

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 1 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

## PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV

			[firma]	[firma]	[firma]
<b>REVISIÓN</b>	<b>FECHA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ELABORO</b>	<b>REVISO</b>	<b>APROBO</b>

**Revisión A:** Emitido para Comentarios del Cliente

**Revisión B:** Emitido para Aprobación del Cliente

**Revisión 0:** Aprobado para Ingeniería Básica

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 2 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. Generalidades .....	10
1.1 Introducción.....	10
1.2 Objetivos .....	12
1.2.1 General.....	12
1.2.2 Específicos .....	12
1.3 Antecedentes .....	13
1.4 Alcances.....	27
1.5 Metodología .....	28
1.5.1 Modelación de la calidad del agua.....	28
1.5.2 Conocimiento del riesgo .....	38
2. Descripción de actividades y procesos asociados al sistema de gestión del vertimiento.....	42
2.1 Localización del sistema de gestión de vertimiento .....	42
2.2 Componentes y funcionamiento del sistema de gestión del vertimiento ..	43
3. Simulación de vertimientos.....	51
3.1 Fuente receptora.....	51
3.2 Calibración del tramo de simulación.....	51
3.3 Niveles de OD en la fuente receptora .....	52
3.4 Niveles de DBO en la fuente receptora.....	53
3.5 Sólidos suspendidos totales.....	57
3.6 Conclusiones de la modelación.....	59
4. Caracterización del área de influencia.....	61
4.1 Área de influencia .....	61
4.2 Medio abiótico .....	65
4.2.1 Geología .....	65

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 3 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

4.2.2	Geomorfología .....	71
4.2.3	Hidrología .....	73
4.2.4	Geotecnia .....	83
4.2.5	Suelos, cobertura y usos del suelo .....	89
4.2.6	Calidad del agua.....	97
4.2.7	Usos del agua.....	100
4.2.8	Hidrogeología .....	106
4.3	Medio biótico .....	109
4.3.1	Ecosistemas acuáticos .....	109
4.3.2	Ecosistemas terrestres .....	113
4.4	Medio socioeconómico.....	120
5.	Proceso de conocimiento del riesgo.....	125
5.1	Identificación y determinación de la probabilidad de ocurrencia de amenazas .....	125
5.1.1	Amenazas exógenas .....	126
5.1.2	Amenazas endógenas .....	130
5.1.3	Escenario de ocurrencia de las amenazas identificadas .....	132
5.1.4	Calificación de amenazas.....	133
5.2	Identificación y análisis de la vulnerabilidad.....	134
5.3	Estimación del riesgo .....	136
6.	Proceso de reducción del riesgo asociado al sistema de gestión de vertimientos.....	139
6.1	Movimientos sísmicos .....	140
6.2	Crecientes e inundaciones .....	143
6.3	Incendios forestales .....	145
6.4	Vendavales .....	148
7.	Proceso de manejo del desastre .....	151
7.1	Preparación para la respuesta .....	151

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 4 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

7.1.1	Plan estratégico .....	151
7.1.2	Plan operativo.....	159
7.1.3	Plan informativo .....	164
7.2	Preparación para la recuperación Post-desastre .....	165
7.3	Ejecución de la respuesta y respectiva recuperación .....	166
7.3.1	Actividades de recuperación.....	166
7.3.2	Mecanismos para la evaluación de las áreas y sistemas afectados	167
7.3.3	Ajustes y/o rediseño del sistema .....	168
7.3.4	Informe final para autoridad ambiental .....	168
8.	Sistema de seguimiento y evaluación del plan.....	170
9.	Divulgación del plan .....	172
10.	Profesionales responsables de la formulación del plan.....	173
11.	Bibliografía.....	174

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 5 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. Uso actual del suelo en el área de influencia del proyecto.....	18
Figura 1.2. Zonificación ambiental del área de influencia. ....	26
Figura 1.3. Área de influencia del PGRMV .....	28
Figura 1.4. Esquema de canal trapezoidal.....	38
Figura 2.1. Ubicación del terminal en tierra y punto de descarga del vertimiento. ....	43
Figura 2.2. Sistema de gestión de vertimientos.....	44
Figura 2.3. Estructuras hidráulicas del Sistema de Gestión de Vertimientos. ....	45
Figura 2.4. Red de alcantarillado y dirección de flujo en la terminal terrestre. ....	47
Figura 2.5. PTAR y unidades que la conforman .....	49
Figura 3.1. Tramo de simulación de calidad de agua (Canal Nueva Colonia) .....	51
Figura 3.2. Niveles de OD en la fuente receptora. ....	53
Figura 3.3. Niveles de DBO en la fuente receptora.....	54
Figura 3.4. Niveles de OD en fuente receptora.....	56
Figura 3.5. Niveles de DBO en fuente receptora.....	56
Figura 3.6. Niveles de SST en la fuente receptora. ....	58
Figura 4.1. Área de influencia del PGRMV .....	63
Figura 4.2. Drenaje natural en la zona de estudio. ....	64
Figura 4.3. Estructuras geológicas del NW Colombiano .....	67
Figura 4.4. Mapa geológico generalizado del área del proyecto. ....	67
Figura 4.5. Geoamenazas identificadas en el área del proyecto .....	69
Figura 4.6. Fragmento del de amenaza sísmica en Colombia. ....	71
Figura 4.7. Procesos morfodinámicos en el área de estudio. ....	72
Figura 4.8. Ríos que desembocan en el golfo de Urabá.....	74
Figura 4.9. Caudales medios mensuales del río León (Estaciones Barranquillita y Villarteaga) .....	76

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 6 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

Figura 4.10.	Caudales medios mensuales del río León - Estación Barranquillita (1989-1993) .....	77
Figura 4.11.	Ciclo anual de caudales diarios del río León. ....	78
Figura 4.12.	Confluencia del Canal Nueva Colonia con el río León. ....	79
Figura 4.13.	Áreas susceptibles a inundación en el Golfo de Urabá. ....	81
Figura 4.14.	Simulación de cota de inundación – Perfil longitudinal río León. ....	83
Figura 4.15.	Localización de los puntos de exploración geotécnica. ....	84
Figura 4.16.	Zonificación geotécnica. ....	87
Figura 4.17.	Unidades cartográficas de suelos (UCS) en el área de influencia. ....	90
Figura 4.18.	Puntos de muestreo de calidad de agua. ....	98
Figura 4.19.	Concesiones superficiales y vertimientos de agua autorizados por Corpourabá. ....	102
Figura 4.20.	Puntos de muestreos hidrobiológicos. ....	110
Figura 4.21.	Algunas especies de la comunidad perifítica encontrada en los puntos muestreados sobre el río León. ....	111
Figura 4.22.	Ubicación de la población perteneciente a la vereda El Canal. ....	121
Figura 5.1.	Zonificación sísmica en el área de intervención del proyecto. ....	126
Figura 5.2.	Zonas bajo amenaza de inundación en el área de influencia .....	127
Figura 5.3.	Mapa de amenaza por incendios forestales. ....	129
Figura 7.1.	Comité de emergencias durante la fase de operación. ....	152
Figura 7.2.	Plan de atención de emergencias. ....	157
Figura 7.3.	Procedimiento de comunicación de la emergencia. ....	158
Figura 7.4.	Procedimiento general de respuesta a un incidente. ....	160

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 7 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1. Histórico de emergencias ocurridas en el municipio de Turbo (Antioquia) entre 2012 y 2016.	16
Tabla 1.2. Uso actual del suelo del área de influencia del proyecto. ....	18
Tabla 1.3. Zonificación ambiental y áreas que ocupan los diferentes grados de sensibilidad. ....	27
Tabla 1.4. Variables del modelo Streeter – Phelps. ....	34
Tabla 1.5. Caracterización fuente receptora (Punto A1 – Aguas arriba del vertimiento) .....	36
Tabla 1.6. Caudales promedio mensuales de la estación limnimétrica Barranquillita (12017020)	36
Tabla 1.7. Condiciones hidráulicas de los escenarios de simulación. ....	38
Tabla 1.8. Categoría de la amenaza. ....	40
Tabla 1.9. Criterios para calificar vulnerabilidad. ....	40
Tabla 1.10. Clasificación del riesgo. ....	41
Tabla 2.1. Coordenadas del punto de descarga del vertimiento sobre el Canal Nueva Colonia. ....	42
Tabla 2.2. Composición típica de un agua residual doméstica. ....	48
Tabla 2.3. Características del AR a la entrada y salida de la PTAR. ....	50
Tabla 3.1. Constantes cinéticas – Escenario actual. ....	52
Tabla 3.2. Constantes cinéticas – Escenario extremo. ....	52
Tabla 3.3. Análisis de varianza para condición actual Vs. Condición de estiaje. ....	54
Tabla 3.4. Resumen de modelación de calidad de aguas. ....	54
Tabla 3.5. Análisis de varianza para condición actual Vs. Condición de estiaje sin tratamiento. ....	56
Tabla 3.6. Parámetros considerados en el modelo de sólidos suspendidos totales. ....	58
Tabla 4.1. Sistema fluvial del golfo de Urabá: caudal y área de la cuenca de los ríos. ....	75
Tabla 4.2. Prueba de homogeneidad regional – Caudales máximos instantáneos anuales. ....	82

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 8 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

Tabla 4.3.	Localización y profundidades de los puntos de perforación.....	85
Tabla 4.4.	Clasificación Geotécnica del material del subsuelo acorde a resistencia a la penetración (Suelos principalmente Granulares) y Resistencia al Corte no drenado (Suelos Principalmente cohesivos) .....	86
Tabla 4.5.	Caracterización de agua artesiana .....	88
Tabla 4.6.	Suelos dentro del área de influencia del proyecto. ....	91
Tabla 4.7.	Puntos de muestreo de calidad de agua .....	97
Tabla 4.8.	Resultados de medición de parámetros in situ – Agua continental. ....	99
Tabla 4.9.	Parámetros analizados en el laboratorio – Agua Superficial .....	99
Tabla 4.10.	Registro de concesiones.....	102
Tabla 4.11.	Registro de vertimientos .....	103
Tabla 4.12.	Indicadores hídricos para la subzona hidrográfica del Río León para condiciones hidrológicas medias y secas. ....	105
Tabla 4.13.	Cargas contaminantes de DBO, DQO y DQO-DBO. ....	106
Tabla 4.14.	Composición florística para la cobertura de bosque galería.....	113
Tabla 4.15.	Composición florística para la cobertura de herbazal denso.....	115
Tabla 4.16.	Junta de Acción Comunal de El Canal .....	123
Tabla 4.17.	Comités de JAC El Canal .....	123
Tabla 5.1.	Amenazas identificadas para el área de estudio.....	125
Tabla 5.2.	Escenarios donde se presentan los eventos. ....	133
Tabla 5.3.	Calificación de las amenazas identificadas para el proyecto. ....	134
Tabla 5.4.	Calificación de la vulnerabilidad para el proyecto. ....	135
Tabla 5.5.	Estimación del riesgo para el proyecto. ....	136
Tabla 5.6.	Jerarquización de los riesgos.....	137
Tabla 7.1.	Directorio telefónico de apoyo logístico .....	164
Tabla 8.1.	Ficha para el registro de emergencias. ....	171
Tabla 10.1.	Profesionales que participaron en la elaboración del PGRMV .....	173

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 9 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

## LISTA DE MAPAS

No.	CÓDIGO	NOMBRE
1	MOD_LA_PTO_ANT_06_Geologia	Geología
2	MOD_LA_PTO_ANT_07_Geomorfologia	Unidades geomorfológicas
3	MOD_LA_PTO_ANT_14_Suelos	Unidades Cartográficas de Suelos
4	MOD_LA_PTO_ANT_15_UsoPotencial	Uso Potencial del Suelo
5	MOD_LA_PTO_ANT_16_UsoActual	Uso Actual del Suelo
6	MOD_LA_PTO_ANT_17_ConflictoUso	Conflicto de Uso del Suelo
7	MOD_LA_PTO_ANT_18_Hidrologia	Hidrología
8	MOD_LA_PTO_ANT_19_AguaSedimento	Muestreo calidad de agua y sedimentos
9	MOD_LA_PTO_ANT_20_Hidrogeologia	Hidrogeología
10	MOD_LA_PTO_ANT_27_Geotecnia	Geotecnia
11	MOD_LA_PTO_ANT_51_ZAmbiental	Zonificación ambiental

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 10 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

## 1. GENERALIDADES

### 1.1 Introducción

El proyecto de Puerto Bahía Colombia de Urabá S.A., consiste en una Terminal portuaria multipropósito enfocada a las siguientes actividades

- Exportación de alimentos perecederos como banano, plátano y frutos exóticos.
- Exportación e Importación de contenedores.
- Importación de vehículos automotores.
- Importación y Exportación de graneles sólidos (carga suelta) como alimento para animales, trigo, maíz y fertilizantes

Importación y exportación de graneles líquidos (no hidrocarburos y sus derivados) (carga a granel) tales como aceite vegetal o palma, aceite mineral y cebos.

Importación de líquidos para la industria bananera

El proyecto se encuentra localizado al costado sur de Bahía Colombia del Golfo Urabá, mar Caribe de la costa Atlántica de Colombia, en cercanías a la desembocadura del río León y hace parte de la vereda El Canal del corregimiento de Nueva Colonia, perteneciente al municipio de Turbo, Antioquia.

El terminal portuario estará constituido por un terminal en tierra y un muelle marítimo que estarán conectados por medio de un viaducto. Dentro de estos componentes, el de mayor interés para el presente Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos (en adelante PGRMV) es el terminal en tierra, puesto que el muelle marítimo contará con un Sistema de Gestión de Vertimientos Independiente que será manejado por un operador portuario certificado para la recolección, transporte y tratamiento de las aguas residuales.

En este documento, se presentan los requerimientos establecidos en el Decreto 1076 del 2015 en sus Artículos 2.2.3.3.5.3 y 2.2.3.3.5.4 para la solicitud de los permisos de vertimientos generados en el proyecto. Dentro de los requisitos se

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 11 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

encuentran realizar la evaluación ambiental del vertimiento, la modelación del vertimiento y el Plan de Gestión del Riesgo de los Vertimientos.

Para la evaluación ambiental del vertimiento, se describirá el sistema propuesto para tratar las aguas residuales durante la fase de operación del proyecto y se identificarán los posibles impactos y efectos posiblemente generados por causa de los vertimientos de aguas residuales tratadas, que se realizarán sobre el Canal Nueva Colonia.

La importancia de cada impacto se determinó mediante la calificación de atributos como la magnitud, extensión, duración, recuperabilidad, entre otros, definidos en la metodología para la evaluación cualitativa de impactos de Conesa (2010)<sup>1</sup> y de esta forma se podrán plantear posibles medidas de manejo ambiental para los impactos más significativos identificados.

Como parte de la evaluación ambiental, se realizó la modelación de los vertimientos según la metodología planteada por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)<sup>2</sup> en el marco de un convenio con la Universidad Nacional de Colombia, que desarrolló una metodología para el cálculo de la longitud de influencia representativa de los vertimientos.

Finalmente, se identificaron las amenazas (endógenas y exógenas, tanto naturales como antrópicas) para el sistema de gestión de vertimientos del Puerto Bahía Colombia de Urabá S.A. y se definieron lineamientos de antes, durante y después de posibles situaciones de emergencia, dadas por fallas del sistema o accidentes de forma que se puedan prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos ambientales generados. Lo anterior se realizó mediante la metodología propuesta por Zuluaga y Arboleda (2005)<sup>3</sup> en la cual se tienen en cuenta la amenaza y la vulnerabilidad para calificar el riesgo.

La identificación de las amenazas naturales en el área del proyecto fue definida a partir de la información disponible en el Departamento Administrativo del Sistema para la Prevención, Atención y Recuperación de Desastres de la Gobernación de

<sup>1</sup> CONESA FERNANDEZ, Vicente. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. 4 ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2010. 864p.

<sup>2</sup> Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. Anexo 3. Metodología para la definición de la longitud de influencia de vertimientos sobre corrientes de agua superficial. Bogotá, D.C.: ANLA, 2013. 25 p.

<sup>3</sup> ZULUAGA, Julio y ARBOLEDA, Jorge. El concepto del riesgo ambiental y su evaluación. En: Revista EPM. Enero –abril, 2005, vol. 15 N°3.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 12 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Antioquia (DAPARD) donde se tienen registros históricos de emergencias ocurridas entre el 2012 y el 2016. Adicionalmente, se identificaron las instituciones tanto privadas como estatales que prestan apoyo en caso de una contingencia. Finalmente, en el presente PGRMV se plantean medidas para la prevención y control de las emergencias y las actividades asociadas al proceso de recuperación después de su ocurrencia.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 General

Dar cumplimiento al literal b, del numeral 2,2 Artículo séptimo de la Resolución 0078 del 28 de enero de 2016 por la cual se aprueba una Licencia Ambiental para el proyecto de construcción y operación de un Terminal Portuario de Graneles Sólidos en el Municipio de Turbo, departamento de Antioquia, en el sentido de solicitar como obligación entregar en un plazo máximo de seis meses contados a partir de la ejecutoria del acto administrativo el Plan de Gestión del Riesgo para el manejo de vertimientos.

### 1.2.2 Específicos

- Establecer las acciones y procedimientos a implementar para prevenir, mitigar y/o corregir las fallas que se puedan presentar en el sistema de gestión y tratamiento de las aguas residuales que impidan su tratamiento o vertimiento cumpliendo la normativa aplicable, con el fin de garantizar la seguridad técnica y operacional del sistema de tratamiento (procesos y flujos de la actividad).

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 13 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

- Caracterizar el área de influencia del proyecto para identificar, evaluar y priorizar los riesgos del Sistema de Gestión del Vertimiento hacia el medio y del medio hacia el Sistema.
- Identificar y evaluar los posibles impactos ambientales asociados a los vertimientos.
- 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 del terminal terrestre perteneciente al Puerto.
- Establecer acciones y procedimientos en el proceso de Manejo de Desastre para las posibles contingencias identificadas y evaluadas, con base en la priorización de riesgos para la zona de estudio.
- Definir lineamientos de recuperación ambiental para las zonas afectadas por las contingencias, generadas por el vertimiento sin tratamiento, ocasionadas por fallas en el funcionamiento de los sistemas de tratamiento de agua residual o por condiciones del medio.

### 1.3 Antecedentes

#### - Marco normativo

Norma	Entidad	Descripción y/o asunto
<b>Normas Generales</b>		
Constitución Nacional de 1991	Asamblea Nacional Constituyente de 1991	Rescata temas relacionados con la protección del medio ambiente y el derecho de la comunidad de gozar de un ambiente sano.
Ley 09 de 1979	Congreso de la Republica	Código Sanitario Nacional
Ley 99 de 1993	Congreso de la Republica	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.
Decreto-Ley 2811 de 1974	Presidencia de la Republica de Colombia	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
Decreto 1741 de 1978	Ministerio de Agricultura	Por el cual se reglamenta parcialmente lo relacionado con la creación de un área de manejo especial.
Resolución 1503 de 2010	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Metodología para la presentación de estudios ambientales
Resolución 1517 de 2012	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se adopta el Manual para la asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad.

 <p>PUERTO BAHÍA COLOMBIA DE VAARA S.A. TERMINAL PORTUARIA DE GRANALES SÓLIDOS</p>	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 14 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

Norma	Entidad	Descripción y/o asunto
Decreto 1076 de 2015, en el Libro 2, Régimen Reglamentario del Sector Ambiente, parte 2, reglamentaciones, título 9, instrumentos financieros, económicos y tributarios.	Presidencia de la Republica de Colombia	Reglamenta lo referente a diferentes instrumentos financieros en materia ambiental como la sobretasa ambiental, transferencias del sector eléctrico, inversión forzosa del 1% de todo proyecto que involucre el uso de agua tomada directamente de fuentes naturales y sujeto a la obtención de licencia ambiental, el Fondo Nacional Ambiental (FONAM), Fondo de Compensación Ambiental, tasas por utilización de agua, tasas retributivas por vertimientos puntuales de agua.
<b>Aguas</b>		
Norma	Entidad	Descripción y/o asunto
Ley 373 de 1997	Congreso de la Republica	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.
Ley 357 de 1997	Congreso de la Republica	Por medio de la cual se aprueba la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas", suscrita en Ramsar el 2 de febrero de 1971.
Decreto 1076 de 2015, Libro 2, Régimen Reglamentario del Sector Ambiente, parte 2, reglamentaciones, título 3, aguas no marítimas,	Presidencia de la Republica de Colombia	Trata lo referente a la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferas del país, el uso y aprovechamiento del agua, estudios de factibilidad sobre aprovechamiento de aguas para proyectos de riego, ordenamiento del recurso hídrico y vertimientos.
Decreto 1575 de 2007	Presidencia de la Republica de Colombia	Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la calidad del agua para consumo humano.
Resolución 631 de 2015	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.
<b>Plan de gestión del riesgo</b>		
Norma	Entidad	Descripción y/o asunto
Ley 08 de 1974	Presidencia de la Republica de Colombia	Ratificación del Convenio internacional sobre la seguridad de la vida humana en el Mar de 1974 y su Protocolo/78. SOLAS 74/78.
Ley 12 de 1981	Congreso de la Republica	Ratificación del Convenio Internacional para prevenir la contaminación por buques de 1973 y su Protocolo/78. MARPOL 73/78.
Ley 46 de 1988	Congreso de la Republica	Creación del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 15 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

Norma	Entidad	Descripción y/o asunto
Decreto 2190 de 1995	Ministerio del Interior	Por el cual se ordena la elaboración y desarrollo del Plan Nacional de Contingencia contra derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas en aguas marinas, fluviales y lacustres.
Decreto 93 de 1998	Presidencia de la Republica de Colombia	Por el cual adopta el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres
Decreto 321 de 1999	Presidencia de la Republica de Colombia	Por el cual se adopta el Plan Nacional de Contingencia contra Derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas
Ley 1523 de 2012	Congreso de la Republica	Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015.

#### - Permisos otorgados

De acuerdo con la Resolución 0078 del 28 de enero del 2016 se otorgaron los permisos que se muestran a continuación.

Descripción permiso	Nombre de la fuente	Fase del proyecto	Caudal otorgado (l/s)	Coordenadas planas Magna Sirgas - origen Bogotá	
				Norte	Este
Concesión de aguas superficiales	Río León	Construcción	1,5	1.368.707,60	706.348,01
Concesión de aguas superficiales	Río León	Operación	1,5	1.368.707,60	706.348,01
Vertimiento de aguas residuales domésticas	Canal Nueva Colonia	Operación	3,0	1.368.533,07	706.604,83

Fuente: Resolución 0078 del 28 de enero del 2016

#### - Emergencias ocurridas en la zona de estudio

El presente “Plan de Gestión De riesgo para el Manejo de Vertimientos” se elabora para el puerto multipropósito “Puerto Bahía de Colombia S.A.” que estará ubicado al costado sur de Bahía Colombia en el Golfo de Urabá, en cercanías a la desembocadura del río León y la vereda El Canal del corregimiento de Nueva Colonia, perteneciente al municipio de Turbo, Antioquia.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 16 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Para identificar las amenazas presentes en la zona de estudio y que pueden afectar el funcionamiento del sistema de gestión de vertimientos del puerto, se consultó la base de datos del “Departamento Administrativo del Sistema para la Prevención, Atención y Recuperación de Desastres de la Gobernación de Antioquia – DAPARD”. Esta base de datos tiene un registro histórico de los eventos ocurridos en el departamento los cuales han sido presentados por los diferentes Consejos Municipales de Gestión del Riesgo del Desastre.

A continuación, en la Tabla 1.1, se presentan los eventos históricos ocurridos en el municipio de Turbo entre enero del 2012 y abril del 2016, los cuales corresponden a inundaciones, vendavales e incendios forestales. Por otro lado, a pesar de que no se han reportado emergencias por eventos sismológicos en el municipio de Turbo, el DAPARD clasifica la región de Urabá como una zona con una amenaza sísmica alta<sup>4</sup>.

Tabla 1.1. Histórico de emergencias ocurridas en el municipio de Turbo (Antioquia) entre 2012 y 2016.

FECHA	EVENTO
14/05/2012	Inundación
28/09/2012	Vendaval
31/05/2013	Inundación
06/11/2013	Inundación
20/03/2014	Incendio forestal
12/04/2014	Incendio forestal
09/07/2014	Vendaval
13/08/2014	Vendaval
27/08/2014	Inundación
01/07/2015	Vendaval
22/09/2015	Vendaval
20/10/2015	Vendaval
20/01/2016	Incendio forestal
23/01/2016	Incendio forestal

<sup>4</sup> DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DEL SISTEMA PARA LA PREVENCIÓN, ATENCIÓN Y RECUPERACIÓN DE DESASTRES DE LA GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA. Urabá y Suroeste son las subregiones con amenaza alta en sismicidad. Disponible en <<http://antioquia.gov.co/index.php/component/k2/item/531-urab%C3%A1-y-suroeste-son-las-subregiones-con-amenaza-alta-en-sismicidad>> Consultado: 09 de Junio de 2016.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 17 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

FECHA	EVENTO
02/02/2016	Incendio forestal
12/02/2016	Incendio forestal

Fuente: DAPARD, 2016.<sup>5</sup>

- Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y usos del suelo.

Según el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio de Turbo<sup>6</sup>, el área donde se encuentra ubicado el proyecto tiene como uso actual y actividad económica predominante el uso agrícola para cultivos de banano y plátano. Al sur, esta área limita con humedales.

Una vez realizado el levantamiento de línea base y verificación en campo, se encontraron seis (6) tipos usos del suelo dentro del área de influencia del proyecto que se definió en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) presentado para la “Modificación de licencia ambiental para el proyecto de construcción y operación de una terminal portuaria de graneles sólidos en el municipio de Turbo” que fue aprobada mediante Licencia Ambiental Resolución 0078 del 28 de Enero del 2016

Como se muestra en la Figura 1.1 y la Tabla 1.2., los que tienen una mayor relevancia para el presente plan son los que se encuentran en las zonas colindantes al Canal Nueva Colonia y al Río León que son suelos de protección (Pt), pastoreo intensivo y semi-intensivo (PIS) y suelos de recuperación (Rc).

<sup>5</sup> DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DEL SISTEMA PARA LA PREVENCIÓN, ATENCIÓN Y RECUPERACIÓN DE DESASTRES DE LA GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA. Histórico de eventos DAPARD. Disponible en <<http://antioquia.gov.co/index.php/hist%C3%B3rico-de-eventos-dapard>> Consultado: 09 de Junio de 2016.

<sup>6</sup> COLOMBIA. MUNICIPIO DE TURBO. Plan de Ordenamiento Territorial: Libro diagnóstico integrado. Turbo: 2000. Libro 2. Parte 2. 90 p.

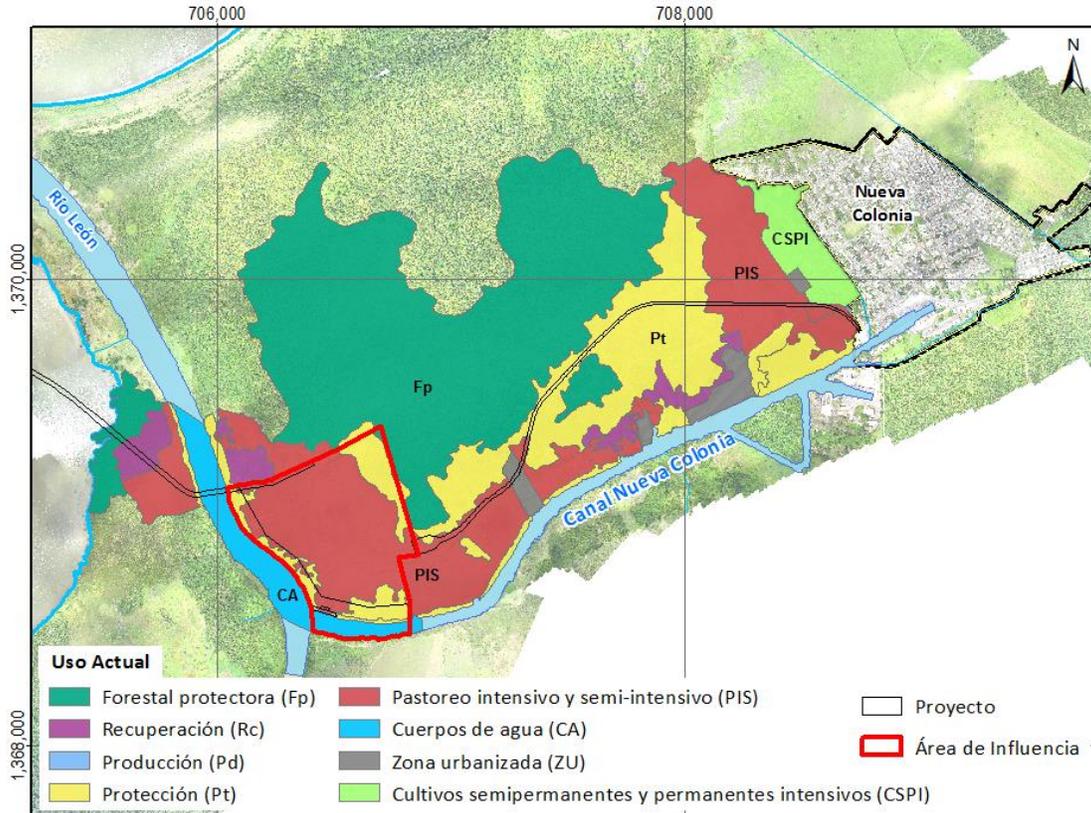


Figura 1.1. Uso actual del suelo en el área de influencia del proyecto.  
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015.

