTC/etools/evacuation/egress_construction.html
- Urbina-Cardona, J. N. (2011). Gradientes andinos en la diversidad y patrones de endemismo en anfibios y reptiles de Colombia: Posibles respuestas al cambio climático. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 7(1), 74-91.
- Valencia-Aguilar, A., Cortés-Gómez, Á. M., & Ruiz-Agudelo, C. A. (2013). Ecosystem services provided by amphibians and reptiles in Neotropical ecosystems. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, DOI: 10.1080/21513732.2013.821168.
- Vargas-Salinas, F., Delgado-Ospina, I., & López-Aranda, F. (2011). Mortalidad por atropello vehicular y distribución de anfibios y reptiles en un bosque subandino en el occidente de Colombia. *Caldasia*, 33(1), 121-138.
- Varila Quiroga, J. A., & Díaz López, F. E. (Julio - Diciembre de 2008). Tratamiento de aguas residuales mediante lodos activados a escala laboratorio. *Revista de Tecnología*, 7(2), 21-28.
- Walter, H. (1977). *Zonad de vegetación y clima. Breve exposición desde el punto de vista causal y global*. Barcelona, España: Omega, S. A.
- Walter, H. (1977). *Zonas de vegetación y clima. Breve exposición desde el punto de vista causal y global*. Barcelona, , España: Omega, S. A.
- Walter, H. (1981). *Los sistemas ecológicos de los continentes*. Madrid: Omega.
- Walter, H. (1985). *Vegetation of the Earth and ecological systems of the geobiosphere*. (Tercera ed.). New York: Springer-Verlag.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR	
	CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SAN JERÓNIMO – SANTA FE	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SEGUNDA CALZADA ENTRE SAN JERONIMO Y SANTA FE DE ANTIOQUIA -UNIDAD FUNCIONAL 2.1	
VERSIÓN 0.3		

Wilson, D., & Reeder, D. (2005). *Mammal's species of the World. A taxonomic and geographic reference*. Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 2142 pp: Third edition.