Tabla 1.2. Uso actual del suelo del área de influencia del proyecto.

Uso actual	Tipo de uso actual	Símbolo	Área (Ha)
Agrícola	Cultivos semipermanentes y permanentes intensivos	CSPI	11,2
Ganadera	pastoreo intensivo y semi-intensivo	PIS	93,1
Forestal	Producción	Pd	0,04
	Protección	Pt	70,1
Conservación	Forestal protectora	Fp	176,6
	Recursos hídricos	Rh	152,4
	Recuperación	Rc	14,9
Industrial	Zonas industriales o comerciales	Zic	4,5
Residencial	Asentamiento	As	2,0
	Centro poblado	Cp	74,7

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 19 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

### *Cultivos semipermanentes y permanentes intensivos (CSPI)*

Los cultivos semipermanentes y permanentes intensivos, comprenden la clase de cultivos cuyo ciclo de vida productivo toma entre uno o más años. En el área de influencia del proyecto, esta cobertura tiene una superficie de 11,2 hectáreas, y corresponden a los lotes colindantes con el centro poblado de Nueva Colonia.

Allí se identificaron cultivos de banano, plátano y algunos frutales para el aprovechamiento doméstico de cada finca (ver Fotografía 1.1).



Fotografía 1.1. Cultivos semipermanentes y permanentes intensivos en el área de influencia del proyecto

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015.

### *Pastoreo intensivo y semi-intensivo (PIS)*

Comprende aquellas áreas ocupadas en su mayoría por pastos limpios o arbolados donde las prácticas de manejo impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas. Para el área de influencia del proyecto, este tipo de uso tiene una superficie de 93,1 hectáreas, se encuentran ubicadas a lo largo del área de

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 20 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

influencia del proyecto y el predio donde se pretende construir la terminal terrestre se encuentra cubierto principalmente por pastos naturales.

En gran proporción, estas áreas están dedicados a la ganadería semi-intensiva con pastos naturales e introducidos; las especies gramíneas dominantes en estas zonas son pastos Urare (*Brachiaria arrecta*), dedicados principalmente para la crianza de Búfalos y pastos Vendeaguja (*Imperata*), usados para la ganadería tradicional, estos pastos se adaptan a sitios encharcados como lo son los planos de inundación que conforman el área de estudio donde se presenta suelos con problemas por saturación de agua. Sobre estas zonas crecen algunas plantas acuáticas como buchón de agua, loto y arracacho (Fotografía 1.2).



Fotografía 1.2. Pastos limpios dedicados a la ganadería en el área de influencia el proyecto  
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015.

### *Producción (Pd)*

Esta tipo de uso del suelo está conformado por una plantación forestal de Teca (*Tectona grandis*), para la producción de madera. Se encuentra en la edad de

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 21 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

turno (12 años aproximadamente). Durante la fase de campo se identificó que este cultivo se encuentra en la fase de aprovechamiento forestal. Por tal razón solo representa una superficie mínima del área de estudio equivalente a 400 m<sup>2</sup>, la cual se encuentra contiguo al centro poblado de Nueva Colonia y a los cultivos de plátano y banano, como se puede ver en la Fotografía 1.3.



Fotografía 1.3. Plantación forestal de *Tectona grandis*  
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

#### *Protección (Pt):*

Este tipo de uso del suelo tiene una superficie de 70,1 hectáreas en el área de influencia del proyecto, estas zonas están dedicadas a la protección permanente de los recursos del agua y del suelo, corresponden a las coberturas de bosque ripario ubicadas en las orillas del río León y el canal de Nueva Colonia (ver Fotografía 1.4) y los herbazales inundables o de tierra firme ubicados a lo largo del área de influencia.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 22 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:



Fotografía 1.4. Bosque ripario dentro del área de influencia del proyecto.  
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

### *Forestal protectora (Fp)*

Este tipo de uso del suelo tiene una superficie de 176,6 hectáreas y corresponde aquellas coberturas boscosas, que debido a su grado de conservación ecológica sirven como protección de la fauna y la flora de la región, como lo son las coberturas de manglar y los palmares (Fotografía 1.5) que se encuentran dentro del área de estudio.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 23 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:



Fotografía 1.5. Coberturas de Palmares dedicadas al tipo de uso de forestal protector dentro del área de estudio.

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015.

### *Recuperación (Rc)*

Este tipo de uso pertenece a aquellas áreas que han tenido intervención o destrucción de la vegetación primaria, como lo son las áreas de manglar que han sido intervenidas y por medio de procesos sucesionales ha empezado un proceso de recuperación correspondiente a la vegetación secundaria alta del manglar (ver Fotografía 1.6). De igual manera sucede con aquellas áreas que presentan un mayor estado de regeneración natural como lo son las coberturas de arbustales, las cuales se encuentran en recuperación de su estado original correspondientes a los bosques riparios. Espacialmente, las zonas de recuperación tienen una superficie de 14,9 hectáreas y se encuentran distribuidas principalmente en las orillas de los cuerpos de agua.

Es de aclarar que el desarrollo de estas áreas, que se encuentran en un estado de recuperación natural, se dificulta por la fuerte presión ejercida por la actividad antrópica.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 24 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:



Fotografía 1.6. Cobertura de vegetación secundaria alta en el área de estudio  
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

### *Zonas industriales o comerciales (Zic)*

Este tipo de uso corresponde aquellas áreas con infraestructura artificial utilizadas para actividades comerciales o industriales dentro del área de estudio, estas construcciones le pertenecen a la empresa Banacol, ubicadas sobre la margen derecha del Canal de Nueva Colonia, ocupando una superficie de 4,5 hectáreas y correspondientes a dos predios, uno dedicado como centro de acopio para el embarque de banano (ver Fotografía 1.7) y el otro predio donde funciona una estación de combustible.



Fotografía 1.7. Zona de embarcadero de la empresa Banacol sobre el canal de Nueva Colonia  
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 25 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

### *Asentamiento (As)*

Este tipo de uso corresponde al asentamiento de la vereda El Canal, se encuentra ubicada a 2 km de distancia del casco urbano del Corregimiento de Nueva Colonia, Municipio de Turbo. Se accede por carretera destapada o por vía acuática, tiene un área de 2 hectáreas. Esta comunidad se encuentra en un área susceptible, debido al aumento de tráfico de vehículos pesados que se dirijan a la zona de la terminal terrestre del puerto. Este asentamiento se encuentra en proceso de reubicación en el centro poblado de Nueva Colonia.

### *Centro poblado (Cp)*

Este tipo de uso corresponde al lote donde actualmente se encuentran construyendo las viviendas donde será reubicada la comunidad perteneciente al asentamiento de la vereda El Canal y al centro poblado del corregimiento de Nueva Colonia del municipio de Turbo, la cual tiene una población actual de 17.472 habitantes según datos registrados en el censo del DANE en el año 2005<sup>7</sup> y una superficie de 74,7 hectáreas.

- Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca (POMCA)

Al momento de realizar el presente PGRMV, el Río León no contaba con un POMCA. Solo hasta el 22 de abril de 2016 se dio a conocer por parte de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá que el POMCA de la cuenca sería desarrollado por la empresa consultora Ecoforest S.A.S. y que cobijaría los municipios de Apartadó, Carepa, Chigorodó, Turbo y Mutatá. Para esto se dispondría de un plazo de dieciséis (16) meses<sup>8</sup>.

- Zonificación ambiental

<sup>7</sup> DANE. Boletín Censo General 2005 Perfil Turbo. Antioquia

<sup>8</sup> CORPOURABA. Así avanza el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica, POMCA, de los ríos Turbo, Currulao y León. Disponible en: < <http://www.corpouraba.gov.co/asi-avanza-el-plan-de-ordenacion-y-manejo-de-la-cuenca-hidrografica-pomca-de-los-rios-turbo-currulao>>. 22 de abril de 2016. Consultado: 10 de Junio de 2016.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 26 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Para realizar la zonificación ambiental en la zona de estudio se tuvieron en cuenta criterios de los medios físico, biótico y socioeconómico con los cuales se elaboraron mapas intermedios para cada componente. Estos mapas combinados con elementos de sensibilidad dominante o especial, dieron como resultado el mapa de zonificación final para el área de influencia del proyecto (ver Figura 1.2 y mapa MOD\_LA\_PTO\_ANT\_51\_ZAmbiental).

El procedimiento detallado de zonificación ambiental, puede observarse en el Capítulo 6 que hace parte del Estudio de Impacto Ambiental presentado para la “Modificación de licencia ambiental para el proyecto de construcción y operación de una terminal portuaria de graneles sólidos en el municipio de Turbo” que fue aprobada mediante Licencia Ambiental Resolución 0078 del 28 de enero del 2016.

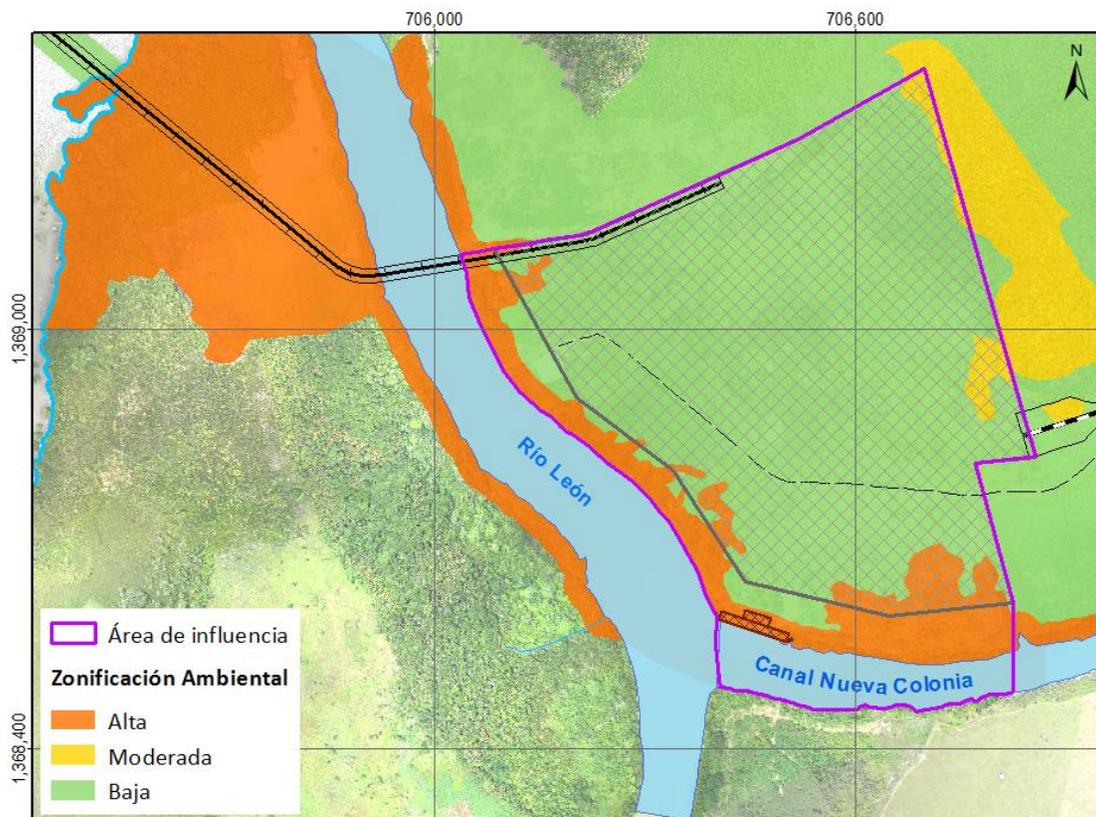


Figura 1.2. Zonificación ambiental del área de influencia.  
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2016.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 27 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

En la Tabla 1.3, se indican las áreas y porcentajes de la sensibilidad ambiental encontrada en el área de influencia del proyecto, donde el 76.1% presenta una sensibilidad ambiental baja y el otro 23,8% corresponde a las áreas con sensibilidad moderada y alta.

Tabla 1.3. Zonificación ambiental y áreas que ocupan los diferentes grados de sensibilidad.

Sensibilidad	Área (ha)	%
Alta	9.7	21.9%
Moderada	0.9	1.9%
Baja	33.8	76.1%
<b>Total</b>	<b>44.4</b>	<b>100%</b>

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2016.

## 1.4 Alcances

El presente Plan de Gestión de Riesgo para el Manejo del Vertimiento (PGRMV) comprende la descripción del área de influencia, el análisis y la priorización de los riesgos que se pueden llegar a presentar al interior de la terminal portuario en tierra, así como los riesgos originados en el medio que puede verse afectado por la operación y el funcionamiento del sistema, colocando en peligro la ejecución de las actividades que se desarrollan al interior al interior del puerto y en sus alrededores, principalmente en los cuerpos de agua aledaños: Río León y Canal Nueva Colonia.

En este documento se presentan las diferentes acciones que se encaminan a reducir el riesgo y manejar el desastre, para los escenarios evaluados y priorizados con la finalidad de evitar potenciales afectaciones a la salud de las comunidades y operarios del SGV y, principalmente, variaciones negativas sobre el medio receptor y sus elementos conexos. El presente PGRMV aplica para las situaciones de riesgo que se asocien exclusivamente con el sistema de gestión del vertimiento.

A continuación, se presenta el área de influencia del PGRMV (ver Figura 1.3) la cual se obtuvo a partir la modelación del vertimiento, la topografía del terreno y de la ubicación de los diferentes componentes del sistema de gestión de vertimientos.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 28 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Para un mayor detalle de los criterios utilizados para definir el área de influencia puede consultarse el capítulo 3 del presente documento.

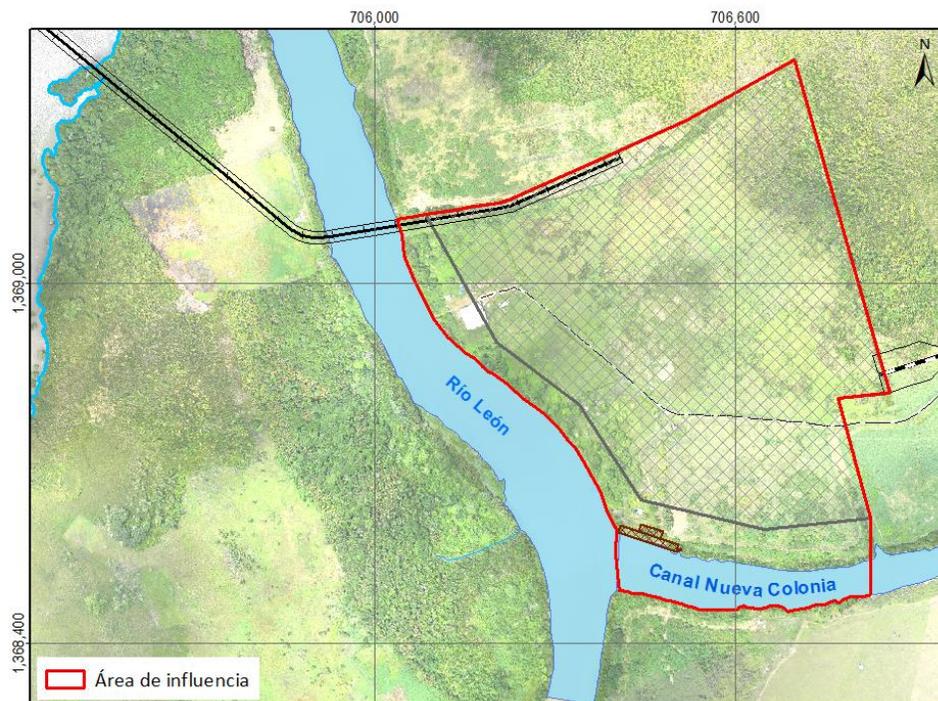


Figura 1.3. Área de influencia del PGRMV  
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2016.

## 1.5 Metodología

### 1.5.1 Modelación de la calidad del agua

Con el objetivo de realizar la evaluación ambiental de los vertimientos de aguas residuales domésticas producidas durante la operación del puerto, se realizó la Simulación Numérica de Vertimientos realizada mediante la implementación del modelo de calidad de aguas Streeter - Phelps (1925) y de transporte de sólidos suspendidos totales en sistemas lóticos, de conformidad con lo establecido en los Artículos No. 2.2.3.3.1.7, 2.2.3.3.5.2 y 2.2.3.3.5.3 del Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible (Decreto 1076 del 2015), considerando los límites máximos permisibles en los vertimientos efectuados sobre fuentes de agua superficial, definidos en la Resolución 0631 de 2015.

 <p>PUERTO BAHÍA COLOMBIA DE URDAR S.A. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</p>	<p><b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b></p>	 <p>aqua &amp; terra</p>
	<p><b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b></p>	<p>Página 29 de 177</p>
	<p>GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>

De acuerdo con el tipo de vertimientos proyectado para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas del puerto, además del caudal del vertimiento y la disponibilidad de información hidráulica, la simulación fue realizada mediante la implementación del modelo de calidad de aguas de *Streeter – Phelps*, cuyas características se relacionan a continuación:

- STREETER–PHELPS es un modelo matemático que utiliza un esquema de diferencias finitas para aproximar numéricamente la evolución de las variables OD y DBO a lo largo de una corriente de agua. El modelo presenta las siguientes características:
- Modelo unidimensional. El canal se encuentra bien mezclado tanto vertical como horizontalmente y se modela únicamente en la dirección del flujo
- Se simula el flujo en estado estable (permanente) y no uniforme.
- Variación diaria del calor. El calor del volumen de agua y la temperatura son simulados como función de aspectos meteorológicos en una escala de variación diaria (24 horas).
- Cinética diaria de la calidad del agua. Todas las variables de la calidad del agua son simuladas en escala de tiempo diaria (24 horas).
- Entradas de calor y de masa al sistema. Se simulan vertimientos y extracciones puntuales y no puntuales
- Anoxia. S&P ajusta la anoxia mediante la reducción de las reacciones de oxidación a cero a bajos niveles de oxígeno.
- Interacciones agua-sedimentos. Los flujos de agua-sedimentos, de oxígeno disuelto y de nutrientes pueden ser simulados. Es decir, el oxígeno (demanda béntica de oxígeno) y los flujos de nutrientes son simulados como función del asentamiento de la materia orgánica particulada.
- Patógenos. Se simula un patógeno genérico. La remoción de patógenos se expresa como una función de la temperatura, luz y asentamiento.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 30 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

- Vertederos naturales y cascadas. La hidráulica de los vertederos y cascadas, así como su efecto en la transferencia de gases se incluyen de manera explícita.

#### *Datos de entrada del modelo*

Los datos se ingresan de manera secuencial, de forma tal, que se establecen niveles de información de acuerdo a los parámetros que se requieren para ejecutar la simulación. Es importante decir que mientras mayor información se recopile, mejor será el resultado de la simulación y permitirá una adecuada representación de las condiciones reales de la corriente en estudio. Se deben determinar las características hidráulicas de la corriente y las variables de calidad del agua necesarias para alimentar el modelo y realizar las comparaciones de lo medido con lo simulado. Los datos de entrada al modelo, son función de los parámetros que el STREETER - PHELPS puede simular.

#### *Ecuaciones del modelo Streeter-Phelps*

*Streeter – Phelps*, relaciona el consumo de oxígeno disuelto producto de la acción de diversos microorganismos facultativos, de esta manera se plantea la siguiente estequiometría de reacción biológica.



#### *Principio de conservación de masa*

Aplicando el principio de conservación de masa en el volumen de control de interés (la corriente principal) tenemos:

$$\text{Entradas} - \text{Salidas} - \text{Consumo} + \text{Generación} = \text{Acumulación}$$

En el caso de un recipiente abierto a la atmósfera el balance de masa para la DBO y Oxígeno Disuelto se puede escribir como sigue a continuación<sup>9</sup>:

<sup>9</sup> Chapra, S.C., 1997. Surface water quality modeling. WCB McGraw Hill.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 31 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

$$V \frac{dDBO}{dt} = -k_d V DBO$$

Ecuación 1.2

$$V \frac{dO}{dt} = -k_d V DBO + k_a V (O_s - O)$$

Ecuación 1.3

Ahora antes de proceder con la solución, se realiza una transformación que simplifica el equilibrio del oxígeno. Para hacer esto se introduce una nueva variable:

$$D = O_s - O$$

Ecuación 1.4

Donde D es llamado “Déficit de Oxígeno Disuelto” y  $O_s$  la constante de saturación de oxígeno. La Ecuación 24 puede ser diferenciada para dar:

$$\frac{dD}{dt} = -\frac{dO}{dt}$$

Ecuación 1.5

La Ecuación 1.4 y la Ecuación 1.5. puede ser sustituida en la Ecuación 1.3, así:

$$V \frac{dD}{dt} = k_d V DBO - k_a V D$$

Ecuación 1.6

Así el uso del déficit simplifica la ecuación diferencial<sup>10</sup>

Supuestos, según Zaror (1998)

- Contaminante sin difusión  $D = 0$ .
- Estado Estacionario  $dC/dt = 0$ .
- Decaimiento de 1er orden

<sup>10</sup> Ibid.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 32 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

Si  $DBO = DBO_0$  y  $D = 0$  en  $t = 0$ , las Ecuación 1.2 y Ecuación 1.6 tienen como solución:

$$DBO = DBO_0 e^{-k t}$$

Ecuación 1.7

$$D = \frac{k_d DBO_0}{k_a - k_d} (e^{-k t})$$

Ecuación 1.8

$$D = \frac{k_d DBO_0}{k_a - k_r} (e^{-k_r t} - e^{-k_a t})$$

Ecuación 1.9

A partir de estas ecuaciones es posible realizar la modelación de un río con una sola fuente puntual o vertimiento continuo de DBO. El modelo anterior, se puede caracterizar a través de un reactor tipo flujo pistón con hidrología y geometría constante. Ésta es la manifestación más simple del modelo clásico de Streeter-Phelps (1925). Para esta condición, el balance de masa se puede escribir como:

$$0 = -U \frac{dDBO_0}{dx} - k_r DBO$$

Ecuación 1.10

$$0 = -U \frac{dD}{dx} + k_d DBO - k_a D$$

Ecuación 1.11

Si  $DBO = DBO_0$  y  $D = D_0$  a  $t = 0$ , estas ecuaciones pueden ser resueltas por Chapra (1997)<sup>11</sup>.

$$DBO = DBO_0 e^{-\frac{k_r}{U} x}$$

Ecuación 1.12

$$D = D_0 e^{-\frac{k_r}{U} x} + \frac{k_d DBO_0}{k_a - k_r} \left( e^{-\frac{k_r}{U} x} - e^{-\frac{k_a}{U} x} \right)$$

Ecuación 1.13

<sup>11</sup> Ibid.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 33 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Donde las constantes cinéticas pueden ser determinadas a partir de las siguientes correlaciones<sup>1213</sup>:

O'Connor-Dobbins, usada preferentemente para velocidades moderadas y elevadas profundidades,  $K_a$ ,  $K_d$  y  $K_s$  en unidades de 1/día.

$$k_a = 3.93 \frac{U^{0.5}}{H^{1.5}}$$

Ecuación 1.14

$$k_d = 0.30 \left(\frac{H}{8}\right)^{-0.434}$$

Ecuación 1.15

Las cinéticas de reacción anteriormente descritas, fueron establecidas para una temperatura del agua de 20°C, por lo cual el valor calculado debe ser corregido utilizando la siguiente ecuación<sup>14</sup>.

$$k(T) = k(20\text{ }^\circ\text{C})\theta^{T-20}$$

Ecuación 1.16

La tasa de sedimentación de acuerdo con Chapra (1997) puede ser estimada en función de la velocidad de sedimentación de la materia orgánica y la profundidad del fluente, a partir de la siguiente expresión:

$$k_s = \frac{V_s}{H}$$

Ecuación 1.17

Finalmente,  $K_r$  es determinada a mediante la expresión:

$$k_r = k_d + k_s$$

Ecuación 1.18

<sup>12</sup> ANLA, 2013. Metodología para la definición de la longitud de influencia de vertimientos sobre corrientes de agua superficial. Anexo 3. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Bogotá, Colombia.

<sup>13</sup> Chapra. Op. Cit.

<sup>14</sup> Ibid.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 34 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

### *Distancia, tiempo y déficit crítico de oxígeno*

A determinada distancia del punto de vertimiento, la tasa de reaireación iguala el consumo de DBO, alcanzando el déficit máximo de OD. Aguas abajo de este punto, los aportes incrementan los niveles de OD. Analíticamente el déficit máximo se obtiene diferenciando la Ecuación 14 respecto al tiempo de recorrido e igualando la derivada a cero. En la Tabla 2 1 se presentan las principales variables definidas en el modelo Streeter – Phelps (1925)<sup>15</sup>.

Tabla 1.4. Variables del modelo *Streeter – Phelps*.

Parámetro	Unidades	Descripción
<b>Do</b>	mg/L	Déficit inicial de OD
<b>ODs</b>	mg/L	Saturación de OD
<b>O</b>	mg/L	OD aguas arriba de la descarga
<b>DBO</b>	mg/L	Decaimiento de la DBO
<b>DBOo</b>	mg/L	DBO de la mezcla para el tramo
<b>ka</b>	1/d	Constante para la transferencia de oxígeno desde el aire
<b>kd</b>	1/d	Constante para el consumo de oxígeno por acción metabólica
<b>kr</b>	1/d	Constante de remoción total de la materia orgánica
<b>U</b>	m/s	Velocidad media del río
<b>X</b>	m	Distancia desde el punto de descarga, en dirección aguas abajo
<b>H</b>	m	Profundidad del río
<b>Odf</b>	mg/L	Déficit de OD aguas abajo
<b>T</b>	°C	Temperatura de mezcla
<b>Ta</b>	°K	Temperatura absoluta
<b>Qr</b>	L/s	Caudal del río
<b>Qw</b>	L/s	Caudal de la fuente puntual
<b>T°r</b>	°C	Temperatura del río
<b>T°w</b>	°C	Temperatura de la fuente puntual
<b>tc</b>	día	Tiempo crítico
<b>Dc</b>	mg/L	Déficit crítico de Oxígeno Disuelto
<b>Xc</b>	m	Distancia crítica

Fuente: Adaptado de Streeter y Phelps, 1925.

En todos los casos las características físicas, químicas y microbiológicas del tramo de interés, fueron definidas a partir de una ponderación entre las características del vertimiento y de la corriente de agua superficial evaluada aguas arriba del vertimiento, así:

<sup>15</sup> SREETER, H.W.; PHELPS, E.B. Op. Cit.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 35 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

$$P_m = \frac{P_v Q_v + P_r Q_r}{Q_r + Q_v}$$

Ecuación 1.19

Dónde,

- P<sub>m</sub>, es la magnitud de la variable en el punto de mezcla.
- P<sub>v</sub>, es la magnitud de la variable en el vertimiento.
- P<sub>r</sub>, es la magnitud de la variable la corriente de agua superficial (aguas arriba del vertimiento)
- Q<sub>v</sub>, es el caudal del vertimiento.
- Q<sub>r</sub>, es el caudal de la corriente de agua superficial (aguas arriba del vertimiento)

La relación anterior permite determinar las concentraciones en el punto mezcla de la demanda bioquímica de oxígeno, oxígeno disuelto, sólidos suspendidos totales, además del valor de pH o temperatura.

### *Escenarios de modelación*

#### - Condiciones actuales

Para la evaluación del escenario de “condiciones actuales”, se utilizó la información física, química y microbiológica de la fuente receptora de los vertimientos del proyecto Puerto Bahía, en el Canal Nueva Colonia. Sin embargo, dado que el monitoreo de calidad de aguas no fue realizado en el punto de vertimientos sino a aproximadamente 300 m aguas abajo del mismo, en la confluencia del Canal Nueva Colonia sobre el río León, se utilizaron estos resultados para representar las condiciones iniciales aguas arriba del punto de vertimiento. En la Tabla 1.5, se relacionan los resultados de la caracterización de la corriente de agua superficial del río León realizada a partir de una campaña de monitoreo en el mes de junio de 2015 por la firma SGS COLOMBIA S.A.S.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 36 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

Tabla 1.5. Caracterización fuente receptora (Punto A1 – Aguas arriba del vertimiento)

Parámetro	Unidades	Resultado
pH	Unidades de pH	5.45
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O <sub>2</sub>	< 10
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L O <sub>2</sub>	< 2
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	743
Conductividad Eléctrica (CE)	µS/cm	425
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	5.27
Coliformes Totales (CT)	NMP/100ml	73800
Temperatura (T)	°C	27.8
Coliformes Fecales (CF)	NMP/100ml	7400
Nitrógeno Total (N)	mg N /L	< 5.16
Fósforo Total (N)	mg P /L	2.24
Alcalinidad	mg/L	66
Turbiedad	NTU	159

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2015.

Las características de la sección transversal del Canal Nueva Colonia aguas debajo de la confluencia de las aguas residuales domésticas del proyecto Puerto Antioquía, fueron extraídas de los planos del levantamiento batimétrico del canal y del río León, información secundaria suministrada por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, de esta manera, para las condiciones hidrológicas de la cuenca aferente al río León, con base en el levantamiento batimétrico del Canal Nueva Colonia y el río León, proporcionado por las empresas Unibán y Banacol en el año 2015, el Canal Nueva Colonia presenta un ancho y lámina promedio de 73.12 y 3.64 m, respectivamente,.

Los caudales utilizados para la simulación de calidad de aguas, se seleccionaron con base en los promedios mensuales reportados por la Estación Limnimétrica Barranquillita (12017020) con una extensión de registros de caudales del río León de 39 años, ubicada a aproximadamente 39 km de la confluencia del Canal Nueva Colonia. En la Tabla 1.6 se relacionan los caudales mínimos, medios y máximos de la Estación Limnimétrica Barranquillita.

Tabla 1.6. Caudales promedio mensuales de la estación limnimétrica Barranquillita (12017020)

Mes	Mínimos	Medios	Máximos
Enero	1.0	16.5	46.7
Febrero	1.1	11.4	36.2

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 37 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

Marzo	1.6	10.4	49.5
Abril	2.1	12.5	43.1
Mayo	7.0	31.0	105.0
Junio	18.8	49.6	117.9
Julio	12.2	47.7	118.0
Agosto	20.7	49.0	135.8
Septiembre	22.3	49.0	112.8
Octubre	22.9	56.4	107.7
Noviembre	32.8	56.0	114.8
Diciembre	5.0	34.0	88.3
<b>Promedio</b>	<b>12.3</b>	<b>35.3</b>	<b>89.7</b>

Fuente: IDEAM; 2015.

Dentro de las condiciones actuales de la simulación de calidad de aguas, se asumió un caudal medio promedio de 35.3 m<sup>3</sup>/s para representar las características hidráulicas del Canal Nueva Colonia.

- Condiciones extremas – época de estiaje.

Para el desarrollo de esta simulación, se utilizaron las condiciones hidráulicas referidas al caudal mínimo promedio del Canal Nueva Colonia en el punto de vertimiento de aguas residuales domésticas del puerto, asumidas como el caudal mínimo promedio presentado por la Estación Limnimétrica Barranquillita, es decir, 12.3 m<sup>3</sup>/s (ver Tabla 1.6).

A partir del análisis de condiciones extremas, se predice el efecto que tendrá la reducción de los caudales de la corriente principal como consecuencia de las temporadas secas, manteniendo las características fisicoquímicas de los vertimientos de aguas residuales. La geometría de la corriente de agua superficial en cada escenario de simulación, fue definida considerando la sección transversal como un canal trapezoidal (Figura 1.4) en los puntos donde confluyen las aguas residuales de la planta de tratamiento. Se estimó el Ancho (B) y la Profundidad (H) de la condición extrema resolviendo iterativamente la Ecuación de Manning, utilizando una pendiente promedio del 0.12%, con una rugosidad efectiva del lecho del orden de 0.028 de acuerdo al levantamiento batimétrico del Canal Nueva

Colonia y el río León<sup>16</sup>, además de un caudal mínimo de 12.3 m<sup>3</sup>/s referido al levantamiento batimétrico del Canal Nueva Colonia y el río León.

$$Q = \frac{S_0^{1/2} A_c^{5/3}}{n P^{2/3}}$$

Ecuación 1.20. Ecuación de Manning

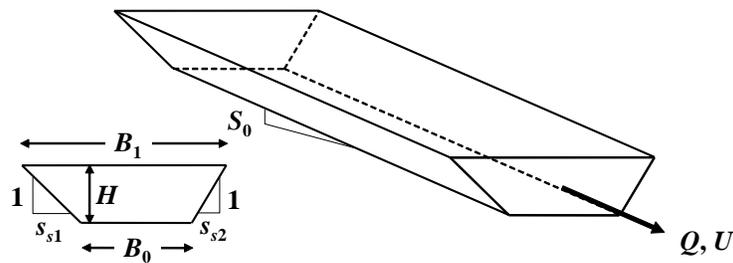


Figura 1.4.

Esquema de canal trapezoidal.  
Fuente: Anónima.

Tabla 1.7. Condiciones hidráulicas de los escenarios de simulación.

Corriente	Condiciones Actuales			Condiciones Extremas		
	QMA (m <sup>3</sup> /s)	H (m)	B (m)	Qmin (m <sup>3</sup> /s)	H (m)	B (m)
<b>Canal Nueva Colonia</b>	35.3	3.64	73.12	12.3	1.12	30.12

QMA: Caudal medio multianual; Qmin: Caudal mínimo promedio; H y B, profundidad y ancho medio, respectivamente.  
Fuente: Aqua y Terra Consultores Asociados S.A.S., 2016.

### 1.5.2 Conocimiento del riesgo

Para realizar el análisis de riesgos, se identificaron todas las amenazas, tanto endógenas como exógenas, que podrían presentarse durante la operación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas.

Para determinar la alteración en las condiciones normales del medio, las cuales pueden ser causadas por fenómenos o eventos inesperados, se valoraron tres parámetros básicos: amenaza, vulnerabilidad y riesgo, los cuales permiten calificar y determinar el nivel de afectación que se pueden presentar en la zona del proyecto; para luego ser jerarquizados de acuerdo con la valoración obtenida, lo que identificará cuales riesgos requieren una mayor prioridad en cuanto al diseño

<sup>16</sup> UNIBAN – BANACOL, 2015. Levantamiento batimétrico del Canal Nueva Colonia y el río León.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 39 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

e implementación de medidas. Además de identificar los escenarios para cada amenaza.

La metodología utilizada para el desarrollo del análisis de riesgo será la establecida en la revista de Empresas Públicas de Medellín “*El concepto del riesgo ambiental y su evaluación*”<sup>17</sup>, la cual propone una evaluación de tipo cualitativo y considera la valoración de los riesgos a partir del análisis de sus dos variables generalmente aceptadas: amenaza y vulnerabilidad.

Luego de identificar y jerarquizar las amenazas y la vulnerabilidad, se relacionan ambas para obtener el nivel de riesgo al que está expuesto el proyecto por los vertimientos, el cual puede clasificarse entre alto, medio y bajo.

El análisis de riesgo, se elabora frente a la probabilidad de ocurrencia de desastres, originados por las condiciones naturales presentes en la zona del proyecto, por factores antrópicos o por factores operacionales, con el fin de realizar una identificación, calificación y evaluación de los riesgos.

El objetivo del plan de gestión del riesgo del vertimiento es prestar una atención rápida y oportuna a las partes afectadas por el evento, el diseño de programas donde se designe las funciones y el uso eficiente de los recursos, acciones o procedimientos de emergencia y un sistema de información que permita una comunicación con el personal que conforma las brigadas, las entidades de apoyo externo y la comunidad afectada.

#### *Calificación de las amenazas*

La calificación de las amenazas se relaciona con la probabilidad de ocurrencia de un evento indeseado. Esta probabilidad depende de las características del evento, de las condiciones específicas de construcción y operación del proyecto y de su interacción con el entorno.

Para la calificación de las amenazas identificadas en el Puerto Bahía Colombia de Urabá S.A., se proponen las siguientes cinco categorías a las cuales se les asigna un puntaje, que califica la mayor o menor probabilidad de ocurrencia. Entre más

---

<sup>17</sup> ZULUAGA, Julio y ARBOLEDA, Jorge. El concepto del riesgo ambiental y su evaluación. En: Revista EPM. Enero –abril, 2005, vol. 15 N°3.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 40 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

alta la calificación, mayor es la probabilidad de que se materialice la amenaza (ver Tabla 1.8).

Tabla 1.8. Categoría de la amenaza.

Categoría de la amenaza	Descripción	Puntaje
Frecuente	Cuando puede suceder una vez cada año durante la vida útil de un proyecto (o sea, una relación 1/1)	5
Probable	Cuando puede suceder una vez cada cinco años (1/5)	4
Ocasional	Cuando puede suceder una vez cada diez años (1/10)	3
Remota	Cuando puede suceder una vez cada veinticinco años (1/25)	2
Improbable	Cuando puede suceder una vez cada cincuenta años (1/50)	1

Fuente: ZULUAGA y ARBOLEDA, 2005<sup>18</sup>

### *Análisis de vulnerabilidad*

El término vulnerabilidad se refiere al nivel o grado de afectación al cual se ve sometido un sujeto o elemento expuesto a las diferentes amenazas que se presentan en el proyecto bien sea por su entorno social, físico o ecológico.

Para calificar la vulnerabilidad de las amenazas identificadas para el terminal portuario, se utilizan cuatro categorías (ver Tabla 1.9), las cuales se asocian con la gravedad de las consecuencias que se pueden ocasionar sobre el ambiente y las personas. Entre más vulnerable sea un sistema, mayores daños puede sufrir por la ocurrencia de un evento contingente o amenazante.

Tabla 1.9. Criterios para calificar vulnerabilidad.

Categoría de las consecuencias	Descripción	Puntaje
Insignificantes	Genera consecuencias de baja intensidad, puntuales, fugaces, de efecto secundario y recuperable de manera inmediata o reversible en el corto plazo. No se producen lesiones personales incapacitantes	1
Leves	Genera consecuencias de mediana intensidad, puntuales, temporales, de efecto directo y recuperable o reversible en el mediano plazo. Ocasionan lesiones leves o incapacidad temporal a las personas	2
Graves	Genera consecuencias de alta intensidad, extensas, temporales, de efecto directo, mitigable o reversible en el largo plazo. Generan lesiones graves o incapacidad parcial permanente a las personas	3
Catastróficas	Genera consecuencias de muy alta intensidad, muy extensas, permanentes, de efecto directo, irrecuperable e irreversible. Generan muerte o incapacidad total o permanente a las personas	4

Fuente: ZULUAGA y ARBOLEDA, 2005<sup>19</sup>

<sup>18</sup> Íbid.

<sup>19</sup> Íbid.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 41 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

### *Valoración y estimación de los riesgos*

Para estimar el riesgo es necesario combinar la calificación de las amenazas con la vulnerabilidad de los elementos presentes en el área de influencia. Definiendo de esta forma el riesgo, como el producto entre la amenaza y la vulnerabilidad (ver Ecuación 1.21)

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$$

Ecuación 1.21. Estimación del riesgo

A continuación, en la Tabla 1.10 se presenta los rangos de valoración del riesgo

Tabla 1.10. Clasificación del riesgo.

Rango de estimación	Tipo de riesgo	Descripción del riesgo
1-4	Aceptable	Son los riesgos que no representan una amenaza significativa para el ambiente y sus consecuencias no son graves. Son los de menor prioridad, alcance y destinación de recursos para su atención
5-8	Tolerable	Son riesgos que tienen un nivel de amenaza medio y pueden ocasionar daños más significativos sobre el ambiente y la población, por lo que requieren del diseño e implementación de planes de atención que implican una mayor disponibilidad de recursos y se deben incluir sistemas de monitoreo.
>9	Crítico	Son riesgos que pueden causar daños graves sobre el ambiente y la comunidad, requieren planes de atención prioritarios y a corto plazo, con alta disponibilidad de recursos y con un monitoreo intenso.

Fuente: ZULUAGA y ARBOLEDA, 2005<sup>20</sup>

<sup>20</sup> Íbid.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 42 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

## 2. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES Y PROCESOS ASOCIADOS AL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO.

### 2.1 Localización del sistema de gestión de vertimiento

El sistema de gestión del vertimiento que se implementará para el Puerto Bahía Colombia de Urabá S.A. se encuentra dentro del predio donde se construirá el terminal terrestre, el cual estará ubicado en cercanías a la desembocadura del río León, en la vereda El Canal del corregimiento de Nueva Colonia, perteneciente al municipio de Turbo, departamento de Antioquia.

El vertimiento se realizará sobre un punto (V1) ubicado en el Canal Nueva Colonia, tal como se muestra en la Tabla 2.1 y Figura 2.1.

Tabla 2.1. Coordenadas del punto de descarga del vertimiento sobre el Canal Nueva Colonia.

Descripción	Nombre de la fuente	Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Bogotá	
		Norte	Este
Vertimiento de aguas residuales	Canal Nueva Colonia	1.368.533,07	706.604,83

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 43 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

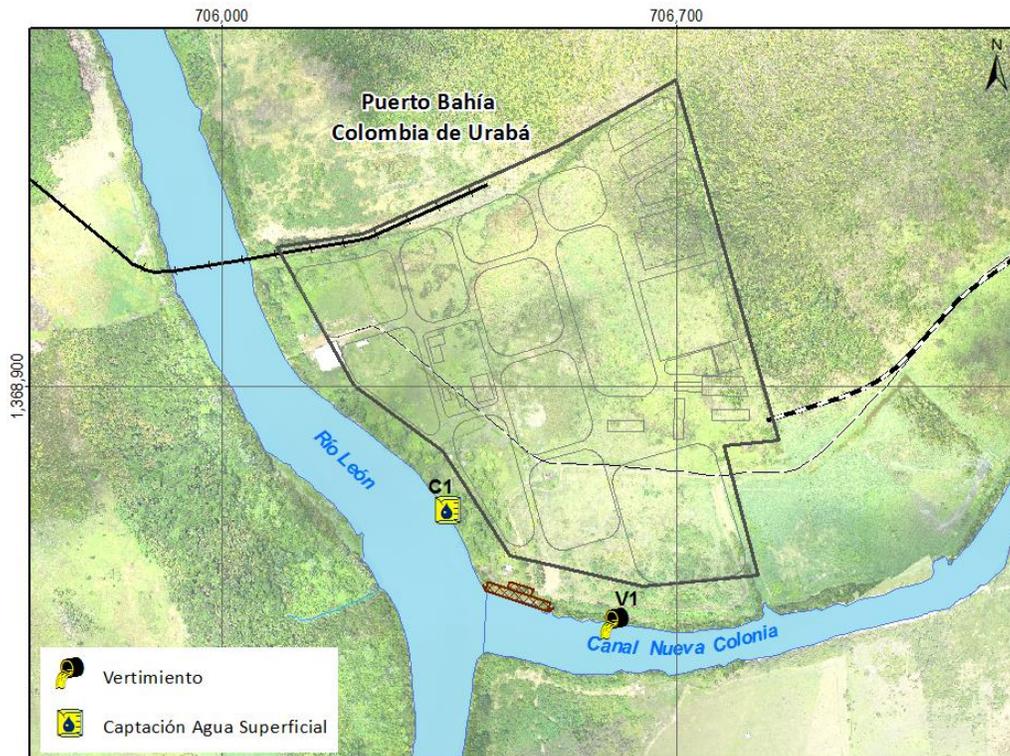


Figura 2.1. Ubicación del terminal en tierra y punto de descarga del vertimiento.  
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

## 2.2 Componentes y funcionamiento del sistema de gestión del vertimiento

### - Unidades de tratamiento

Para el tratamiento de las aguas residuales domésticas (ARD) se proyecta una planta compacta, cuyas especificaciones dependerán del fabricante escogido al momento de realizar la compra de la misma. En cualquier caso, la ubicación de la planta se presenta en la Figura 2.2 con el número 1 en color rojo en el plano y tendrá una capacidad superior a 2.56 L/s.

Antes de su ingreso a la planta, las aguas residuales recibirán un pretratamiento el cual consta de dos operaciones físicas: el cribado para la separación de sólidos gruesos y el paso por una trampa de grasas para evitar que las aguas jabonosas y trazas de aceites provenientes de lavados realizados durante las operaciones del puerto, afecten las demás unidades de tratamiento biológico.

Para cumplir con las metas de calidad del efluente, definidas en la Resolución 0631 del 2015, la planta tendrá tratamiento primario y secundario (biológico: aeróbico y/o anaeróbico).

Además de las estructuras anteriores, es necesario contar con lechos de secado (codificados con el número 2 en la Figura 2.2) donde se dispondrá el material solido grueso atrapado durante el cribado. Así mismo, debido a la protección para inundaciones necesaria en la margen derecha del río León y del Canal Nueva Colonia, se debe proyectar una estación de bombeo (codificada con el número 3) del efluente de la PTAR, para que dicho caudal alcance el cabezal de descarga (codificado con el número 4) que verterá el agua tratada en el punto de descarga ubicado en el Canal Nueva Colonia.

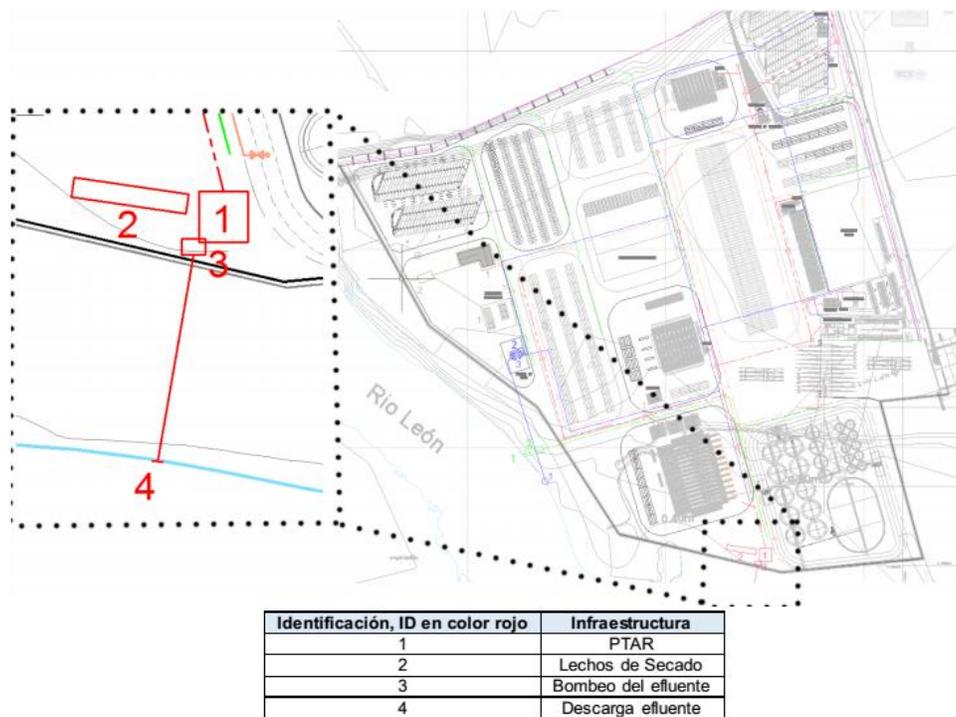


Figura 2.2. Sistema de gestión de vertimientos  
Fuente: PIO S.A.S., 2015.

El sistema de gestión de vertimiento proyectado para el terminal terrestre está conformado por la red sanitaria al interior de las edificaciones, la red de alcantarillado que conduce las aguas residuales hacia la planta de tratamiento, la planta de tratamiento, el sistema de bombeo que permite la impulsión del efluente

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 45 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

de la PTAR hacia el punto de descarga en el Canal Nueva Colonia (ver Figura 2.3).



Figura 2.3. Estructuras hidráulicas del Sistema de Gestión de Vertimientos.  
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2016.

El mantenimiento de cada uno de los componentes del sistema de gestión de vertimientos se realizará de acuerdo a las necesidades evidenciadas durante las inspecciones periódicas realizadas por el personal encargado de operar la PTAR y según las recomendaciones del fabricante. Así mismo, los operarios del sistema definirán un plan de inspección diario, mensual y/o anual de los diferentes componentes del sistema de alcantarillado.

- Líneas de conducción y descarga de aguas residuales.

Para recolectar las aguas residuales domésticas (ARD) generadas en el terminal en tierra, se proyecta una red de alcantarillado que estará conectada por acometidas a los edificios que generen agua residual como consecuencia de su

 <p>PUERTO BAHÍA COLOMBIA DE USABA S.A. TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS</p>	<p><b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b></p>	 <p>aqua &amp; terra</p>
	<p><b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b></p>	<p>Página 46 de 177</p>
	<p>GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>

operación, por ejemplo, puntos sanitarios, lavados, limpiezas y saneamiento básico (ver Figura 2.4).

A continuación, se mencionan las zonas del terminal en tierra que tendrán conexión a la red de alcantarillado proyectada:

- Oficinas de la Estación de Combustible ubicada en el costado occidental del terminal.
- Módulos de baños ubicados en los diferentes puntos del terminal en tierra
- Zona de lavado de contenedores
- Enfermería
- Comedores ubicados en los diferentes puntos del terminal en tierra.
- Edificio administrativo
- Edificio de vigilancia y control
- Bodega de consolidación de exportación de perecederos
- Bodega de consolidación y desconsolidación.

Es importante señalar que la red de alcantarillado no fue proyectada hacia las áreas destinadas para el almacenamiento como lo son los patios de contenedores, los patios de vehículos y los patios de camiones donde no se planea la generación de aguas residuales (ver Figura 2.4).

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 47 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

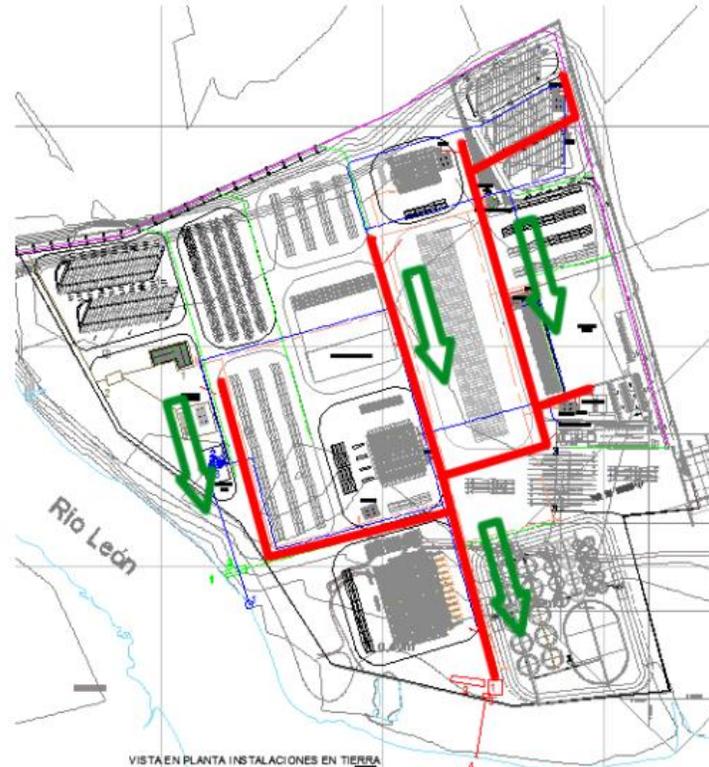


Figura 2.4. Red de alcantarillado y dirección de flujo en la terminal terrestre.  
Fuente: PIO S.A.S., 2015.

Los talleres de mantenimiento de vehículos, donde se manipulan grasas y aceites, cuentan con un sistema independiente de recolección de aguas aceitosas que las lleva hasta un sistema de tratamiento conocido como separador de aceites API el cual se encarga de separar las grasas y aceites para que puedan ser colectadas por un tercero autorizado para tratar dicho residuo. Después pasar por este sistema, el efluente líquido va a la red de alcantarillado.

La ubicación propuesta de las cámaras de alcantarillado en esta fase de Ingeniería puede estar sujeta a modificaciones cuando se desarrolle la ingeniería de detalle debido a las longitudes de las redes establecidas.

El diámetro estimado para toda la extensión de la red excluyendo acometidas y redes internas será de 8 pulgadas mínimo, atendiendo la legislación vigente.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 48 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

- Información sobre el vertimiento

La descarga de agua residual sobre el punto de vertimiento se realizará durante 16 horas diariamente o de acuerdo a las especificaciones del fabricante, exceptuando los momentos en que se realice el mantenimiento de la PTAR. Durante el mantenimiento se suspenderán la mayoría de actividades generadoras de aguas residuales y las que se generen serán llevadas a un tanque de almacenamiento temporal donde serán colectadas por un operador portuario certificado para el manejo, tratamiento y disposición de este tipo de aguas.

Por tratarse de un vertimiento de tipo doméstico, en la literatura existe información sobre las características comunes de este tipo de agua. En el Sistema Nacional Ambiental se proponen valores típicos para las características de las aguas residuales (ver Tabla 2.2)

De los valores que se presentan a continuación, se utilizaran para la modelación las concentraciones más altas que corresponden al escenario crítico en caso de un posible vertimiento de ARD sin tratamiento.

Tabla 2.2. Composición típica de un agua residual doméstica.

Parámetro	unidades	Referencia		
		Alta	Media	Baja
Sólidos totales (ST)	mg/L	1000	500	200
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	500	300	100
Sólidos sedimentables (SSED)	mg/L	12	8	4
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	mg/L	300	200	100
Demanda química de oxígeno (DBO)	mg/L	1000	500	250
Nitrógeno total (N)	mg/L	80	50	25
Fósforo total (P)	mg/L	20	15	5
Grasas y aceites (G&A)	mg/L	40	20	0
Coliformes fecales (CF)	NMP/100ml	1.00E+09	1.00E+07	1.00E+05

Fuente: SINA, 2002<sup>21</sup>.

<sup>21</sup> SISTEMA NACIONAL AMBIENTAL – SINA (2002). Guía de gestión para el manejo, tratamiento y disposición final de las aguas residuales municipales. Ministerio del Medio Ambiente. República de Colombia. 64p.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 49 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

- Diseño preliminar Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

Para tratar las aguas residuales generadas se contará con una PTAR compacta que será adquirida con un proveedor de sistemas de tratamiento de acuerdo a la disponibilidad, y eficiencia de la misma.

A continuación, en la Figura 2.5, se presentan los componentes de una planta tipo cuyas unidades de tratamiento y procesos físicos y biológicos son similares a los que tendrá la PTAR instalada en el terminal en tierra. No obstante, es importante señalar que el diseño definitivo de la PTAR compacta dependerá del proveedor seleccionado.



Figura 2.5. PTAR y unidades que la conforman  
Fuente: Cotización de NyF de Colombia, 2016. Adaptado por Aqua y Terra Consultores Asociados S.A.S.

La PTAR instalada deberá tener capacidad para tratar un caudal superior a 2,56 l/s, por esta razón se propone una PTAR compacta con un caudal de diseño de 3 L/s. El tiempo de operación de la planta es de 16 horas diariamente.

Teniendo en cuenta que la PTAR puede alcanzar una remoción de contaminantes hasta del 93%, es posible garantizar que el agua del efluente cumplirá con los valores máximos permisibles establecidos en el Artículo 8 de la Resolución 0631 del 2015 (ver Tabla 2.3).

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 50 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

Tabla 2.3. Características del AR a la entrada y salida de la PTAR.

Parámetro	Unidades	Concentración en el afluente (antes del tratamiento)	Concentración en el efluente (después del tratamiento)	Límites máximos permisibles Art. 8, Resolución 631 del 2015
SST	mg/L	500	35	90
SSED	ml/L	12	0.84	5
DBO5	mg/L	300	21	90
DQO	mg/L	1000	70	180
Grasas y aceites	mg/L	40	2.8	20

Fuente: Aqua y Terra Consultores Asociados S.A.S., 2016.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

### 3. SIMULACIÓN DE VERTIMIENTOS

#### 3.1 Fuente receptora

El tramo de simulación de calidad de aguas de la fuente de interés (Canal Nueva Colonia), se extiende 300 m aguas abajo del punto donde se realizarán los vertimientos potenciales de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (ver Figura 3.1) considerando el eje principal de la corriente de agua superficial antes de la confluencia del río León.

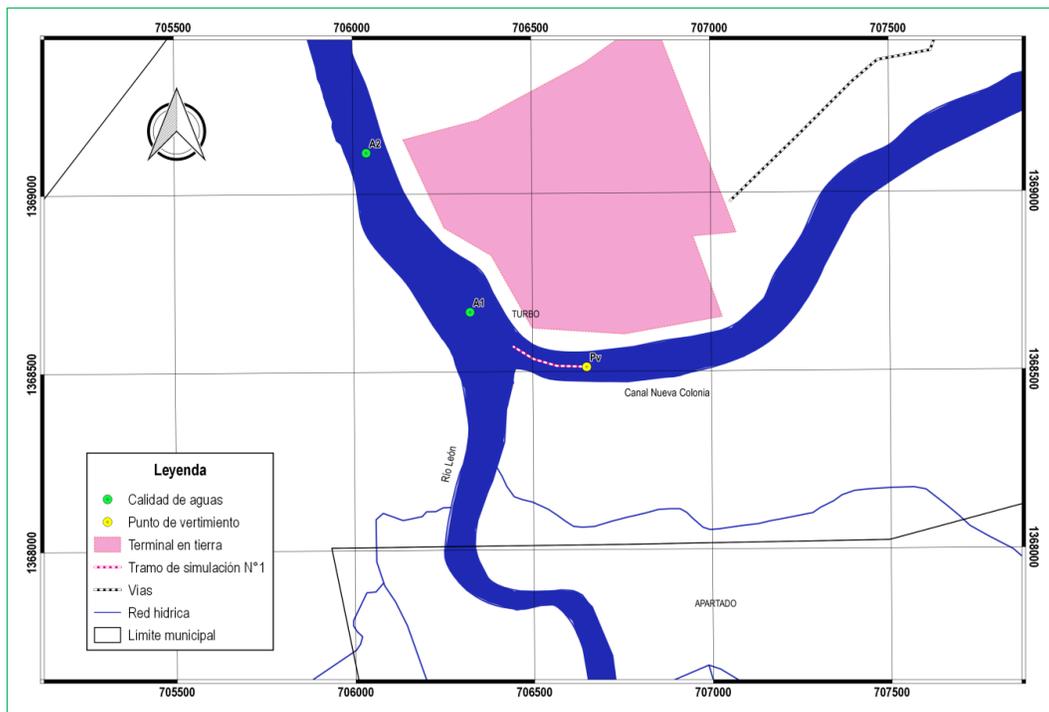


Figura 3.1. Tramo de simulación de calidad de agua (Canal Nueva Colonia)  
Fuente: Aqua y Terra Consultores Asociados S.A.S., 2016.

#### 3.2 Calibración del tramo de simulación

En la Tabla 3.1 y Tabla 3.2, se presentan las constantes cinéticas definidas para el tramo de evaluación de la corriente principal en el escenario de condiciones actuales y estiaje, respectivamente. Estas constantes fueron calculadas utilizando las ecuaciones y correlaciones definidas en la descripción del modelo de Streeter – Phelps. La cinética de degradación ( $K_d$ ) y la velocidad de sedimentación ( $V_s$ ),

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 52 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

fueron calibradas mediante la simulación Monte Carlo codificada en el complemento YASAlw ® de Visual Basic For Applications. Este algoritmo permite realizar un análisis de sensibilidad del modelo a la variación de los parámetros numéricos  $K_d$  y  $V_s$ , respecto al nivel de OD seleccionado para un tramo de interés, determinado con base en la caracterización aguas abajo del punto de vertimiento. En este caso, se realizaron 1000 corridas tomando como valores iniciales de  $K_d$  entre 0.05 y 0.3 1/d y de  $V_s$  del orden de 0.12 m/d, respectivamente; la variación de OD se evaluó a una distancia de 300 m (desde el punto de confluencia de los vertimientos de aguas residuales en el río León).

Internamente el complemento YASAlw ® genera números aleatorios en un rango de desviación definido por el usuario con base al valor inicial de  $K_d$  y  $V_s$ , se consideró una desviación estándar de  $\pm 30\%$ . Los valores generados se evalúan en las funciones de OD y DBO programadas en el modelo Streeter – Phelps, los resultados de las 1000 corridas permiten determinar en forma porcentual, que variable genera mayor fluctuación del nivel OD en la abscisa 300 m.

Tabla 3.1. Constantes cinéticas – Escenario actual

Corriente	Tramo (m)	$K_a$ (1/d)	$K_d$ (1/d)	$K_s$ (1/d)
Canal Nueva Colonia	300	0.171	0.084	0.033

Fuente: Aqua y Terra Consultores Asociados S.A.S., 2016.

Tabla 3.2. Constantes cinéticas – Escenario extremo

Corriente	Tramo (m)	$K_a$ (1/d)	$K_d$ (1/d)	$K_s$ (1/d)
Canal Nueva Colonia	300	1.664	0.084	0.108

Fuente: Aqua y Terra Consultores Asociados S.A.S., 2016.

### 3.3 Niveles de OD en la fuente receptora

En la Figura 3.2, se muestra el comportamiento del oxígeno disuelto en la fuente receptora para los escenarios de simulación de la condición actual (CA) y condición extrema (CE). En las curvas de OD, se pueden observar los efectos de la confluencia de los vertimientos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas. En ambos escenarios, los niveles de oxígeno se mantienen por encima del umbral óptimo para el desarrollo de procesos aerobios y proliferación de organismos acuáticos (p.e Peces,  $OD < 4$  mg/L). Las condiciones

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	 Página 53 de 177
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

topográficas del tramo simulado (pendientes) y la altura de la lámina de agua en el escenario de condiciones extremas, favorece los fenómenos de re-aireación en la corriente, inhibiendo la generación de olores ofensivos (H<sub>2</sub>S y CH<sub>4</sub>) asociados a deficiencia en los niveles de OD.

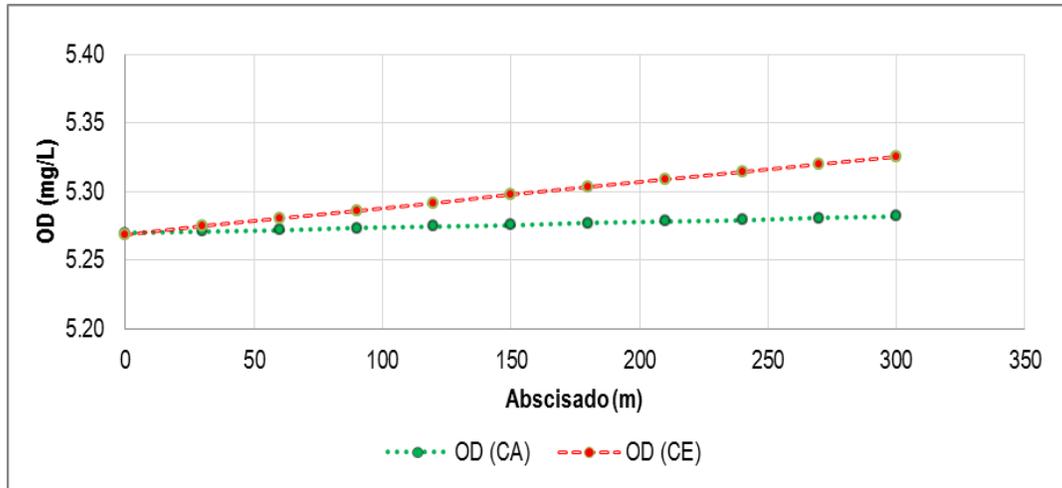


Figura 3.2. Niveles de OD en la fuente receptora.  
Fuente: Aqua y Terra Consultores Asociados S.A.S., 2016.

### 3.4 Niveles de DBO en la fuente receptora

El comportamiento de los niveles de DBO en la corriente receptora para el escenario de condiciones actuales (CA) y de condiciones extremas (CE) es presentado en la Figura 3.3. Con base en los resultados obtenidos y considerando el análisis de varianza (ANOVA), ver Tabla 3.3, se concluye que no existen una influencia significativa de los vertimientos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales sobre la calidad de aguas de la fuente receptora entre el escenario de condiciones actuales (CA) y de condiciones extremas (CE), lo cual es asociado a las condiciones de reaireación y biodegradación de la materia orgánica presente en el vertimiento.

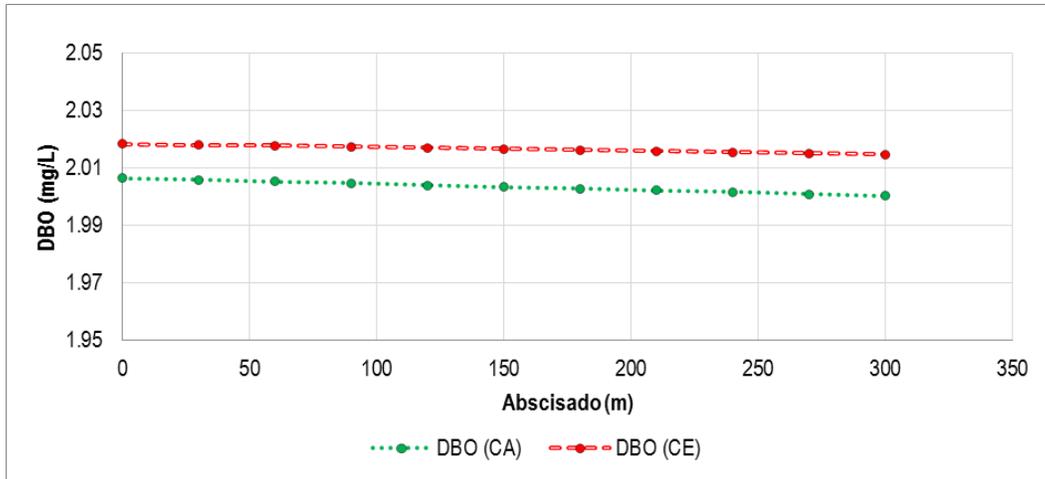


Figura 3.3. Niveles de DBO en la fuente receptora.  
Fuente: Aqua y Terra Consultores Asociados S.A.S., 2016.

Para el análisis de varianza, dado que  $F (13.883)$  es superior al valor crítico de  $F (4.351)$  se acepta la hipótesis nula, es decir, no existen diferencias significativas entre los resultados de simulación de condiciones actuales y de estiaje (ver Tabla 3.3)

Tabla 3.3. Análisis de varianza para condición actual Vs. Condición de estiaje.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	F	Probabilidad	Valor crítico para F
$\mu(CA) = \mu(CE)$	0.003	1	13.883	0.001	4.351

Fuente: Aqua y Terra Consultores Asociados S.A.S., 2016.

En la Tabla 3.4 se resumen los resultados de la simulación numérica de vertimientos, realizada a partir del modelo de calidad de aguas Streeter- Phelps.

Tabla 3.4. Resumen de modelación de calidad de aguas.

X (m)	Actual		Estiaje	
	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	OD (mg/L)	DBO (mg/L)
0.00	5.270	2.006	5.269	2.018
30.00	5.271	2.006	5.275	2.018
60.00	5.272	2.005	5.280	2.018
90.00	5.273	2.005	5.286	2.017
120.00	5.275	2.004	5.292	2.017
150.00	5.276	2.003	5.297	2.016
180.00	5.277	2.003	5.303	2.016
210.00	5.278	2.002	5.309	2.016

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 55 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

X (m)	Actual		Estiaje	
	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	OD (mg/L)	DBO (mg/L)
240.00	5.279	2.001	5.314	2.015
270.00	5.281	2.001	5.320	2.015
300.00	5.282	2.000	5.326	2.015

Fuente: Aqua y Terra Consultores Asociados S.A.S., 2016.

La influencia de los vertimientos sin tratamiento sobre la calidad de aguas del Canal Nueva Colonia, fue evaluada considerando la ocurrencia de épocas de estiaje. En este caso se consideró un contenido alto de materia de materia orgánica en el vertimiento (DBO igual a 300 mg/L), de conformidad con las características típicas de las aguas residuales (ver Tabla 2.2).

En la Figura 3.4 y Figura 3.5, se muestra el comportamiento del oxígeno disuelto y de la demanda bioquímica de oxígeno, respectivamente, en la fuente receptora para los escenarios de simulación de la condición actual (CA) y condición extrema sin tratamiento (ST).

En las curvas de OD, se pueden observar los efectos de la confluencia de los vertimientos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas. En ambos escenarios, los niveles de oxígeno se mantienen por encima del umbral óptimo para el desarrollo de procesos aerobios y proliferación de organismos acuáticos (p.e Peces, OD < 4 mg/L). Las condiciones topográficas del tramo simulado (pendientes) y la altura de la lámina de agua en el escenario de condiciones extremas, favorece los fenómenos de re-aireación en la corriente, inhibiendo la generación de olores ofensivos (H<sub>2</sub>S y CH<sub>4</sub>) asociados a deficiencia en los niveles de OD.

De conformidad con el comportamiento de la Demanda Bioquímica de Oxígeno, teniendo en cuenta los resultados de la ANOVA, se concluye que no existen una influencia significativa de los vertimientos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales sobre la calidad de aguas de la fuente receptora entre el escenario de condiciones actuales (CA) y de condiciones extremas sin tratamiento (ST.), ver Tabla 3.5, lo cual es asociado a las condiciones de reaireación y biodegradación de la materia orgánica presente en el vertimiento.

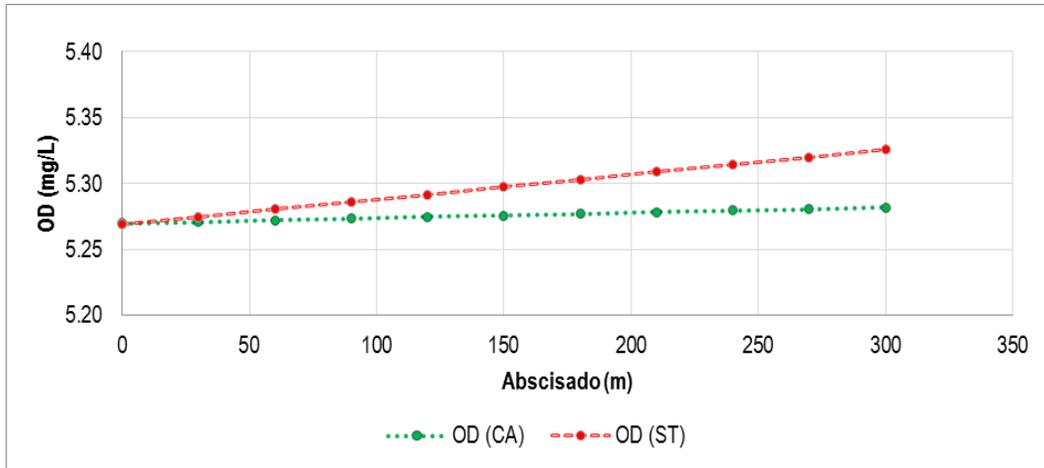


Figura 3.4. Niveles de OD en fuente receptora  
Fuente: Aqua y Terra Consultores Asociados S.A.S., 2016.

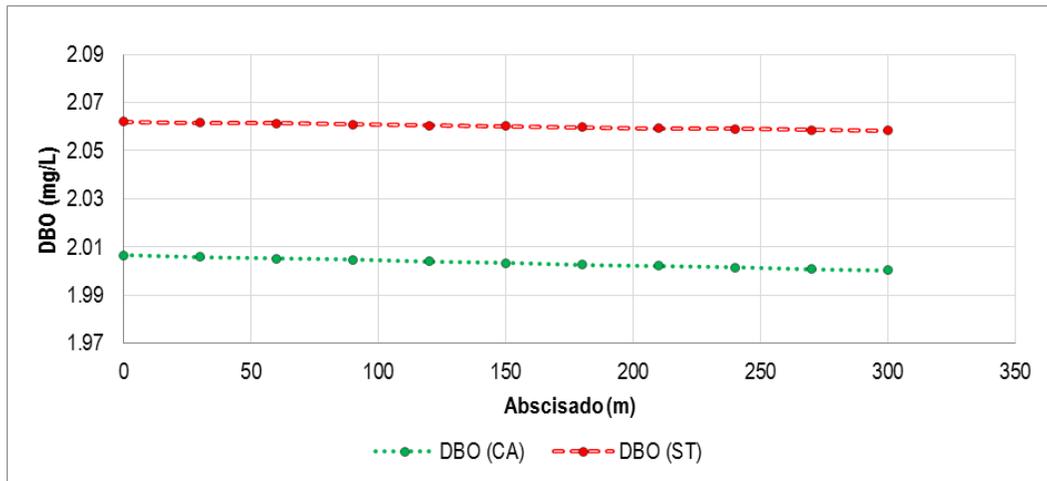


Figura 3.5. Niveles de DBO en fuente receptora.  
Fuente: Aqua y Terra Consultores Asociados S.A.S., 2016.

Tabla 3.5. Análisis de varianza para condición actual Vs. Condición de estiaje sin tratamiento.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	F	Probabilidad	Valor crítico para F
$\mu(CA) = \mu(ST)$	0.003	1	13.877	0.001	4.351

Fuente: Aqua y Terra Consultores Asociados S.A.S., 2016.

En términos generales, en todos los escenarios de simulación se alcanzó un déficit crítico de oxígeno disuelto superior a 4 mg/L, con una distancia crítica de 0 m, lo

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 57 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

cual es un indicador de la alta capacidad de depuración de la corriente durante la confluencia del vertimiento. Dado lo anterior se define una longitud máxima del vertimiento de aguas residuales domésticas de la PTAR para la DBO y OD del orden de cero (0) m.

### 3.5 Sólidos suspendidos totales

Dado que las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas, en general producen vertimientos con un alto contenido de sólidos suspendidos totales, se presenta a continuación un modelo numérico para simular su comportamiento en el cauce del Canal Nueva Colonia. Este último modelo es representado por la siguiente ecuación diferencial:

$$v_x \frac{dS}{dx} + k_s S = 0$$

Ecuación 3.1

Donde  $V_x$ , es la velocidad media de la corriente;  $dS/dx$  es el cambio de la concentración de sólidos suspendidos totales en un diferencial de longitud del cauce principal;  $k_s$ , es la tasa de sedimentación de sólidos suspendidos, la cual se define en términos del diámetro medio de las partículas suspendidas o como la relación entre la velocidad de sedimentación y la profundidad de la corriente. Finalmente,  $S$ , es la concentración de sólidos.

Para la realización de la simulación se utilizará la información fisicoquímica, además de la caracterización hidráulica de las condiciones extremas del Canal Nueva Colonia aguas arriba de la confluencia de los vertimientos potenciales de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas del puerto; de manera análoga al modelo *Streeter – Phelps* se utilizó el límite máximo permisible de sólidos suspendidos totales (SST) definido en la Resolución 0631 de 2015, 90 mg/L. En la Tabla 2 11, se presentan los parámetros relacionados en el modelo de sólidos suspendidos totales, cuyo comportamiento se muestra en resumen en la Figura 2 7.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 58 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

Tabla 3.6. Parámetros considerados en el modelo de sólidos suspendidos totales.

Parámetro	ID	Valor
Caudal de la corriente (aguas arriba del vertimiento)	Qr (m <sup>3</sup> /s)	12.3 *
Caudal del vertimiento de ARD	Qw (m <sup>3</sup> /s)	0.00256
Concentración de SST (aguas arriba del vertimiento)	Sr (mg/L)	743
Concentración de SST en el vertimiento	Sw (mg/L)	90
Concentración de SST en el punto de mezcla	Sm (mg/L)	742.85 +
Velocidad de la corriente aguas abajo del vertimiento	Vx (m/s)	0.36***
Velocidad de sedimentación de SST	Vs (m/s)	0.00008**
Profundidad media de la corriente	H (m)	1.12 *

\* Tomado de Tabla 1.7(Escenarios de simulación, condición extrema); \*\* Velocidad de sedimentación aproximada para un tamaño de partícula de 8 µm (Chapra, 1997); \*\*\* valor calculado ( $V = Q/A$ ); + valor determinado mediante ponderación (ver Ecuación 1.19). Fuente: Aqua y Terra Consultores Asociados S.A.S., 2016.

De conformidad con los resultados obtenidos, luego de la confluencia de los vertimientos potenciales de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas de del puerto, la corriente del Canal Nueva Colonia remueve aproximadamente el 5% de la carga de sólidos obtenida asociada al punto de mezcla, a una distancia de 300 m medidos a partir del punto de confluencia (ver Figura 3.6)

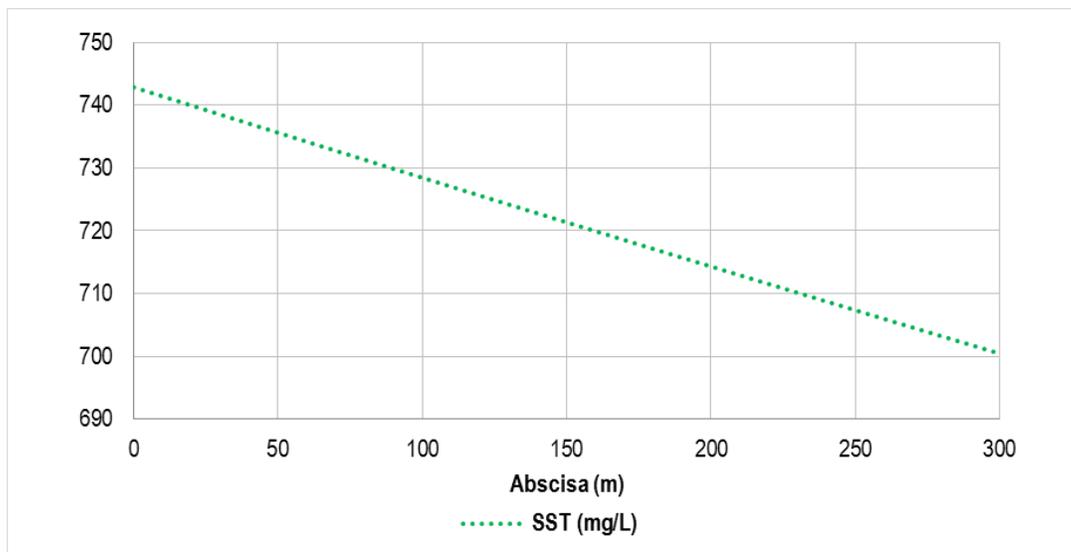


Figura 3.6. Niveles de SST en la fuente receptora.  
Fuente: Aqua y Terra Consultores Asociados S.A.S., 2016.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 59 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

### 3.6 Conclusiones de la modelación

A partir de una simulación de vertimientos mediante la implementación del modelo de calidad de aguas Streeter – Phelps fue analizada la influencia de la descarga de aguas residuales domésticas de la Planta de Tratamiento del proyecto portuario, desarrollado por la Sociedad Puerto Bahía Colombia de Urabá, en el municipio de Turbo en la subregión de Urabá, departamento de Antioquia. Se consideró el cumplimiento de los límites máximos permisibles en los vertimientos de la PTAR sobre la Canal Nueva Colonia.

Para el desarrollo de la simulación de vertimientos se utilizó la información batimétrica del Canal Nueva Colonia, antes de la confluencia sobre el río León. Los caudales medios y mínimos de la Estación Limnimétrica Barranquillita (12017020) cuya extensión de registros de caudales del río León asciende a 39 años fueron utilizados en la formulación de los escenarios de condiciones actuales y extremas (épocas de estiaje).

En todos los escenarios de simulación, los niveles de oxígeno se mantienen por encima del umbral óptimo para el desarrollo de procesos aerobios y proliferación de organismos acuáticos (p.e Peces, OD < 4 mg/L). Las condiciones topográficas del tramo simulado (pendientes) y la altura de la lámina de agua en el escenario de condiciones extremas, favorece los fenómenos de re-aireación en la corriente, inhibiendo la generación de olores ofensivos (H<sub>2</sub>S y CH<sub>4</sub>) asociados a deficiencia en los niveles de OD. El mínimo nivel de oxígeno disuelto reportado fue de 5.27 mg/L.

De conformidad con el comportamiento de la Demanda Bioquímica de Oxígeno, teniendo en cuenta los resultados de la ANOVA, se concluye que no existen una influencia significativa de los vertimientos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales sobre la calidad de aguas de la fuente receptora entre el escenario de condiciones actuales (CA), de condiciones extremas con (CE) y sin tratamiento(ST), lo cual es asociado a las condiciones de reaireación y biodegradación de la materia orgánica presente en el vertimiento. En el caso de los sólidos suspendidos totales, luego de la confluencia de los vertimientos potenciales de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas de del puerto, la corriente del Canal Nueva Colonia remueve aproximadamente el 5% de

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 60 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

la carga de sólidos obtenida asociada al punto de mezcla, a una distancia de 300 m medidos a partir del punto de confluencia.

Finalmente, se concluye que antes de alcanzar el río León las características físicas, químicas, biológicas e hidráulicas del Canal Nueva Colonia, permitirán la depuración de las aguas residuales domésticas provenientes de la Planta de Tratamiento con una longitud de influencia máxima de 0 m, lo cual es inherente a la capacidad de dilución de la corriente además de la magnitud de la carga de contaminantes proyectada para el sistema de tratamiento.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 61 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

## 4. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

En el presente capítulo se delimita el área de influencia del PGRMV y se describen cada uno de los componentes que conforman los medios físico, biótico y socioeconómico en el área de estudio. La información de este apartado fue extraída y adaptada a partir del Estudio de Impacto Ambiental desarrollado para licenciar el Puerto Bahía Colombia de Urabá S.A. Toda la cartografía descrita en el presente documento, hace parte del Estudio de Impacto Ambiental que permitió la modificación de la Licencia Ambiental inicial da como resultado la Resolución 0078 del 28 de enero de 2016, y no se realizaron cambios en la misma, por tanto los anexos utilizados son archivos PDF originales de dicho estudio. Ver Anexo 1 Cartografía.

### 4.1 Área de influencia

Los principales criterios utilizados para definir el área de influencia del PGRMV fueron:

- La longitud de influencia del vertimiento mediante la modelación de la calidad del agua.
- Las áreas afectadas por el flujo de las aguas residuales en caso de una eventual falla en el sistema de alcantarillado, entendiéndose por falla situaciones como fugas o derrames de agua residual por averías en las tuberías y en el sistema de gestión del vertimiento.

Se realizó la modelación de la longitud de influencia del vertimiento aplicando el modelo de Streeter-Phelps, el cual contempla al oxígeno disuelto y a la materia orgánica (DBO) como principales determinantes de la calidad de agua en una corriente que recibe ARD tanto tratada como sin tratamiento. En función de estos

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 62 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

determinantes se estimó la distancia máxima (aguas abajo) en la cual se recuperan las condiciones originales del cuerpo de agua receptor del vertimiento.<sup>22</sup>

Después de modelar el vertimiento de AR sin tratamiento, se pudo comprobar que el ARD no constituye un factor de cambio importante para las condiciones naturales del medio. Esto se explica porque el caudal de la PTAR o el caudal de ARD sin tratamiento ( $<0.003 \text{ m}^3/\text{s}$ ), es despreciable con respecto al caudal que fluye en el río León, incluso en el escenario más crítico que corresponde a la época de sequía ( $12.3 \text{ m}^3/\text{s}$  caudal durante el estiaje).

Hablando del segundo criterio, la dirección de flujo de las aguas está gobernada por las pendientes que se encuentran en la zona correspondiente a la terminal en tierra. Razón por la cual se prevé que durante eventos extremos y de emergencia (por ejemplo: fugas de agua residual combinadas con una alta escorrentía producto de lluvias intensas) podrían ocurrir flujos de agua residual en dirección Norte-Sur. En este caso, el vertimiento no sería puntual, sino que estaría disperso a lo largo del cauce del río que es colindante con el proyecto.

Teniendo en cuenta todo lo que se mencionó anteriormente, se definió como área de influencia la que se presenta en la Figura 4.1, que a su vez se encuentra dentro del área de influencia abiótica definida en el EIA para la modificación de licencia de la que hace parte el presente PGRMV.

<sup>22</sup> Autoridad de Licencias Ambientales –ANLA. Metodología para la definición de la longitud de influencia de vertimiento sobre corrientes de agua superficial. Bogotá, Enero de 2013.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 63 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

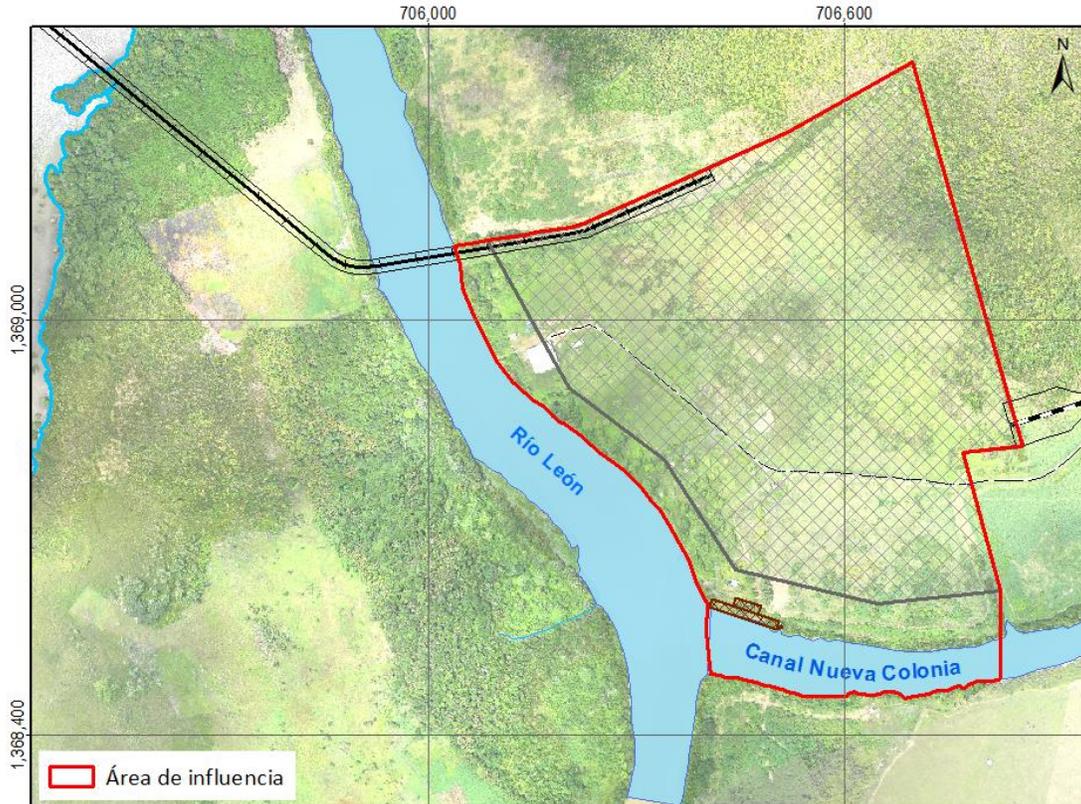


Figura 4.1. Área de influencia del PGRMV  
Fuente: Aqua y Terra Consultores Asociados S.A.S., 2016.

Con la modelación se evaluó la longitud de influencia del vertimiento suponiendo que este se haga sin recibir un tratamiento previo a la disposición en el Canal Nueva Colonia. Es decir, bajo el supuesto de que ocurra una emergencia que afecte el funcionamiento del Sistema de Gestión de Vertimientos, se evaluaron los efectos de disponer las Aguas Residuales Domesticas (ARD) de manera directa en el canal. De esta forma se estableció una zona de seguridad en el cuerpo de agua.

Debido a que los resultados de la modelación definieron una Longitud de Influencia del Vertimiento nula (0 m), la zona de seguridad solo cubre el tramo del Canal Nueva Colonia que sería afectado por un derrame disperso de ARD. Lo anterior se explica con mayor detalle

Otro aspecto que se tuvo en cuenta a la hora de definir el área de influencia del presente PGRMV fue la topografía y las pendientes del terreno, las cuales

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 64 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

governaran la dirección de flujo de las ARD que son transportadas por las redes del alcantarillado y, al mismo tiempo, tendrán incidencia en el transporte de líquidos derramados en el suelo.

De nuevo, asumiendo que ocurra una emergencia (ruptura de tuberías por exceso de presión o excavaciones en lugares por donde pasa la red de alcantarillado, explosiones, incendios, etc.), se prevé que el ARD fluya, en su mayoría, en dirección Norte-Sur y Este-Oeste, hacia la franja de tierra colindante con el río León y el Canal Nueva Colonia como se aprecia en la Figura 4.2 donde se puede ver el drenaje natural del terreno. No obstante, es importante mencionar que al momento de construir el terminal en tierra se realizará una nivelación del terreno.

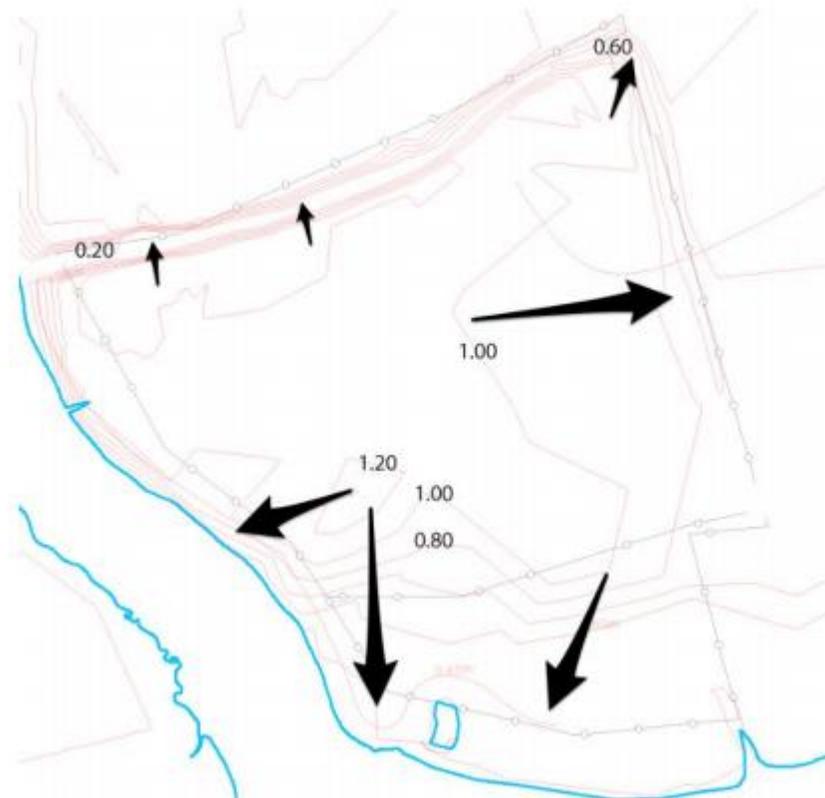


Figura 4.2. Drenaje natural en la zona de estudio.  
Fuente: PIO S.A.S., 2015.

La probabilidad de que el flujo se dé en dirección Sur-Norte es baja teniendo en cuenta, además de las pendientes, la lejanía que existe entre la red de alcantarillado y los límites orientales y septentrionales del terminal en tierra.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 65 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Adicionalmente, existe un colector pluvial en la zona norte del terminal que recibiría las ARD en caso de presentarse flujo en esa dirección.

## 4.2 Medio abiótico

### 4.2.1 Geología

#### *Rasgos estructurales*

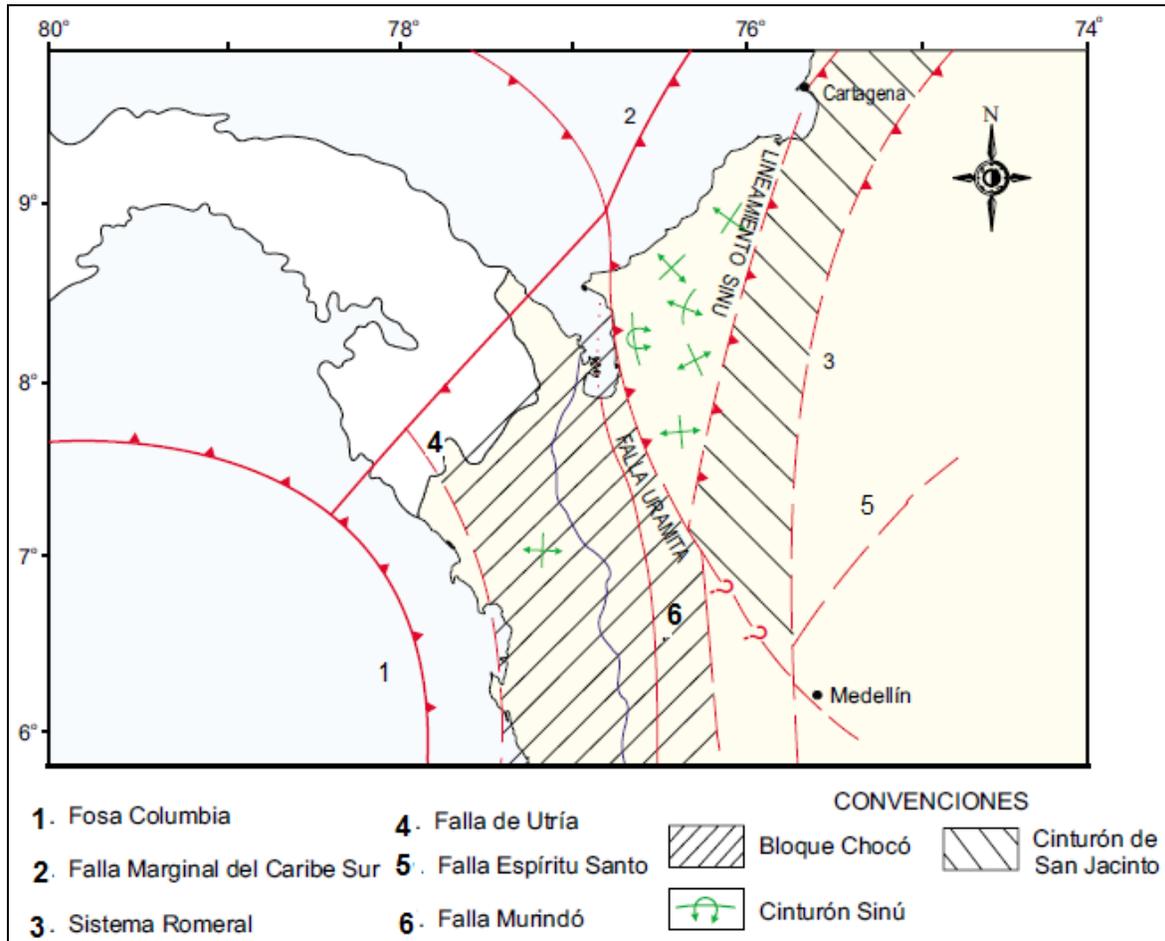
El área de estudio está enmarcada regionalmente dentro del Cinturón Sinú, el cual comprende los anticlinorios de Abibe y las Palomas dentro del continente y la plataforma y talud continental fuera de la costa. Este cinturón está conformado por anticlinales estrechos muy pronunciados, separados por sinclinales amplios y suaves. Hacia el Norte estas estructuras están generalmente cortadas por estructuras dómicas de volcanes de lodo dando la impresión que el plegamiento se hubiera formado por este tipo de eventos. Dentro de esta serie de sinclinales y anticlinales se pueden mencionar el sinclinal Tulapa y el anticlinal Caimán, ubicados al nororiente y norte de la cabecera municipal de Turbo respectivamente, cuyos ejes tienen dirección general N-S $\pm$ 10°.

Otro tipo de rasgo estructural son las fallas. Una de las más sobresalientes ubicada al Oriente del municipio de Turbo es la Falla de Apartadó (regionalmente conocida como falla de Uramita), y que se encuentra aproximadamente a 13 Km al Este del proyecto (ver Figura 4.3), presenta una dirección general N-S a N30W y buzamientos al oriente entre 30° y 40°. Esta falla conforma el contacto entre las unidades T1 y T2 y se prolonga desde el sur de Apartadó hasta proximidades de la desembocadura al mar del río Caimán Viejo. Dadas las deformaciones encontradas en el área de influencia de la falla, concentración de pequeños movimientos alineados, concentración de diaclasas, lineamientos topográficos y de drenajes, existe la posibilidad de que tenga actividad reciente, situación que podría representar una amenaza para el proyecto por la probable ocurrencia de un

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 66 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

evento sísmico. La falla San José, al Oriente de esta, hace parte del mismo sistema de fallas<sup>23</sup>.

Existen otras fallas y lineamientos igualmente con una dirección general N-S, que pueden tener influencia sobre el Municipio, pero sobre las que no se han realizado estudios de neotectónica que demuestren su actividad reciente (últimos 30.000 años). Es el caso de las fallas San Pedro, Murri-Mutatá, El Aguila y Murindó. Esta última relacionada con el sismo ocurrido en octubre de 1992 dentro del Municipio del mismo nombre.



<sup>23</sup> INSTITUTO DE ESTUDIOS REGIONALES. Plan de desarrollo de Urabá con énfasis en lo ambiental. Medellín: Universidad de Antioquia. 1994.

Figura 4.3. Estructuras geológicas del NW Colombiano  
Fuente: Adaptado de Gonzalez, 2001<sup>24</sup>

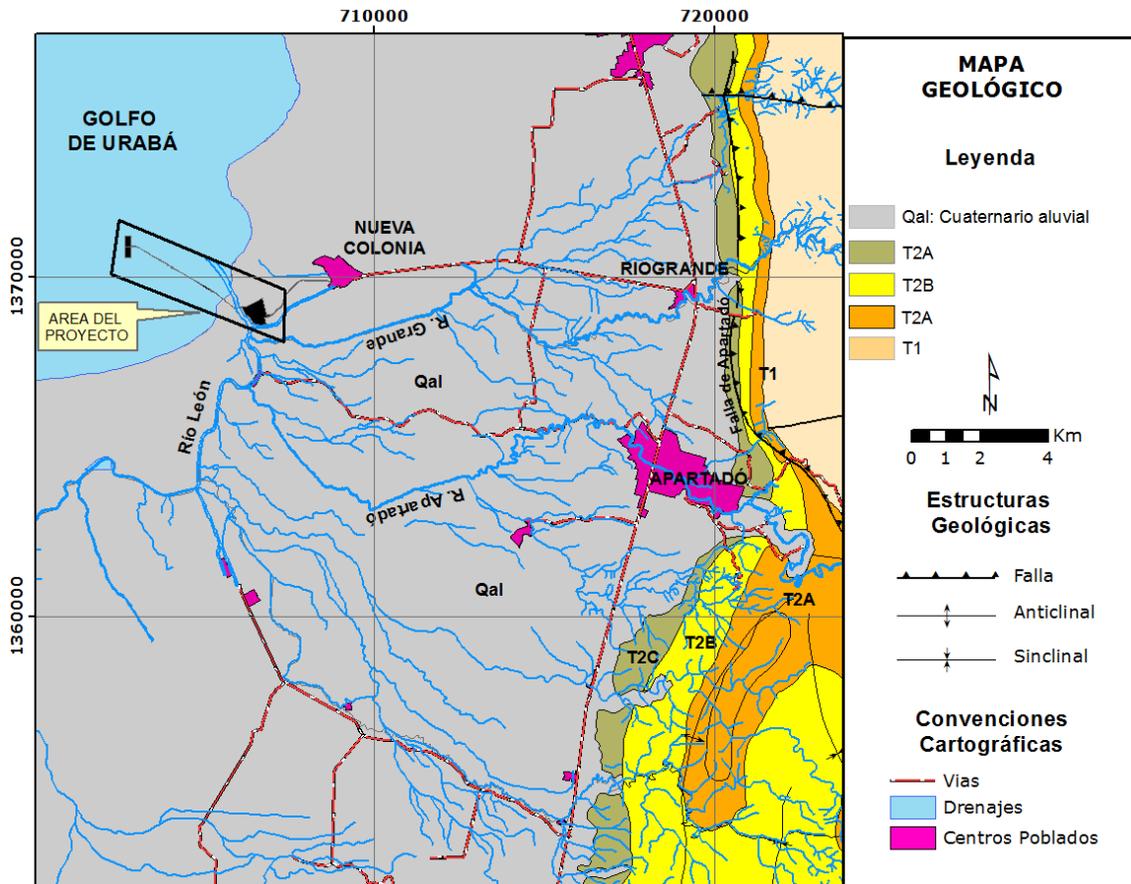


Figura 4.4. Mapa geológico generalizado del área del proyecto.  
Fuente: Adaptado de Servicio Geológico Colombiano (Antes INGEOMINAS), 1995<sup>25</sup>.

## Geoamenazas

De acuerdo a la definición que realiza la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres – EIRD, las amenazas geológicas son

<sup>24</sup> GONZALEZ, H. Mapa Geológico del Departamento de Antioquia. Memoria Explicativa. INGEOMINAS, Mapa escala 1:400000. 2001.

<sup>25</sup> SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO -SGC (ANTES INGEOMINAS). Evaluación de aguas subterráneas en la región de Urabá 1995.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 68 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Procesos o fenómenos naturales terrestres, que puedan causar pérdida de vida o daños materiales, interrupción de la actividad social y económica o degradación ambiental. La amenaza geológica incluye procesos terrestres internos (endógenos) o de origen tectónico, tales como terremotos, tsunamis, actividad de fallas geológicas, actividad y emisiones volcánicas; así como procesos externos (exógenos) tales como movimientos en masa: deslizamientos, caídas de rocas, avalanchas, colapsos superficiales, licuefacción, suelos expansivos, deslizamientos marinos y subsidencias. Las amenazas geológicas pueden ser de naturaleza simple, secuencial o combinada en su origen y efectos<sup>26</sup>.

Para alcanzar la seguridad del proyecto, es necesario identificar las amenazas geológicas que podrían ocurrir en el área del proyecto, y formular las estrategias y medidas que permitan enfrentarlas, ya sea a través de labores de prevención, mitigación de su impacto o acciones para revertir los efectos.

De acuerdo con el marco geológico del área donde se encuentra el proyecto, se identificaron amenazas por inundación, erosión costera, socavación lateral, diapirismo de lodos y sismos (ver Figura 4.5)

---

<sup>26</sup> ESTRATEGIA INTERNACIONAL PARA LA REDUCCIÓN DE DESASTRES- EIRD. [En Línea] <<http://www.eird.org/esp/terminologia-esp.htm>> [Consultado 21, junio, 2015].

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

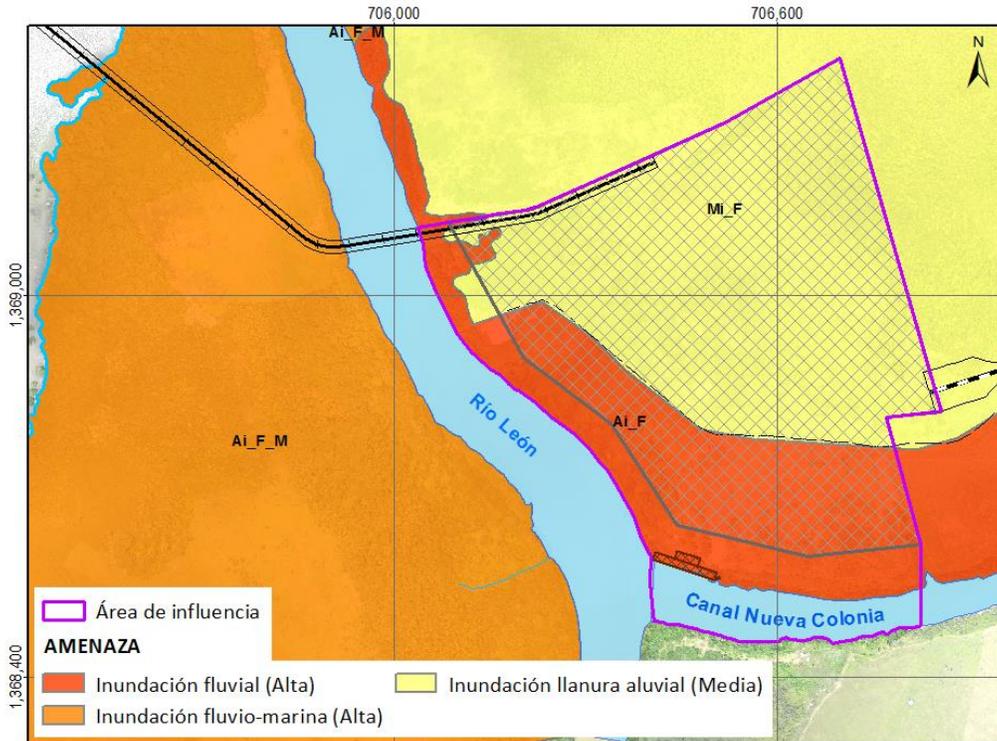


Figura 4.5. Geoamenazas identificadas en el área del proyecto  
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015.

### *Amenaza por inundación*

El área donde se erigirán las instalaciones portuarias se limita con el río León, es topográficamente muy baja, mal drenada y además está afectada por las fluctuaciones diarias de las mareas. Una inundación podría ocurrir en un escenario hipotético donde se presente una creciente del río León durante una marea alta. Esta amenaza se considera media, puesto que el predio donde se construirán las instalaciones se encuentra separado del río León por la presencia de un dique alto que lo protege de las posibles inundaciones. En las áreas adyacentes a la costa, así como a los drenajes naturales y artificiales se asignó una amenaza alta por inundación.

Adicionalmente, dentro de las medidas preventivas para proteger el terminal portuario de posibles inundaciones, se contempla que la construcción del mismo se haga en un terreno nivelado cuya cota de coronación en la zona más cercana a la orilla del río León sea al menos de 1.80-1.95 m.s.n.m. De esta forma se

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 70 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

garantizaría la protección frente a inundaciones asociadas a un caudal de retorno de 100 años.

#### *Amenaza por socavación lateral*

Es un proceso repetitivo donde el río trata de ampliar su cauce y la energía la utiliza en procesos de erosión lateral consiguiendo divagación, y desarrollo de meandros. Sobre la margen derecha del río León en el tramo que se localiza inmediatamente después aguas abajo de la boca del canal de Nueva Colonia (ver Figura 4.5), se presenta en la actualidad un proceso de socavación lateral que está afectando el lote donde se establecerán las instalaciones portuarias. Esta amenaza por estar activa y ocurrir en el área de influencia directa del proyecto se considera alta.

#### *Amenaza por diapirismo de lodo*

El fenómeno de diapirismo de lodo es bastante común en el área de los cinturones de Sinú y San Jacinto. En esta zona aparece el diapirismo como el factor deformante más importante. Buena parte del área se encuentra cubierta por derrames de lodo de los volcanes actuales y de volcanes preexistentes, ya erodados o dormidos. El área del proyecto se encuentra al Oeste de dichos cinturones (Figura 4.3) por lo que hay muy bajas probabilidades de la ocurrencia de un diapiro de lodo en el área del proyecto.

#### *Amenaza sísmica*

En general se entiende por amenaza sísmica a la probabilidad de que un sismo de cierta magnitud ocurra en una zona en un período futuro, las condiciones locales determinan la posibilidad de que se produzcan roturas superficiales por fallas, licuación de suelos y deslizamientos. Debido a que las principales causantes de los sismos son las fallas, las cuales son estructuras de cientos de kilómetros, estas pueden afectar grandes regiones.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 71 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

En ese sentido en el aparte “Rasgos estructurales”, se indicó que la Falla de Apartadó (Falla de Uramita), se encuentra aproximadamente a tan solo 13 Km al Este del proyecto. La aceleración pico efectiva ( $A_a$ ) corresponde, a las aceleraciones horizontales del sismo de diseño contempladas en las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-10), estas aceleraciones tienen una probabilidad de ser excedidas un 10% en un lapso de 50 años. El valor  $A_a$  es un parámetro que se utiliza para definir las cargas sísmicas de diseño que exige el reglamento de Construcciones Sismo Resistentes. En la Figura No. 5.4 se puede advertir que el área de influencia se encuentra en una zona de amenaza alta por sismos.

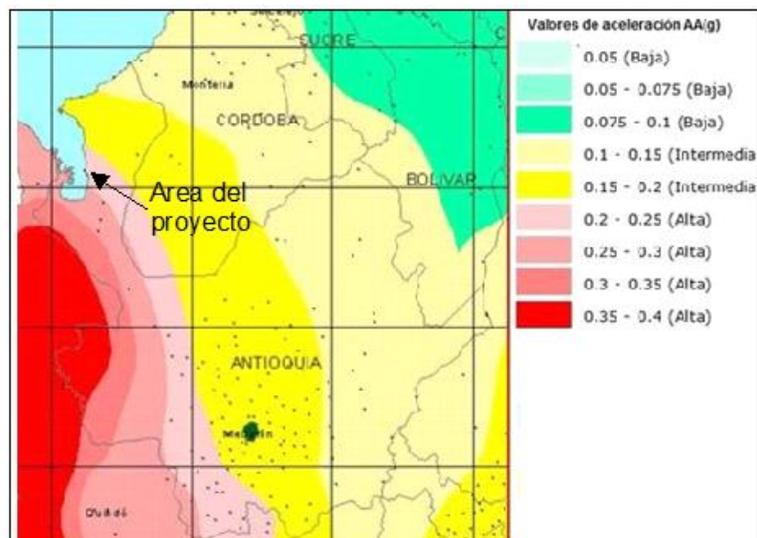


Figura 4.6. Fragmento del de amenaza sísmica en Colombia.  
Fuente: TECTOCLUB, 2011<sup>27</sup>.

#### 4.2.2 Geomorfología

Con el fin de poder conocer la intensidad de la dinámica de los procesos morfosedimentarios (erosivos y sedimentarios) que actúan sobre las diferentes unidades geomorfológicas, se procedió a realizar un análisis multitemporal con la ayuda de fotografías aéreas del IGAC de los años 1983 y 1989, las que fueron georreferenciadas, fotografías aéreas del área del proyecto tomadas en 2014, imágenes Google Earth 2010 y 2014, levantamientos de la línea de costa de los

<sup>27</sup> TECTOCLUB2011. [EN LÍNEA] <<https://tectoclub2011.wikispaces.com/Tectonica+de+Placas+Aplicada+a+Colombia>> [Consultado julio, 18, 2015]

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 72 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

años 1994, 2004 y 2007. En la Figura 4.7, se puede apreciar sobre cuales geformas se presentan los principales procesos morfodinámicos.

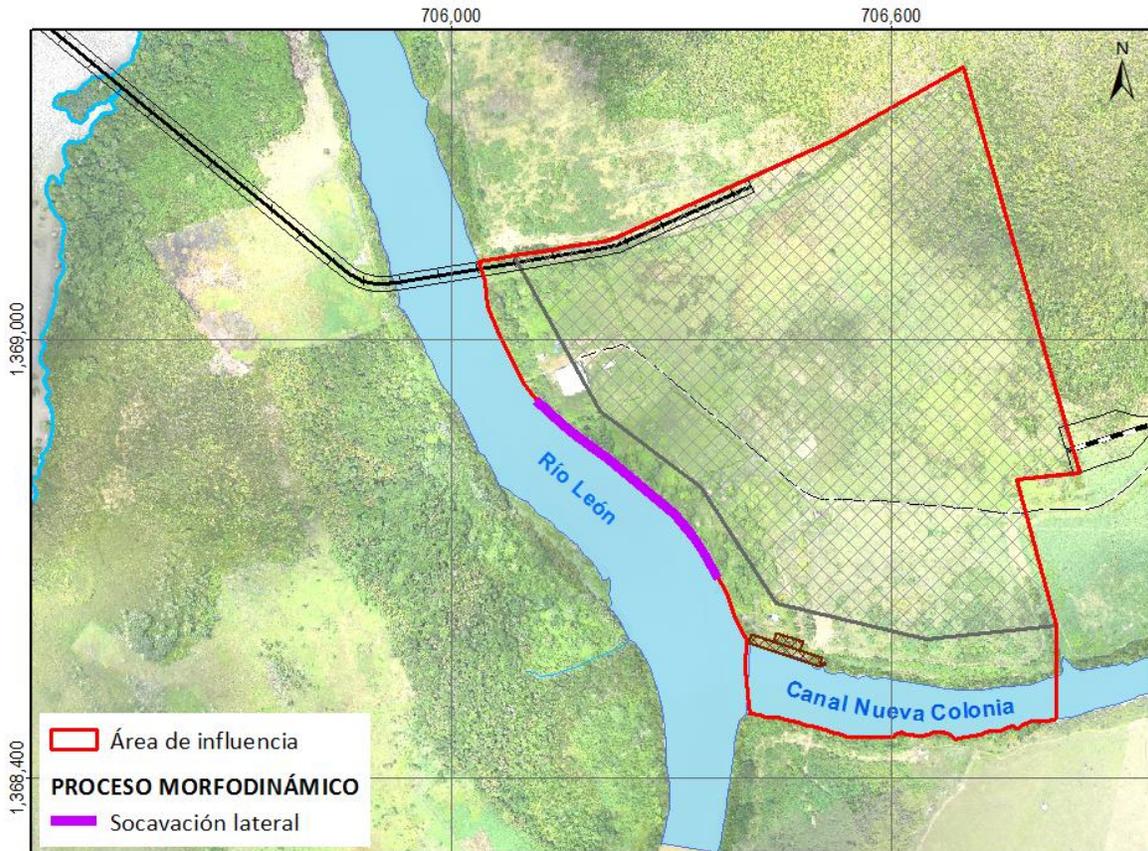


Figura 4.7. Procesos morfodinámicos en el área de estudio.  
Fuente: Aqua y Terra Consultores Asociados S.A.S., 2016.

### Procesos fluviales:

A pesar de las intervenciones de las que ha sido objeto y del incremento en la carga de sedimentos, el cauce del río León ha permanecido con pocos cambios desde 1983 hasta 2015. Sin embargo, sobre la margen derecha, en el tramo que se localiza aguas abajo de la confluencia del canal Nueva Colonia con el río León, se presenta en la actualidad un proceso de socavación que está afectando el lote donde se establecerán las instalaciones portuarias. Éste proceso de socavación

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 73 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

ha ocasionado un ensanchamiento de la sección hidráulica que paso de 95 m en 1983 a 156 m en la actualidad. (Ver Figura 4.7).

Este cambio en las dimensiones del cauce afecta los procesos en este tramo del río, originando un fuerte proceso sedimentario en la margen izquierda en donde se ha conformado una barra de sedimentos. Una sección hidráulicamente eficiente mantiene un equilibrio entre el caudal y la magnitud de sedimentos que la corriente es capaz de transportar, este tipo de sección se logra cuando las dimensiones de la sección alcanzan la relación mínima ancho – profundidad<sup>28</sup>, puesto que la relación entre las dimensiones profundidad y ancho de la sección contra su capacidad de transporte son inversamente proporcionales, en la medida en que la sección se haga más ancha o más profunda su capacidad de transporte disminuirá.

#### 4.2.3 Hidrología

De manera regional, los sistemas lóticos presentes en el área se observan en la Figura 4.8. El proyecto se encuentra ubicado sobre la orilla este del río León, aproximadamente a 2,3 km de su desembocadura en Bahía Colombia sector sur del Golfo de Urabá.

---

<sup>28</sup> DUNNE T., LEOPOL, L. Fluvial Geomorphology and River Quality are Used in Environmental Planning. Macmillan, Science, 1978. 818 p.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	 Página 74 de 177
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:



Figura 4.8. Ríos que desembocan en el golfo de Urabá.  
 Fuente: ARAÚJO IBARRA & ASOCIADOS S.A., 2009.<sup>29</sup>

El Golfo de Urabá recibe un elevado aporte hídrico, que es directamente responsable de los procesos de sedimentación que se dan en esta cuenca. Sus afluentes conforman un complejo sistema fluvial compuesto principalmente por 10 ríos que drenan sus aguas en diferentes puntos del Golfo (Tabla No. 5.13).

<sup>29</sup>ARAÚJO IBARRA & ASOCIADOS S.A. Estudio de factibilidad para el puerto de Bahía Colombia. 23 de abril de 2009.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 75 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

Tabla 4.1. Sistema fluvial del golfo de Urabá: caudal y área de la cuenca de los ríos.

Río	Caudal medio (m <sup>3</sup> /s)	Área de la cuenca (km <sup>2</sup> )
Atrato	4.750,00	35.700
León	40,00	2.250
Suriquí	20,00	71
Turbo	5,50	95
Caimán Viejo	4,00	97
Caimán Nuevo	3,70	85
Bobal	3,50	59
Necolí	3,50	0
Guadualito	2,30	0
Currulao	2,10	0

Fuente: SENER. Estudio de viabilidad del desarrollo del sistema portuario en Urabá. 2007.

Para el área relacionada con el proyecto, los sistemas lóticos de interés identificados son: el río León como sistema lótico natural y el canal Nueva Colonia como sistema lótico artificial. La localización de la red hidrográfica presente en el área de influencia puede observarse en el Anexo 1, mapa MOD\_LA\_PTO\_ANT\_18\_Hidrología. A continuación, se describen ambos sistemas y sus principales características.

#### *Río León*

El río León tiene una cuenca con un área aproximada de 2.250 km<sup>2</sup>, recorre aproximadamente 83 km desde su nacimiento en las estribaciones suroccidentales de la serranía de Abibe, al norte del municipio de Mutatá, hasta su desembocadura en Bahía Colombia.

El río León recibe los aportes de los ríos Carepa, Apartadó, Chigorodó, Zungo, Vijagual y Grande. Casi todos estos afluentes se caracterizan por presentar una segmentación altitudinal muy similar: En sus cabeceras se comportan como corrientes de montaña con regímenes torrenciales e inestabilidad potencial de sus cañones; luego atraviesan zonas de terrazas y colinas desarrollando estrechos valles aluviales en el piedemonte de la serranía hasta alcanzar, finalmente, la planicie aluvial del León en donde se desdibujan en muchos brazos formando una red muy compleja<sup>30</sup>.

<sup>30</sup> COLOMBIA. MUNICIPIO DE TURBO. Plan de Ordenamiento Territorial: diagnóstico físico-ambiental. Turbo, 2000. Libro 1. Parte 1. Página 31.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 76 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

La distribución de caudales del río León y de sus afluentes es bimodal. Durante los meses más lluviosos de septiembre y octubre, se presentan episodios de desbordamiento con valores medios de caudal superiores a 100 m<sup>3</sup>/s, superando por varios días la capacidad de las secciones transversales que, en el tramo aluvial de la estación de Barranquillita, está entre 180 y 200 m<sup>3</sup>/s. Durante el periodo menos lluvioso correspondiente a los meses de enero a marzo, los caudales son inferiores a 30 m<sup>3</sup>/s con un mínimo mensual en marzo de 16 m<sup>3</sup>/s (ver Figura 4.9)<sup>31</sup>.

Los rendimientos durante los primeros meses del año son del orden de 20 l/s/km<sup>2</sup>, frente a valores que superan los 120 l/s/km<sup>2</sup> en el periodo más húmedo. Esto ocurre debido a que durante este último periodo se establece una continuidad hidrológica en los sistemas de humedales del Bajo Atrato y el León, aumentando así la escorrentía superficial en la cuenca<sup>32</sup>.

El caudal medio anual en el río Villarteaga (parte alta del río León) es de 18 m<sup>3</sup>/s, mientras que en Barranquillita es de 70,8 m<sup>3</sup>/s, lo que implica un rendimiento hídrico medio para la cuenca que varía de 135 a 93 l/s/km<sup>2</sup>, valores considerados altos (ver Figura 4.9 y Figura No. 5.32)<sup>33</sup>.

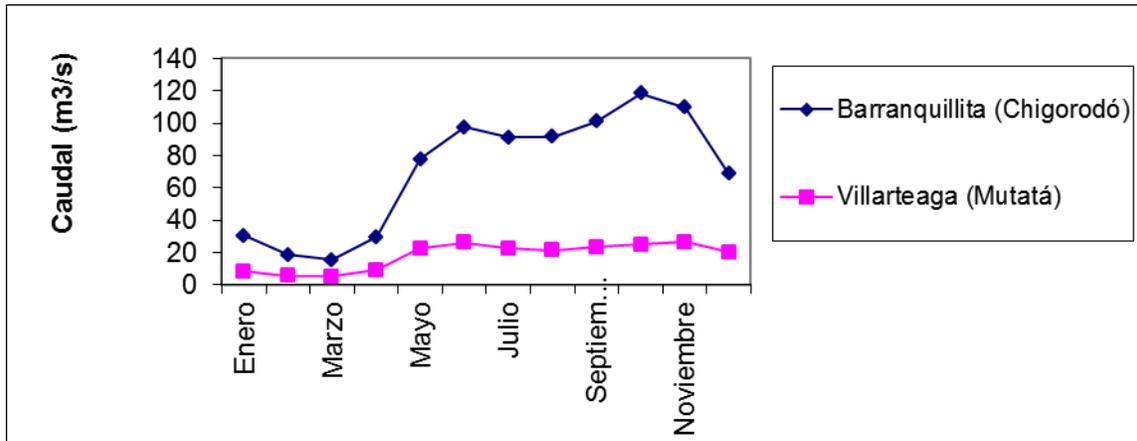


Figura 4.9. Caudales medios mensuales del río León (Estaciones Barranquillita y Villarteaga)  
Fuente: POT Turbo, 2000.<sup>34</sup>

<sup>31</sup> Ibid.

<sup>32</sup> Ibid.

<sup>33</sup> Ibid.

<sup>34</sup> Ibid.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 77 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

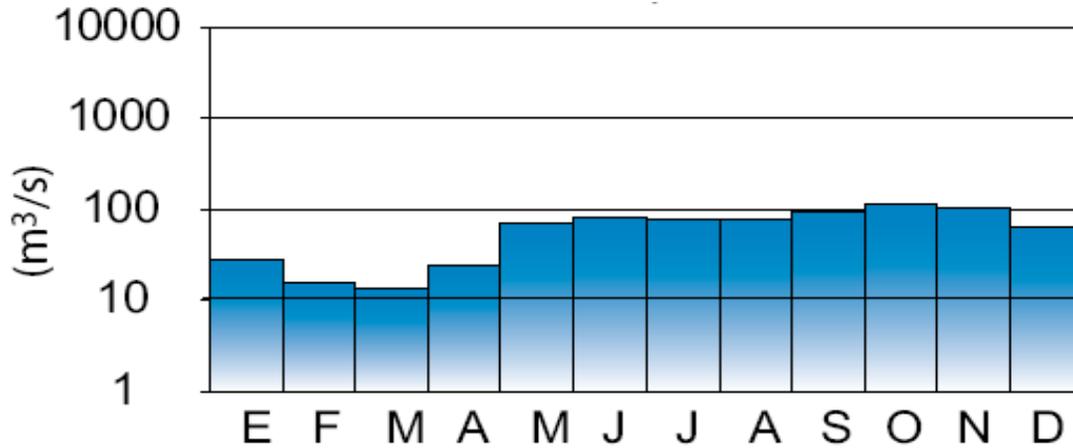


Figura 4.10. Caudales medios mensuales del río León - Estación Barranquillita (1989-1993)  
Fuente: INVEMAR y GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA. Atlas del golfo de Urabá, 2007.<sup>35</sup>

Del estudio del INAT en 1995, sobre caudales mínimos o de sequía se estima, que en el sitio de la estación Barranquillita, el río León se seca completamente una vez en 67 años, mientras que el mínimo promedio que se presenta con un período de retorno de un año es alrededor de 13,9 m³/s.

El caudal medio multianual del río León es de 70 m³/s, dato calculado en la estación de Barranquillita (IDEAM). La localización de esta estación se encuentra aguas arriba de la desembocadura, la cual no considera la descarga de afluentes como: Carepa, Chigorodó, Apartadó y Zungo. A continuación, en la Figura 4.11, se relaciona el cálculo de caudales promedios diarios estimados por Roldán (2008).

35 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS JOSÉ BENITO DE ANDREÍIS (INVEMAR) y GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA. Atlas del golfo de Urabá: una mirada al Caribe de Antioquia y Chocó. Series de publicaciones especiales n° 12. Santa Marta: 2007. 180 páginas. ISBN 978-958-98104-3-9

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 78 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

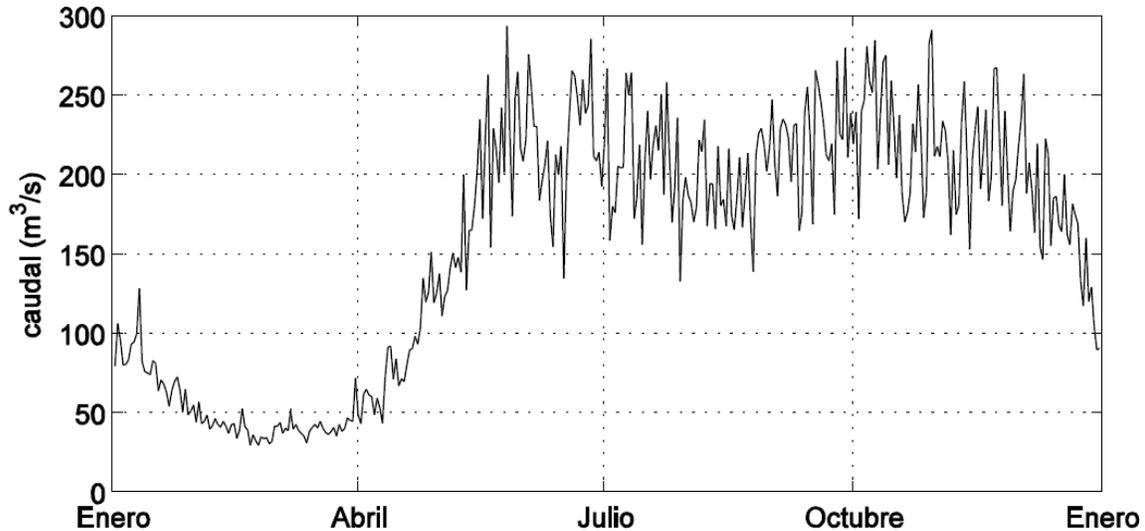


Figura 4.11. Ciclo anual de caudales diarios del río León.  
Fuente: ROLDAN, 2008

Teniendo en cuenta las características del proyecto, en donde el río León será empleado para la captación de aguas superficiales y vertimiento de aguas residuales y a la ausencia de intervención directa sobre sus márgenes, se espera que esta corriente no presente alteraciones en su régimen natural en relación a la temporalidad y áreas de inundación.

### *Canal Nueva Colonia*

El Canal Nueva Colonia fue construido en 1974 por la empresa maderera Maderas del Darién, con el fin de transportar el producto de su explotación. A través del tiempo ha sido empleado por diversas empresas para el transporte de productos maderables y frutas (banano de exportación). La primera empresa bananera que utilizó el canal fue Frutera de Sevilla y actualmente el canal es empleado para sacar el producto bananero por empresas como Banacol y Uniban.

La principal fuente de recarga del Canal Nueva Colonia es el río León. La longitud del canal es de aproximadamente 31 km y tiene un ancho mínimo de 30 m y un máximo de 90m en la su confluencia con el río León (ver Figura 4.12).

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 79 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

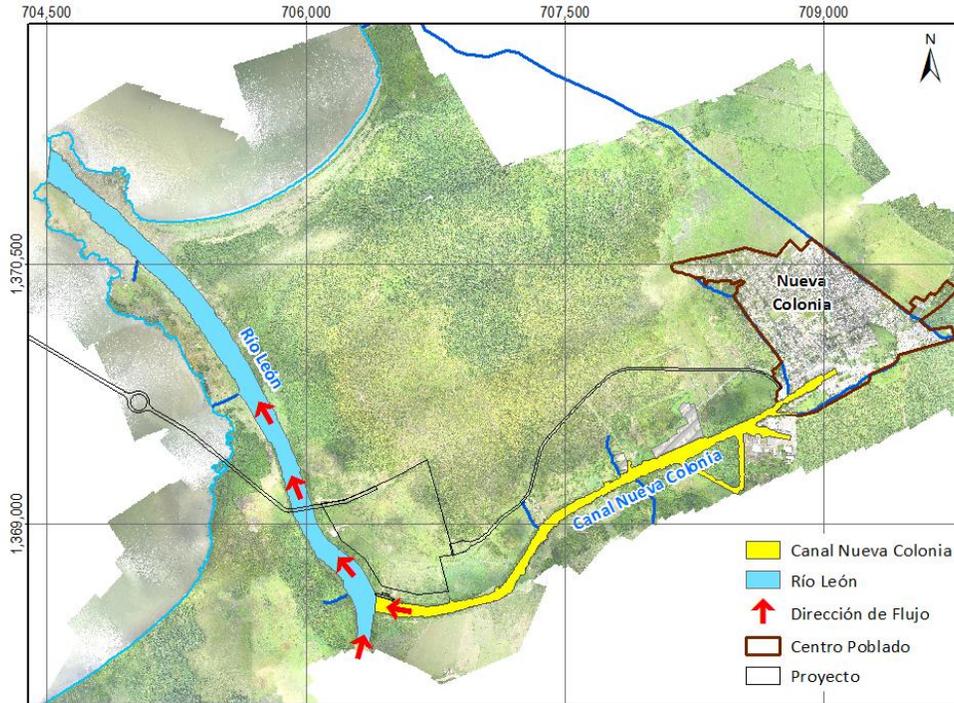


Figura 4.12. Confluencia del Canal Nueva Colonia con el río León.  
Fuente: Elaborado por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

### *Complejos de humedales, pantanos y manglares*

En el área de influencia del proyecto y áreas directas de intervención no hay presencia de Humedales o Pantanos. Sin embargo, cabe resaltar que durante época de lluvia pueden presentarse zonas o áreas anegables.

A nivel regional se encuentra declarado el Parque Natural Regional de los Humedales entre los Ríos León y Suriquí, ubicado en el golfo de Urabá, al noroccidente del departamento de Antioquia. Dentro del área de influencia del PGRMV no se identificaron bosques de manglar.

### *Áreas de inundación*

De acuerdo a los resultados de la caracterización geomorfológica, el área de influencia del proyecto se encuentra enmarcada en las planicies aluviales inundables del río León, la superficie tiene una topografía plana, muy baja, mal drenada y además está afectada por las fluctuaciones diarias de las mareas. E

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 80 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

esta zona el relieve local no sobrepasa un metro, como resultado de la acumulación de los sedimentos de edad reciente que han sido transportados por los drenajes que corren por el flanco occidental de la Serranía de Abibe.

Las características mencionadas anteriormente hacen que esta zona sea susceptible a inundaciones por una creciente del río León lo cual, sumado a una marea alta, podría incrementar las probabilidades de inundación. Para la zona del proyecto se considera como una amenaza media, puesto que el predio donde se construirán las instalaciones se encuentra separado del río León por la presencia de un dique alto que lo protege de las posibles inundaciones. Por otro lado, en las áreas adyacentes a la costa y a los drenajes naturales y artificiales, se asignó una amenaza alta por inundación (ver Figura 4.5).

Adicionalmente, la región de Urabá, de acuerdo al *Análisis de vulnerabilidad y susceptibilidad del territorio frente al cambio climático* presentado en el sistema de información de alertas tempranas - Tremarctos, se encuentra en un área susceptible a inundaciones (ver Figura 4.13).<sup>36</sup>

<sup>36</sup> RODRÍGUEZ-MAHECHA, J.V., ARJONA-HINCAPIÉ, F., MUTO, T., URBINA-CARDONA, J.N., BEJARANO-MORA, P., RUIZ-AGUDELO, C., DÍAZ GRANADOS, M.C., PALACIOS, E., MORENO, M.I., GÓMEZ, A. y. GEOTHINKING LTDA. 2015. Ara Colombia. Sistema de Información Geográfica para el Análisis de la Gestión Institucional Estatal (Módulo OtusColombia) y la Afectación a la Biodiversidad Sensible y al Patrimonio Cultural (Módulo Tremarctos-Colombia). Versión 2.0 (28; 01; 2013) Conservación Internacional-Colombia & Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Sistema de información en línea disponible en <http://www.tremarctoscolombia.org/> [Citado el 13 de octubre de 2015].

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 81 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

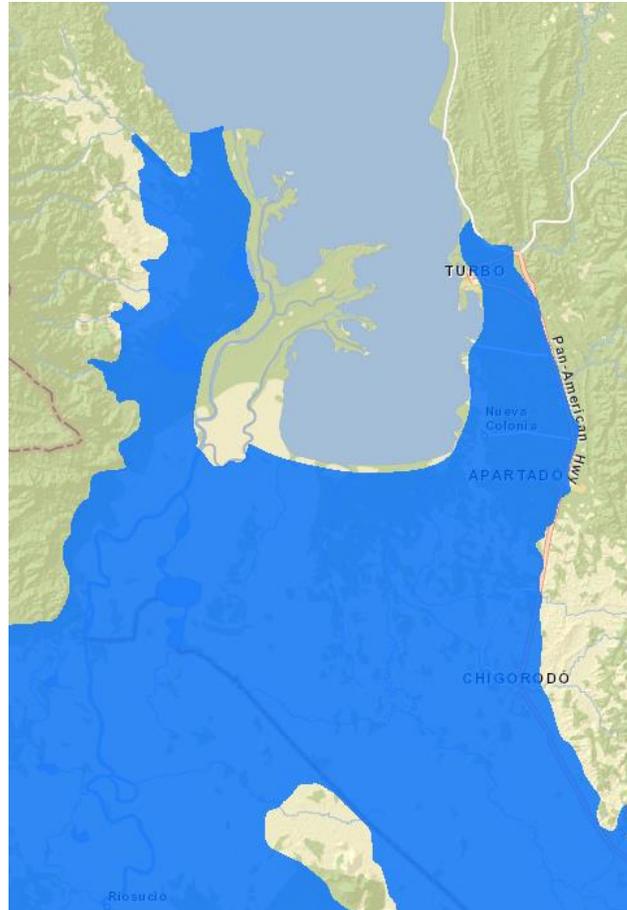


Figura 4.13. Áreas susceptibles a inundación en el Golfo de Urabá.  
Fuente: Tremarctos<sup>37</sup>

### *Cota de inundación del proyecto*

Para determinar la cota de inundación en la zona de proyecto fue necesario determinar los caudales máximos en la corriente del río León. Una vez determinados estos caudales se calcularon los niveles del río para diferentes periodos de retorno.

Posteriormente, con base en las restituciones aerofotogramétricas del IGAC y de caracterizaciones de campo, se definieron las características morfológicas de la cuenca referida y de sus áreas de drenaje, que sirvieron para determinar los

<sup>37</sup> Cit. Op.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 82 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

caudales máximos instantáneos en la cercanía al sitio de proyecto para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años (ver Tabla 4.2)

Tabla 4.2. Prueba de homogeneidad regional – Caudales máximos instantáneos anuales

Caudales máximos instantáneos en el sitio del proyecto		
Periodo de retorno (años)	Caudal estación (m <sup>3</sup> /s)	Caudal sitio del proyecto (m <sup>3</sup> /s)
2	211.72	235.54
5	321.29	357.45
10	394.18	438.54
20	464.06	516.28
50	554.13	616.49
100	621.69	691.65

Fuente: Aqua y Terra Consultores Asociados S.A.S., 2016.

Con la caracterización hidrológica en la zona de proyecto se definieron los coeficientes de rugosidad para el cauce, adicionalmente, a partir de los levantamientos topográficos y batimétricos, con secciones transversales de la corriente en el sitio de proyecto se calcularon las características hidráulicas y geométricas de la corriente en los eventos de creciente determinados. Para esto se usó del software HEC-RAS (Hydrologic Engineering Centers River Analysis System) con el cual se calcularon: radio hidráulico, perímetro mojado, área hidráulica, velocidad promedio del agua, lámina de agua y nivel de agua.

A partir de lo anterior se pudo determinar que el nivel de inundación calculado por la metodología de la prueba de homogeneidad regional es de 1.55 m.s.n.m. en la intersección del canal Nueva Colonia con el río León (abscisa 3040, ver Figura 4.14) y teniendo en cuenta un periodo de retorno de 100 años. De igual forma, pudo establecerse que la profundidad de flujo en el mismo punto es de 4.60 m.

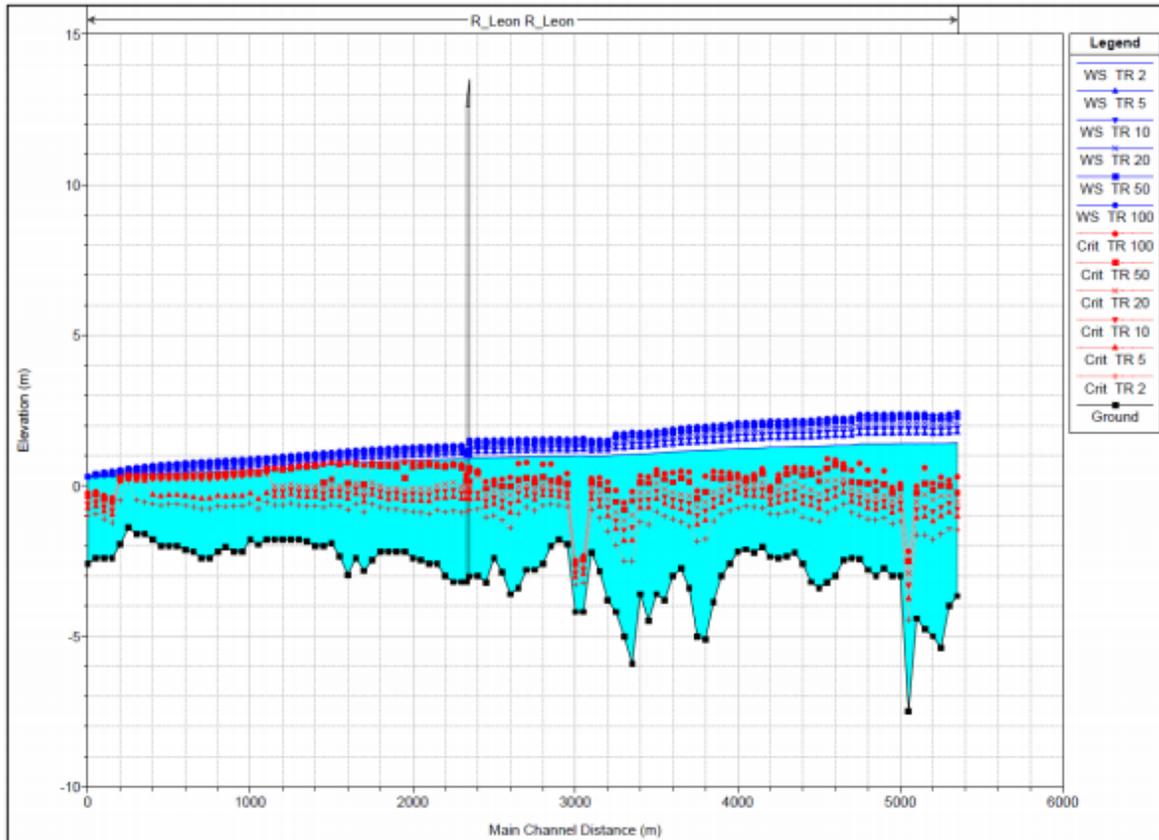


Figura 4.14. Simulación de cota de inundación – Perfil longitudinal río León.  
Fuente: Aqua y Terra Consultores Asociados S.A.S., 2016.

#### 4.2.4 Geotecnia

Los estudios y análisis de la información geotécnica realizados por Edifica Colombia (2015)<sup>38</sup> se realizaron para la etapa de diseño conceptual e incluyeron, entre otros, 10 perforaciones entre 70 m y 100 m de profundidad, de las cuales siete (7) se encuentran en agua y tres (3) en tierra. Además de esto se hicieron cuatro (4) piezoconos CPTu, dos (2) en agua y dos (2) en tierra. A continuación, en la Figura 4.15, se presentan los puntos en tierra que son los de importancia para el presente PGRMV (los demás puntos corresponden a las zonas donde estarán ubicados el viaducto y el terminal marítimo) y en el mapa

<sup>38</sup> EDIFICA COLOMBIA LDTA, PIO S.A.S, PUERTO ANTIOQUIA. Estudio Geotécnico para ingeniería conceptual. Terminal Portuario Puerto Antioquia. Bogotá D.C, 2015.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

MOD\_LA\_PTO\_ANT\_27\_Geotecnia se presenta la localización de todos los puntos de exploración, tanto en tierra como en agua.

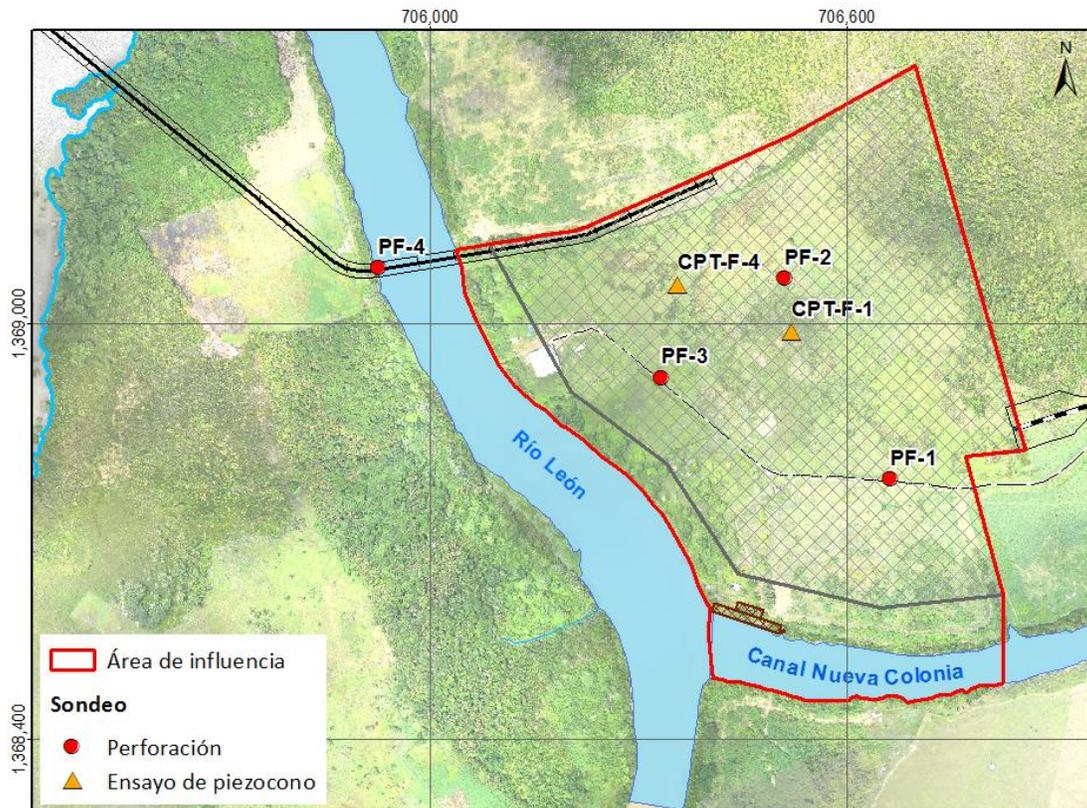


Figura 4.15. Localización de los puntos de exploración geotécnica.  
Fuente: Aqua y Terra Consultores Asociados S.A.S., 2016.

En total se ejecutaron 5 perforaciones con equipo mecánico realizando toma de datos con equipos tipo CPT (Cone Penetration Test), SPT (Estándar Penetration Test), VST (Vane Shear Test), en las perforaciones realizadas también se tomaron muestras alteradas e inalteradas. Las muestras obtenidas en la exploración cumplieron un programa de ensayos en laboratorio de suelos para su descripción visual y geomecánica.

Las perforaciones alcanzaron profundidades entre los 70 y 100 metros, contados a partir del nivel medio del mar. En la Tabla 4.3 se presentan las profundidades alcanzadas en la exploración, así como el espesor de la lámina de agua en cada punto de control o perforación.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 85 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Tabla 4.3. Localización y profundidades de los puntos de perforación.

PUNTO	COLUMNA DE AGUA (m)	COLUMNA DE SUELO (m)	PROFUNDIDAD DE PERFORACIÓN (m)
PF-1	0.0	70.0	70.0
PF-2	0.0	80.0	80.0
PF-3	0.0	80.0	80.0
CPT-F1	0.0	35.0	35.0
CPT-F4	0.0	38.0	38.0

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015 con información de Edifica Colombia Ltda, 2015.

A las muestras recuperadas en las perforaciones se les realizaron los siguientes ensayos de laboratorio:

- ✓ Humedad natural
- ✓ Límites de consistencia
- ✓ Pesos Unitarios
- ✓ Compresión inconfiada
- ✓ Granulometría y tamizado
- ✓ Consolidación
- ✓ Cortes directos
- ✓ Triaxiales
- ✓ Columna Resonante
- ✓ Bender Element

#### *Zonificación geotécnica de los materiales*

Con los resultados de ensayos de penetración estándar, ensayos de penetración con cono holandés, ensayos de corte con veleta de campo, compresiones inconfiadas, ensayos de corte directo, y triaxiales sobre las muestras recuperadas, se realizó la zonificación geotécnica basada en características resistentes del material del subsuelo siguiendo las siguientes premisas presentadas en la Tabla 4.4:

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 86 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

Tabla 4.4. Clasificación Geotécnica del material del subsuelo acorde a resistencia a la penetración (Suelos principalmente Granulares) y Resistencia al Corte no drenado (Suelos Principalmente cohesivos)

Nomenclatura	Clasificación Geotécnica del Material (Consistencia/Densidad Relativa)	Resistencia a la Penetración Estandar (Nspt)	Resistencia al Corte no Drenado (Su) (Kg/cm2)	Código de Colores
1	<b>(Muy Blando/Muy Suelto)</b> - Depósito fluviomarino principalmente lodolitas, con material arcillo limoso, e intercalaciones de arena. Humedad y plasticidad alta.	Nspt < 2 golpes	Su < 0,25	
2	<b>(Blando/Muy Suelto)</b> - Depósito fluviomarino arcillo limoso, con intercalaciones de arena. Humedad y plasticidad alta.	2 < Nspt < 4 golpes	0,25 < Su < 0,50	
2	<b>(Poco compacto/Suelto)</b> - Arcilla Limosa de alta plasticidad, humedad media a baja.	4 < Nspt < 8 golpes	0,50 < Su < 1,00	
3	<b>(Compacto/Densidad Media)</b> - Arcilla limo arenosa, plasticidad media, humedad media a baja.	8 < Nspt < 15 golpes	1,00 < Su < 2,00	
4	<b>(Muy Compacto/Densidad Media)</b> - Arena limosa, con intercalaciones de arcillas, humedad media.	15 < Nspt < 30 golpes	2,00 < Su < 4,00	
6	<b>Duro/Denso a muy denso</b> - Arenas con matriz arcillosa, humedad media.	Nspt > 30 golpes	Su > 4.00 Kg/cm2	

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

En la Figura 4.16 se presenta la zonificación geotécnica para el área de influencia del proyecto, de acuerdo con la información de las perforaciones geotécnicas las cuales se clasificaron con los resultados de la resistencia a la penetración estándar y la resistencia al corte no drenado

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 87 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

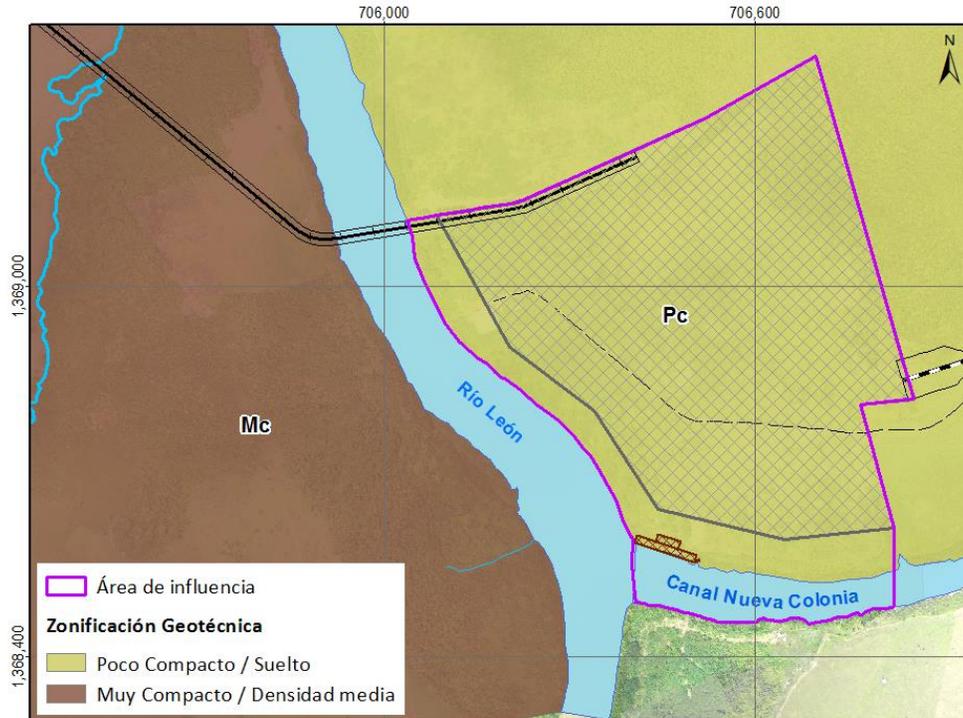


Figura 4.16. Zonificación geotécnica.  
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2016

### *Estratigrafía del terreno*

En las perforaciones en tierra, se encontró una gran capa de arcillas y limos muy blandos hasta los 32 a 45 m de profundidad, posteriormente una capa de arcillas con arena más firmes, (32 metros y los 55 metros), para llegar al estrato de arenas sueltas a densas (entre los 55 metros y los 60 metros) detectado en PF-1 cuyo espesor varía lateralmente hasta desaparecer, finalmente se encuentra una nueva capa de arcillas entre muy firmes a duras (entre los 60 metros y los 80 metros). Se detectó presencia de agua artesiana en los estratos inferiores.

La parte media y superior de los estratos explorados corresponden con suelos normalmente consolidados o sub-consolidados. Los ensayos CPT-F-1 y CPT-F-4 realizados en tierra muestran relaciones de sobreconsolidación cercanas a uno, lo cual quiere decir que el suelo está soportando hoy el máximo esfuerzo efectivo al que ha sido sometido en toda su historia, lo cual lo hace particularmente compresible en alto grado.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 88 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

### *Nivel piezométrico*

En las perforaciones en tierra donde se detectó la presencia de agua artesiana se instalaron piezómetros tipo Casagrande que fueron medidos diariamente durante el tiempo que duró la exploración del subsuelo desde que fueron instalados.

Estos piezómetros deben tratar de mantenerse operacionales durante las etapas de estudios y diseños y también durante las etapas de construcción y operación del puerto ya que permitirán evaluar la efectividad de los sistemas que se apliquen para mejoramiento del terreno.

En la Perforación PF-2 se tomó una muestra de agua y se le realizó una caracterización fisicoquímica, en la Tabla 4.5 se presentan los resultados de dicha caracterización.

Tabla 4.5. Caracterización de agua artesiana

Variable	Resultado
Cobre	<0,05 mg/L
Color	< 5 UPC
Contenido de Cromo	<0,05 mg/L
DBO	11 mg/L
E Coli	10,8x10 <sup>2</sup> NMP/100ml
Hierro Total	17,4 mg/L
Mercurio	<0,002 mg/L
Olor	Aceptable
Plomo	<0,02 mg/L
Sabor	Aceptable
Sólidos totales	3.030 mg/L

Fuente: Edifica Colombia Ltda., 2015.

### *Análisis de respuesta sísmica local*

#### - Amenaza sísmica

El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo-Resistente NSR-10 clasifica Nueva Colonia como una zona de riesgo sísmico alto. Los parámetros de aceleración máxima efectiva del terreno y la velocidad pico efectiva para una probabilidad de 10% de excedencia durante un período de 50 años son  $A_a=0.35$  y  $A_v=0,1$  respectivamente.

#### - Espectro de respuesta sísmica local

Los análisis realizados mostraron que el espectro de respuesta de las señales de salida de los análisis corresponde a un amortiguamiento del 5%. Los análisis se

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 89 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

basaron en una probabilidad del 10% en un período de 50 años, es decir un período de retorno de 475 años.

- Análisis de licuefacción

Solo una de las 3 perforaciones realizadas en tierra, la PF-1 muestra estratos licuables en la parte superior del perfil hasta 2 m de profundidad. El estudio geotécnico detallado que se realice para el puerto con un mayor número de perforaciones dará más información sobre la extensión lateral de este estrato arenoso suelto, o la presencia de otros lentes similares. Dependiendo de la extensión de los estratos arenosos, puede ser necesario utilizar medidas de densificación.

#### 4.2.5 Suelos, cobertura y usos del suelo

Las unidades cartográficas de suelos identificadas en el área de influencia del proyecto (ver Figura 4.17 y mapa MOD\_LA\_PTO\_ANT\_14\_Suelos) se encuentran localizadas sobre el clima cálido muy húmedo y cálido húmedo y están descritas en la leyenda de suelos, la cual se presenta en la Tabla 4.6.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

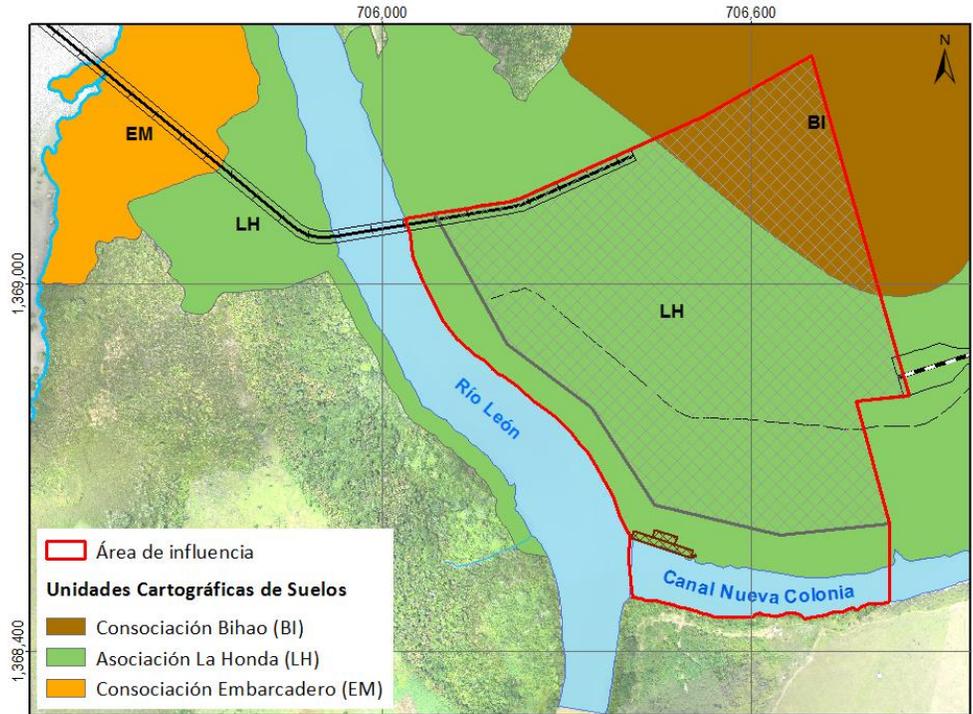


Figura 4.17. Unidades cartográficas de suelos (UCS) en el área de influencia.  
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2016.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>			
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>		Página 91 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión:	

Tabla 4.6. Suelos dentro del área de influencia del proyecto.

Descripción					Taxonomía							
Clima	Paisaje	Tipo de Relieve	Forma del terreno	Litología y/o sedimentos	Orden	Sub orden	Gran grupo	Sub grupo	Nombre UCS	Simbología	Fases	Área (Ha)
Cálido muy húmedo	Planicie de llanura	Plano de inundación	Plano de inundación activo río de meándrico	Depósitos de materia orgánica con sedimentos finos.	Histosol	Hemists	Haplohemists	Hydric Haplohemists	CONSOCIACIÓN BIHAO	BI	a	154,9
				Sedimentos mixtos aluviales y lacustrinos actuales y recientes	Entisol	Aquents	Fluvaquents	Fluvaquentic Endoaquepts	ASOCIACIÓN LA HONDA	LH	a	136,8
Cuerpo de Agua (Río León)										CA		12,5

Fuente: IGAC, adaptado por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 92 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

*Suelos de la planicie fluvio lacustre y planicie aluvial localizados en clima cálido muy húmedo*

Estos suelos se han desarrollado sobre un solo tipo de relieve clasificado como plano de inundación, con pendientes que varían del 0 – 3 % ligeramente plana, con altitudes comprendidas entre 0 – 50 m; el clima es cálido muy húmedo y corresponde a la zona de vida de Bosque Húmedo Tropical (bh-T) según Holdridge.

En general, los materiales parentales que han dado origen a los suelos corresponden a depósitos cuaternarios inconsolidados de origen aluvial y/o coluvial, están constituidos por sedimentos de texturas finas como limos y arcillas. Sobre las orillas del río León se puede apreciar materia orgánica en descomposición (ver Fotografía 4.1). La geofoma está sujeta a inundaciones y encharcamientos prolongados, estrechamente relacionados con la época de lluvias.



Fotografía 4.1. Suelos de texturas finas con depósitos de materia orgánica.  
Fuente Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 93 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

- Consociación Bihao (BI)

La unidad está localizada geomorfológicamente en paisaje de la planicie de origen fluvio lacustre y aluvial y el tipo de relieve es el plano de inundación. El relieve es plano a ligeramente plano, con pendientes inferiores al 3%. La unidad está afectada por inundaciones y encharcamientos periódicos y prolongados. Los suelos se han desarrollado a partir de aluviones finos y de culminaciones de materia orgánica; son superficiales, limitados por el nivel freático fluctuante que permanece cerca de la superficie; las texturas son medias y finas y la fertilidad alta. Esta unidad cartográfica dentro del área de estudio conserva la vegetación natural, con especies de palma (*Euterpe oleracea*), helecho (*Acrostichum aureum*) y platanillo, formando la cobertura de palmares también llamados “Naidizales”. Esta unidad de suelos abarca un área de 154,9 hectáreas dentro del área de influencia del proyecto.

La consociación está formada por los suelos *Hydric Haplohemists* en un 75%; hay inclusiones de Typic Endoaquents (20%); el 5% restante son áreas de playones.

Se representa por la fase:

Bla: Consociación Bihao, fase plana

*Hydric Haplohemists*

Estos suelos han derivado de sedimentos orgánicos que sepultan aluviones finos y medios, presentan un drenaje natural pobre a pantanoso. Los análisis químicos muestran una reacción fuertemente ácida asociada a los procesos de descomposición de materia orgánica, la CIC es muy alta, las bases totales y la saturación de bases es muy alta, al igual que el carbón orgánico en la capa superficial y media del subsuelo. El fósforo asimilable es medio.

Los suelos de esta Consociación presentan epipedón hístico, grado medio de descomposición del material orgánico y presencia de horizontes saturados con

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 94 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

agua razón por la cual pueden ser clasificados dentro del subgrupo de *Hydric Haplohemists*<sup>39</sup>.

### *Typic Endoaquents*

También poseen un drenaje natural pobre a pantanoso, con texturas moderadamente finas y una alta fertilidad.

El perfil representativo tiene la secuencia de horizontes A-C. El horizonte superficial A tiene una textura franca y sin estructura. Mientras que el horizonte C posee una textura franco arcillosa, también sin estructura.

Químicamente los suelos de este tipo tienen reacción fuertemente ácida, con CIC muy alta, bases totales medias, saturación de bases alta, carbono orgánico medio y fósforo asimilable muy bajo.<sup>40</sup>

#### - Asociación La Honda (LH)

Esta unidad aparece en el paisaje de la Planicie Aluvial de desborde del Río León, el cual corre por una llanura plana, lo que ocasiona inundaciones por desborde lateral y determina un patrón de sedimentación selectiva, que da lugar a la formación de un dique natural incipiente y un extenso basín o cubeta de decantación (lacustrino) con materiales orgánicos y minerales arcillosos.

Los suelos se han desarrollados a partir de aluviones heterométricos recientes y actuales; son muy superficiales a moderadamente profundos, limitados por nivel freático fluctuante, pobre a imperfectamente drenados, afectados por inundaciones periódicas.

La mayor parte de estas tierras dentro del área de influencia son empleadas para potreros con pastos naturales o sembrados, conservando la vegetación natural sobre la orilla del río León y el canal de Nueva Colonia, abarcando un área de 136,8 hectáreas (ver Fotografía 4.2).

<sup>39</sup> INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Estudio general de suelos y zonificación de tierras departamento de Antioquia. Tomo 2. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia, 2007. 992 p.

<sup>40</sup> *Ibid.*

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 95 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

La Asociación la forman los suelos *Fluvaquentic Endoaquepts* (40%), *Aquic Udifuvents* (30%) y *Aeric Fluvaquents* (30%).

Se delimitó la fase:

LHa: Asociación la Honda, fase plana.



Fotografía 4.2. Suelos pertenecientes a la Asociación la Honda  
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015.

### *Fluvaquentic Endoaquepts*

Son suelos con un drenaje pobre, texturas medias a moderadamente finas y su fertilidad es moderada.

El perfil modal muestra una secuencia de horizontes A-B-C. El horizonte A presenta una textura franca y estructura en bloques subangulares, finos y débiles. El horizonte Bw también posee textura franca y una estructura de bloques muy débiles. El horizonte C presenta una textura franco arcillosa.

Este tipo de suelos tienen una reacción moderadamente ácida a ligeramente ácida, la CIC es muy alta, las bases totales medias y la saturación de bases muy alta. Por su parte el Carbono Orgánico decrece desde un contenido medio en la superficie hasta un contenido muy bajo en el subsuelo. El fósforo asimilable está entre medio y bajo.<sup>41</sup>

<sup>41</sup> *Ibid.*, p. 389.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 96 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

### *Aquic Udifluvents*

El perfil modal es del tipo A-C-Ab. El horizonte A tiene una textura franca y estructura en bloques subangulares, finos, débiles. El horizonte C posee textura arenosa y sin estructura (grano simple). Entre los 60 y 70 cm de profundidad aparece un horizonte Ab enterrado de textura franca.

Los análisis químicos indican un suelo moderadamente ácido, la CIC es alta y media, las bases totales medias, la saturación de bases muy alta, el carbón orgánico muy alto y de irregular decrecimiento y el contenido de fósforo medio.<sup>42</sup>

### *Aeric Fluvaquents*

Estos suelos presentan un horizonte Oi o capa orgánica con residuos vegetales poco descompuestos, un horizonte A con textura franca y estructura de bloques subangulares, finos, débiles. El horizonte C subyacente presenta una textura arcillosa y sin estructura (masiva).

Son suelos de reacción moderadamente ácida, con capacidad de cambio iónico muy alta, bases totales y saturación de bases muy altas, carbón orgánico muy alto en superficie y medio en el subsuelo y fósforo disponible medio a alto.<sup>43</sup>

### *Uso del suelo*

El uso del suelo proyectado en el Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Turbo al igual que el uso actual fueron mencionados al comienzo del presente documento en el numeral 1.3. Antecedentes

<sup>42</sup> *Ibíd.*, p. 390.

<sup>43</sup> *Ibíd.*, p. 390.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 97 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

#### 4.2.6 Calidad del agua

Sobre el río León se ubicaron dos sitios para la caracterización del agua (A1 y A2). El punto A1 se ubicó aguas abajo de la confluencia del Canal Nueva Colonia con el Río León y el sitio A2 se encuentra a una distancia aproximada de 600 m desde el sitio A1, aguas abajo del puente que se construirá sobre el río León, el cual hace parte de la conexión del viaducto de la terminal en tierra y la terminal en agua.

- Sitios de muestreo de calidad de agua.

En la Tabla 4.7, se presentan las coordenadas planas Magna Sirgas origen Bogotá de las estaciones de muestreo definidas para el análisis de la calidad del agua en el área de estudio del Proyecto y en la Figura 4.18 se presenta la localización de dichas estaciones, para más detalle ver el mapa MOD\_LA\_PTO\_ANT\_19\_AguaSedimento.

Tabla 4.7. Puntos de muestreo de calidad de agua

ID	Nombre Estación	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS Origen BOGOTÁ	
		ESTE	NORTE
A1	Estación aguas arriba del río León	706,327.33	1,368,671.49
A2	Estación agua abajo del río León	705,956.74	1,369,095.03

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

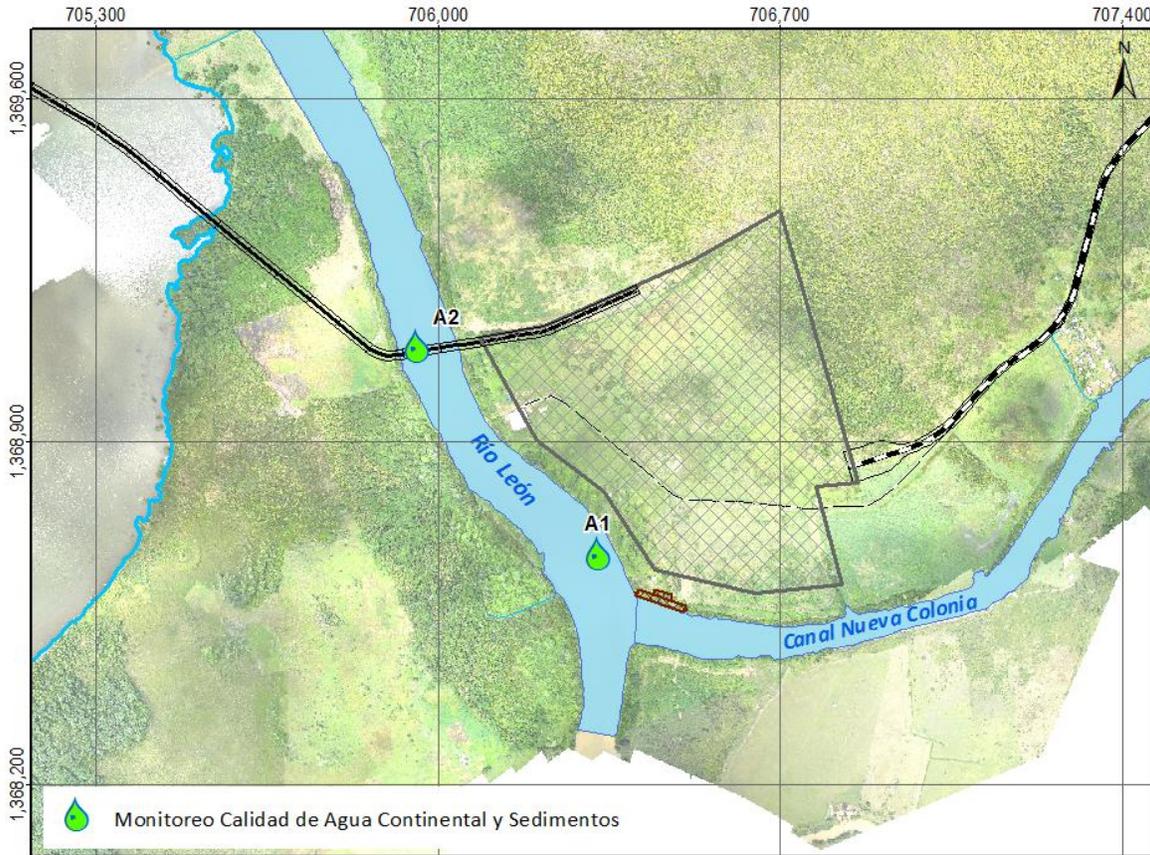


Figura 4.18. Puntos de muestreo de calidad de agua.  
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

#### - Resultados del muestreo

Los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos evaluados para la caracterización del cuerpo de agua corresponden a los establecidos en los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA en proyectos de construcción o ampliación y operación de puertos marítimos de gran calado (M-M-INA-05)<sup>44</sup>.

A continuación, se presentan los resultados de los parámetros que se registraron *In Situ* y los evaluados en el laboratorio.

<sup>44</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución no. 0112 (28, enero, 2015). Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental de los proyectos de construcción o ampliación y operación de puertos marítimos de gran calado y se toma otras determinaciones. Bogotá D.C., 2015. 103 p.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 99 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

### *Resultado de parámetros in situ*

En la Tabla 4.8, se presentan los resultados de los parámetros que se registraron *in situ* para las estaciones ubicadas en el río León.

Tabla 4.8. Resultados de medición de parámetros in situ – Agua continental.

Punto de Muestreo	pH (unidades)	Temperatura (°C)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Conductividad, ms/cm	% de Saturación de oxígeno
A1	5,45	27,8	5,27	0,425	67,0
A2	5,69	28,0	3,23	0,283	41,2

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2015.

### *Resultados de parámetros analizados en laboratorio*

En la Tabla 4.9 se presenta los resultados de los parámetros que se analizaron en el laboratorio para las estaciones ubicadas en el río León.

Tabla 4.9. Parámetros analizados en el laboratorio – Agua Superficial

Parámetros	Resultados	
	A1	A2
Acidez, mg CaCO <sub>3</sub> /L	11	15
Alcalinidad, mg CaCO <sub>3</sub> /L	66	73
Color Verdadero, UPC	20	24
Demanda Bioquímica de Oxígeno, mg O <sub>2</sub> /L	<2	191
Demanda química de Oxígeno, mg O <sub>2</sub> /L	<10	319
Dureza Cálcica, mg CaCO <sub>3</sub> /L	44	194
Dureza Total, mg CaCO <sub>3</sub> /L	115	439
Fenoles Totales, mg Fenol /L	<0,075	<0,075
Fosforo Total, mg P/L	2,24	13,4
Grasas y Aceites, mg GyA/L	<0,8	<0,8
Nitrógeno Total, mg N/L	<5,16	<5,16
Sólidos Disueltos Totales, mg SDT/L	176	148
Sólidos Sedimentables, ml/L	2,0	0,20
Sólidos Suspendidos Totales, mg SST/L	743	17200
Turbiedad, NTU	159	1490
Coliformes Totales, NMP/100 ml	73800	703000
<i>Escherichia Coli</i> , NMP/100 ml	7400	75000

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 100 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

Parámetros	Resultados	
	A1	A2
Bario Total, mg Metal/L	0,243	2,85
Cadmio Total, mg Metal/L	<0,002	0,002
Cobre Total, mg Metal/L	0,044	0,489
Cromo Total, mg Metal/L	0,014	0,12
Mercurio Total, mg Metal/L	<0,00027	<0,00027
Níquel Total, mg Metal/L	0,016	0,143
Plata Total, mg Metal/L	<0,0004	<0,0004
Plomo Total, mg Metal/L	0,005	0,045
Selenio Total, mg Metal/L	0,005	0,027
Arsénico Total, mg Metal/L	<0,010	<0,010
Zinc Total, mg Metal/L	0,26	1,51

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2015.

#### - Longitud de influencia del vertimiento (LIV)

En términos generales, en todos los escenarios de simulación se alcanzó un déficit crítico de oxígeno disuelto superior a 4 mg/L, con una distancia crítica de 0 m, lo cual es un indicador de la alta capacidad de depuración de la corriente durante la confluencia del vertimiento. Dado lo anterior se define una longitud máxima del vertimiento de aguas residuales domésticas de la PTAR para la DBO y OD del orden de cero (0) m (Ver más detalles en el numeral 3 Simulación de vertimientos

#### 4.2.7 Usos del agua

En la cuenca hidrográfica del río León se asientan los principales núcleos de la población de la región y por ello es el área de mayor desarrollo. Los principales afluentes de este río se hallan en su margen derecha, siendo los más importantes Villarteaga, Juradó, Cuapá, Chigorodó, Carepa y Zungo<sup>45</sup>. Esta cuenca aún no cuenta con el plan de manejo y ordenación (POMCA), sin embargo, por medio de

45 DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Plan estratégico para la región de Urabá – Darién. Primera fase: Construcción de insumos para el proceso en la Región. Medellín, 2006. 154 p.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 101 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

la Resolución No. 200-03-20-99-1341-2014 de CORPOURABÁ se ha declarado su ordenación para así poder realizar una planeación adecuada del uso del suelo, agua, flora y fauna.

El río León viene siendo empleado como arteria fluvial por parte de las bananeras, quienes sacan su producto de exportación en barcazas, desde los terminales ubicados aguas arriba hasta el sitio de fondeo de los buques en Bahía Colombia<sup>46</sup>. Así mismo, el río León es el cauce receptor de los sistemas de alcantarillado de municipios como Apartadó, Chigorodó, Carepa y Mutatá, recibiendo también la escorrentía y los sistemas de drenaje de las bananeras a lo largo de su cuenca.

El río León presenta restricciones muy altas para la mayoría de los usos después de la afluencia del río Carepa, especialmente para la utilización de agua con fines agrícolas debido al alto contenido de cloruros, que puede propiciar la salinización del suelo. En el tramo comprendido entre Barranquillita y la confluencia del río Chigorodó, presenta riesgos para consumo humano y recreativo, pero no tan altos como la parte baja del río León. La preservación de flora y fauna tiene limitantes de oxígeno disuelto entre las desembocaduras del río Carepa y el caño Carepita<sup>47</sup>.

En el área de influencia del proyecto no se identificó ninguna concesión o vertimiento de aguas autorizado por Corpourabá<sup>48</sup>, sin embargo, como referencia se tomaron en cuenta los puntos que se encontraron a una distancia menor de 5 km a la redonda del área de influencia del componente abiótico del proyecto y que fueran afluentes de la cuenca del río León, ver Figura 4.19, Tabla 4.10. Registro de concesiones y Tabla 4.11.

<sup>46</sup> UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Grupo de Investigación Oceanicos. Análisis de las alternativas para la mitigación de la problemática de la sedimentación en la desembocadura del río León. Medellín, 2010. 113 p.

<sup>47</sup> PUERTO BAHÍA COLOMBIA DE URABA S.A. y ARAÚJO IBARRA & ASOCIADOS S.A. Estudio de impacto ambiental para la construcción y operación de un terminal portuario de graneles sólidos. Turbo. 2010. 428 p.

<sup>48</sup> CORPOURABÁ, Base de datos, 2013.

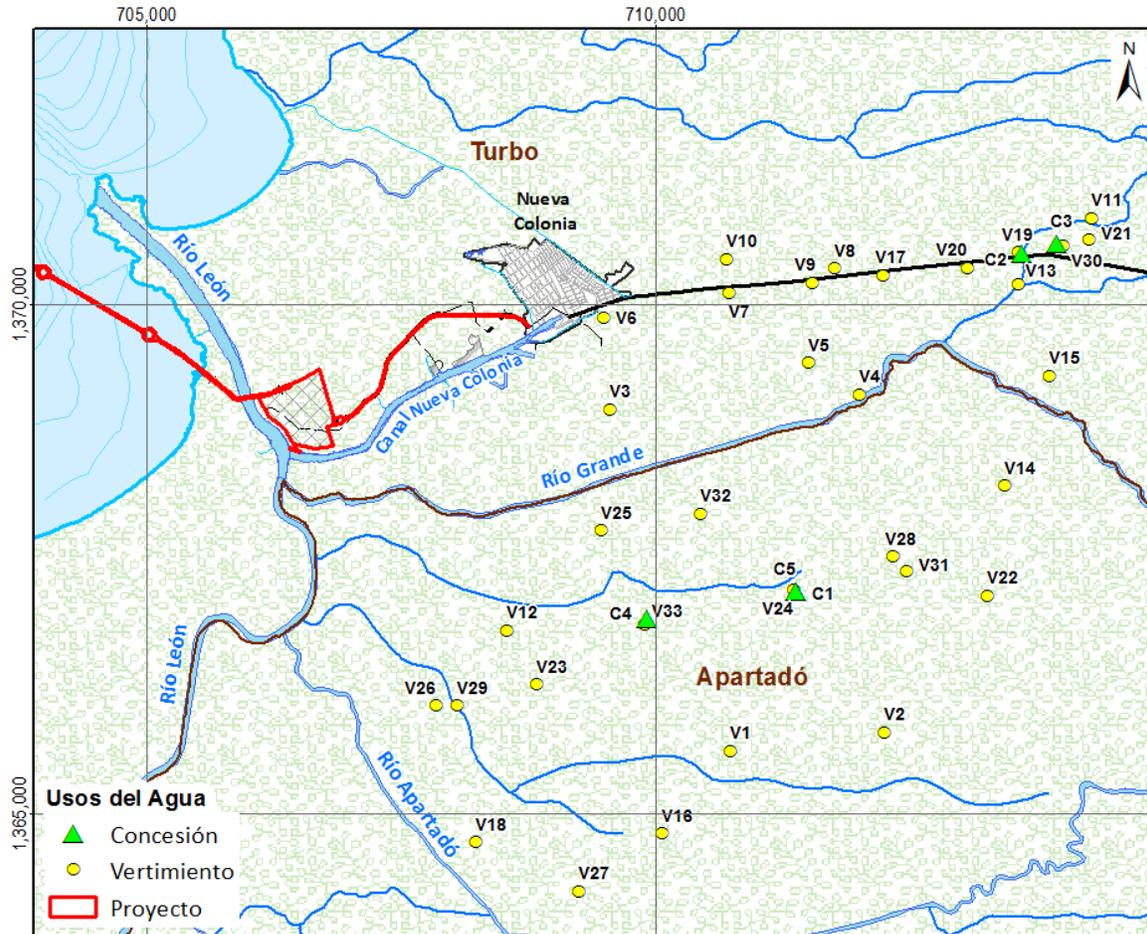


Figura 4.19. Concesiones superficiales y vertimientos de agua autorizados por Corpourabá.  
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015 con información de CORPOURABÁ, 2013<sup>49</sup>

Tabla 4.10. Registro de concesiones

ID	Usuario concesión	Cuenca	Tipo de captación	Uso agua	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS Origen BOGOTÁ	
					ESTE	NORTE
C1	C.I. CONSERBA S.A.	Turbo	Superficial	Doméstico, Agrícola	711.375,8	1.367.185,5
C2	C.I. UNIBAN S.A.	Turbo	Superficial	Doméstico, Agrícola	713.598,1	1.370.505,2
C3	C.I. UNIBAN S.A.	Turbo	Superficial	Agrícola	713.929,8	1.370.601,5

<sup>49</sup> CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DEL URABÁ-CORPOURABÁ, Base de datos, 2013.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 103 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

ID	Usuario concesión	Cuenca	Tipo de captación	Uso agua	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS Origen BOGOTÁ	
					ESTE	NORTE
C4	C.I. UNIBAN S.A.	Apartadó	Superficial	Agrícola	709.917,6	1.366.917,9
C5	NO APLICA	Tonusco	Superficial	Riego	711.375,8	1.367.185,5

Fuente: CORPOURABÁ, 2013<sup>50</sup>

Tabla 4.11. Registro de vertimientos

ID	USUARIO	MUNICIPIO	SITIO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS Origen BOGOTÁ	
				ESTE	NORTE
V1	C.I. Banacol S.A.	Apartadó	Comunal La Cordialidad	710.734,3	1.364.724,2
V2	C.I. Banacol S.A.	Apartadó	Comunal La Cordialidad	712.237,9	1.364.922,2
V3	C.I. Banacol S.A.	Turbo	Nueva Colonia	709.544,3	1.368.065,6
V4	C.I. Banacol S.A.	Turbo	Nueva Colonia	711.995,0	1.368.224,5
V5	C.I. Banacol S.A.	Turbo	Nueva Colonia	711.494,1	1.368.534,3
V6	C.I. Banafut S.A.	Turbo	Nueva Colonia	709.485,6	1.368.962,6
V7	C.I. Banafut S.A.	Turbo	Nueva Colonia	710.713,5	1.369.212,6
V8	C.I. Banafut S.A.	Turbo	Nueva Colonia	711.757,5	1.369.462,4
V9	C.I. Banafut S.A.	Turbo	Nueva Colonia	711.529,7	1.369.317,8
V10	C.I. Banafut S.A.	Turbo	Nueva Colonia	710.694,2	1.369.544,3
V11	C.I. Conserva S.A.	Turbo	Comunal La Suerte	714.268,6	1.369.974,8
V12	C.I. Conserva S.A.	Apartadó	Comunal La Cordialidad	708.540,1	1.365.892,7
V13	C.I. Proban S.A.	Turbo	Palos Blancos	713.550,1	1.369.313,5
V14	C.I. Proban S.A.	Apartadó	Palos Blancos	713.427,4	1.367.344,2
V15	C.I. Proban S.A.	Turbo	Nueva Colonia	713.860,3	1.368.426,0
V16	C.I. Tropical S.A.	Apartadó	Comunal La Cordialidad	710.057,6	1.363.912,5
V17	C.I. Uniban S.A.	Turbo	Nueva Colonia	712.229,2	1.369.395,2
V18	C.I. Uniban S.A.	Apartadó	Comunal La Cordialidad	708.229,5	1.363.812,6
V19	C.I. Uniban S.A.	Turbo	Nueva Colonia	713.555,1	1.369.630,0
V20	C.I. Uniban S.A.	Turbo	Nueva Colonia	713.054,5	1.369.479,0
V21	C.I. Uniban S.A.	Turbo	Comunal La Suerte	714.254,9	1.369.759,7
V22	C.I. Uniban S.A.	Apartadó	Palos Blancos	713.252,0	1.366.262,6

<sup>50</sup> Ibid.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 104 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

ID	USUARIO	MUNICIPIO	SITIO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS Origen BOGOTÁ	
				ESTE	NORTE
V23	C.I. Uniban S.A.	Apartadó	Comunal La Cordialidad	708.834,2	1.365.361,5
V24	C.I. Uniban S.A.	Apartadó	Palos Blancos	711.351,4	1.366.313,0
V25	C.I. Uniban S.A.	Apartadó	Palos Blancos	709.460,1	1.366.876,6
V26	C.I. Uniban S.A.	Apartadó	Comunal La Cordialidad	707.845,5	1.365.148,7
V27	C.I. Uniban S.A.	Apartadó	Comunal La Cordialidad	709.244,5	1.363.340,4
V28	C.I. Uniban S.A.	Apartadó	Palos Blancos	712.325,4	1.366.642,7
V29	C.I. Uniban S.A.	Apartadó	Comunal La Cordialidad	708.050,9	1.365.148,9
V30	C.I. Uniban S.A.	Apartadó	Comunal La Cordialidad	713.994,0	1.369.704,1
V31	C.I. Uniban S.A.	Apartadó	Palos Blancos	712.459,4	1.366.504,6
V32	C.I. Uniban S.A.	Apartadó	Palos Blancos	710.436,2	1.367.049,5
V33	C.I. Uniban S.A.	Apartadó	Comunal La Cordialidad	709.883,5	1.365.952,3

Fuente: CORPOURABÁ, 2013<sup>51</sup>

### *Indicadores de referencia*

Como información de referencia, se tomó el Estudio Nacional del Agua (ENA 2014)<sup>52</sup> en el que se definen tres niveles jerárquicos de análisis espacial: 1) las cinco áreas hidrográficas asociadas a las principales vertientes del país: Caribe, Magdalena-Cauca, Orinoco, Pacífico y Amazonia; 2) las zonas hidrográficas, y 3) las subzonas hidrográficas que conforman las zonas hidrográficas, que en total corresponden a 316. A partir de la concepción de los mismos, se describe la oferta hídrica superficial y el desarrollo de los diferentes indicadores hídricos.

Las subzonas hidrográficas, se identifican como subsistemas hídricos con características de relieve y drenajes homogéneos, integrado por cuencas de las partes altas, medias o bajas de una zona hidrográfica y que captan agua y sedimentos de los tributarios de diferente orden como nacimientos de agua, arroyos, quebradas y ríos. Teniendo en cuenta lo anterior, el área de estudio se encuentra ubicada sobre la subzona hidrográfica río León. Esta subzona cuenta

<sup>51</sup> *Ibíd.*

<sup>52</sup> INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM, MINISTERIO DE AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL -MAVDT. Estudio Nacional del Agua. Bogotá, 2014. 493 p. ISBN: 978-958-8067-70-4.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 105 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

con una oferta total para un año medio de 4.526 millones de metros cúbicos (Mm<sup>3</sup>) y de 1.488 millones de metros cúbicos (Mm<sup>3</sup>) para un año seco.

De los indicadores relacionados por el Estudio Nacional del Agua<sup>53</sup>, se tuvo en cuenta para el presente estudio el Índice de uso del agua (IUA) el cual mide la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores usuarios, el Índice de retención y regulación hídrica (IRH) el cual evalúa la capacidad de la cuenca para mantener un régimen de caudales y la capacidad de retención de humedad y el Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico (IVH) que se define como el grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta para el abastecimiento de agua.

En el Estudio Nacional del Agua se concluyó para la subzona del río León según el índice de uso del agua (IUA) que la presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible en año medio y moderado en año seco. En cuanto al índice de retención y regulación hídrica (IRH) la cuenca es de baja regulación y para el índice de vulnerabilidad hídrica (IVH) la subzona hidrográfica cuenta con un índice medio, es decir que ante amenazas como periodos largos de estiaje o eventos como el Fenómeno Cálido del Pacífico (El Niño) se podría generar riesgo de desabastecimiento por disminuciones de caudal entre 10% y 55%. (Ver Tabla 4.12)

Tabla 4.12. Indicadores hídricos para la subzona hidrográfica del Río León para condiciones hidrológicas medias y secas.

Subzona hidrográfica	Área (km <sup>2</sup> )	Oferta disponible		Índice de uso agua			Índice de regulación		Índice vulnerabilidad	
		Oferta media (Mmc)	Oferta seca (Mmc)	IUA año medio	Categoría IUA	IUA año seco	Categoría IUA	Índice	Categoría	Año medio
Río León	2278	2940	967	4,74	Bajo	14,41	Moderado	61,40%	Bajo	Medio

Mmc: Millones de metros cúbicos

Fuente: Estudio Nacional del Agua, 2014.

<sup>53</sup> Ibid.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 106 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Con respecto a los contaminantes de carga orgánica y química (DQO y DBO) el río León tiene presiones de altas a muy altas (Ver Tabla 4.13) y en año seco estas condiciones se agudizan, generando que los efectos de fenómenos extremos como El Niño resulten particularmente severos<sup>54</sup>.

Tabla 4.13. Cargas contaminantes de DBO, DQO y DQO-DBO.

Área hidrográfica	Zona hidrográfica	Subzona hidrográfica	DBO (t/año)	DQO (t/año)	DQO - DBO (t/año)
Caribe	Caribe-Litoral	Río León	4171	7847	3676

Fuente: Estudio Nacional del Agua, 2014<sup>55</sup>.

#### 4.2.8 Hidrogeología

Con el fin de poder explicar el modelo conceptual del acuífero en el proyecto, se requiere poseer información y conocimiento del entorno geológico de la zona.

La información geológica aquí remitida comprenderá un resumen bibliográfico que toma como base la evaluación del agua subterránea en la región de Urabá realizada por INGEOMINAS en 1995<sup>56</sup>, el estudio geológico realizado por la ANH (2009)<sup>57</sup> y la información de trabajos públicos y privados recientes.

Es importante resaltar que el Sistema de Gestión de Vertimientos del presente estudio no contempla la realización de vertimientos de ARD en suelos, razón por la cual se realiza una descripción general de las características del acuífero.

#### *Unidades hidrogeológicas regionales*

En la zona del Urabá Antioqueño existen dos unidades terciarias bien diferenciadas, la unidad T1, de origen marino y la unidad T2, de origen continental. Sin embargo, en la zona Norte, el terciario está representado casi en su totalidad por la unidad T1<sup>58</sup>.

<sup>54</sup> *Ibíd.*

<sup>55</sup> *Ibíd.*

<sup>56</sup> SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO – SGC (Anteriormente INGEOMINAS). Evaluación del agua subterránea en la región de Urabá, departamento de Antioquia. (inédito). Informe 2229,1995.

<sup>57</sup> AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS – ANH & UNIVERSIDAD NACIONAL - UNAL. Proyecto Cartografía Geológica y Modelamiento Estructural De las cuencas de Urabá Y Sinú-San Jacinto A Partir De La Interpretación De Imágenes De Sensores Remotos Y Monitoreo Sísmico. 2009

<sup>58</sup> HAFFER, J. On the Geology of the Uraba and northern Choco report. 357 (mecanografiado). ECOPETROL. Bogotá, 1967. 105 p.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 107 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

INGEOMINAS (1995) y Universidad Nacional de Colombia (1996), distinguen las unidades hidrogeológicas T2C, T2B, T2A, T1, Depósitos aluviales a continuación se describen las unidades hidrogeológicas regionales presentes en el área de estudio.

- Unidad T2C

Corresponde a la subunidad superior de la unidad T2, aflora en superficie al occidente de la cordillera occidental y hacia el norte como una franja delgada en dirección sur-norte; infrayace a la unidad Qal y se encuentra por encima de la unidad T2B. Los espesores de esta unidad varían entre 5 y 70 m. entre turbo y Apartadó.

- Unidad T2B

Corresponde a la subunidad media de la unidad geológica T2 y aflora hacia el oriente del área de influencia. En profundidad infrayace a la unidad T2C y suprayace a la unidad T2A. El conjunto presenta espesores que varían entre 20 y 190 metros., siendo máximos en los municipios de Carepa y Chigorodó, donde constituye el núcleo principal del anticlinal de Chigorodó.

- Unidades T2A y T1

Corresponden a la subunidad inferior de la unidad T2, y a la unidad T1 respectivamente, se clasifican como unidades de importancia hidrogeológica relativa muy pequeña a Nula.

- Depósitos de llanura aluvial

La unidad cubre la parte plana del área de estudio, es decir, desde el piedemonte de la serranía de Abibe hacia el occidente, constituye el acuífero más superficial de la región en la región y presenta espesores máximos 30 m. En la zona de influencia posee un espesor variable entre 6 y 30 m, según la geofísica y hasta la profundidad de las exploraciones mecánicas realizadas.

De acuerdo con los monitoreos realizados a la red de pozos de Urabá se deduce que la dirección de flujo de aguas subterráneas corresponde a noroeste; ésta tendencia es modificada a la entrada en operación de los sistemas de riego de la región, correspondiente a la época seca.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 108 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

La zona de estudio se caracteriza por una topografía suave a ligeramente ondulada, en el piedemonte de la serranía ocurren abanicos aluviales producidos por los ríos que nacen al oriente de las partes altas. Los principales drenajes adyacentes a la zona corresponden a la cuenca del río León, el cual sigue un recorrido sureste-noroeste, para luego girar hacia el norte y desembocar en el golfo de Urabá.

*Unidades hidrogeológicas locales del área de influencia.*

Para el área de influencia del proyecto se definieron dos grandes unidades hidrogeológicas que se describen a continuación, las cuales se definieron a partir del comportamiento de las aguas subterráneas y de la información primaria registrada de las campañas de exploración<sup>59</sup>.

- Acuíferos cuaternarios aluviales (Acf)

Existen por lo menos dos franjas del Cuaternario que presentan una litología de arenas finas, medianas y gruesas, una dentro de los primeros 45 a 50 m, y otra de 70 a 100 m en el área de influencia (ver MOD\_LA\_PTO\_ANT\_20\_Hidrogeologia).

Se presume por los estudios realizados en el golfo de Urabá que el espesor del acuífero más superficial posee entre 6 y 45 metros de espesor en la zona, que posteriormente es interrumpido o confinado por una matriz arcillosa de alta plasticidad y rigidez, que generaría el segundo nivel de acuíferos, este poseería las recargas tomadas del piedemonte de la serranía de Abibe, teniendo acceso a las capas subyacentes del depósito aluvial por varias condiciones, como un posible fracturamiento y alterabilidad de la roca, la dirección del buzamiento y la orientación de anticlinales y sinclinales

El acuífero del Terciario corresponde a niveles de conglomerados de la Formación Arenas Monas (T2C) y aparece más cerca de la superficie hacia las partes orientales del área, este no alcanzó a detectarse en el área de influencia.

La calidad del agua subterránea del acuífero en el área de influencia oscila entre poco dulce y salobre. El estudio de Vásquez, 2011 menciona la existencia de un

---

<sup>59</sup> PIO S.A.S., EDIFICA COLOMBIA LTDA “Ingeniería básica y de detalle, compras y suministro de materiales, construcción, montaje y puesta en operación de las obras requeridas para la fase 1 del terminal portuario Puerto Antioquia ubicado en la desembocadura del río León, en el golfo de Urabá, departamento de Antioquia”. Estudio Geotécnico para Ingeniería Conceptual, 2015

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 109 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

solo nivel con agua salada a poca profundidad, debido al avance de una cuña marina al interior de la zona continental, en proximidades al Golfo de Urabá.

La porosidad estimada de los acuíferos corresponde a 0.34, y la porosidad efectiva es de un 0.19. Sin embargo, de acuerdo al ritmo de deposición y la heterogeneidad de la terraza aluvial del cuaternario se recomiendan más ensayos y exploraciones hacia la zona costera, a fin de determinar de mejor manera la extensión real de los acuíferos.

- Acuitardos (Act)

Teniendo en cuenta los perfiles geológicos y litoestratigráficos realizados en estudios anteriores, y los detectados en las exploraciones directas realizadas en el área de proyecto, se consideran los depósitos aluviales y aluviotorrenciales situados hacia la parte oriental del área de influencia como depósitos con bajo potencial hidrogeológico, donde el transito del agua es más lento y hay poca interconexión entre zonas con contenido de agua (ver MOD\_LA\_PTO\_ANT\_20\_Hidrogeologia).

### 4.3 Medio biótico

#### 4.3.1 Ecosistemas acuáticos

A continuación, se presenta una caracterización de la flora y fauna que hacen parte de los ecosistemas acuáticos continentales que podrían ser afectados en caso de presentarse una situación de emergencia con el sistema de tratamiento aguas residuales.

#### *Flora*

- Perifiton

La comunidad de algas perifíticas en las aguas del río León en los puntos HB1 y HB2 (ver Figura 4.20) estuvo conformada por tres grandes grupos taxonómicos que son, las *Bacillariophyta* (Diatomeas), *Cyanophycota* (Cianobacterias) y *Euglenophycota* (Euglenas), en donde el grupo de las diatomeas fue la más representativa a nivel de riqueza de especies (ver Figura 4.21) tanto aguas arriba del río (HB1: 5 taxa) como aguas abajo (HB2: 4 taxa). Por su parte, la riqueza específica de microalgas perifíticas en los puntos HB1 y HB2 fue la misma (7 taxa) aunque en términos generales es baja, lo cual se puede atribuir principalmente al

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 110 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

efecto de la corriente y a la turbidez del agua, como alta cantidad de sólidos suspendidos limitando la incidencia de luz en el cuerpo de agua.

Los resultados de densidades para las microalgas perifíticas muestran diferencias entre los puntos HB1 y HB2 para el grupo *Cyanophycota*, siendo que el punto HB1 exhibió mayor población de cianobacterias al contar con una densidad de 502,3 Ind/cm<sup>2</sup>, con relación a aguas abajo (HB2) que registró 244,4 Ind/cm<sup>2</sup>. En cuanto a las diatomeas no se evidencia una variación significativa en la densidad, sin embargo, se puede asumir que esta es relativamente mayor de manera comparativa en el punto HB1 (502,3 Ind/cm<sup>2</sup>) vs. HB2 (686,2 Ind/cm<sup>2</sup>).

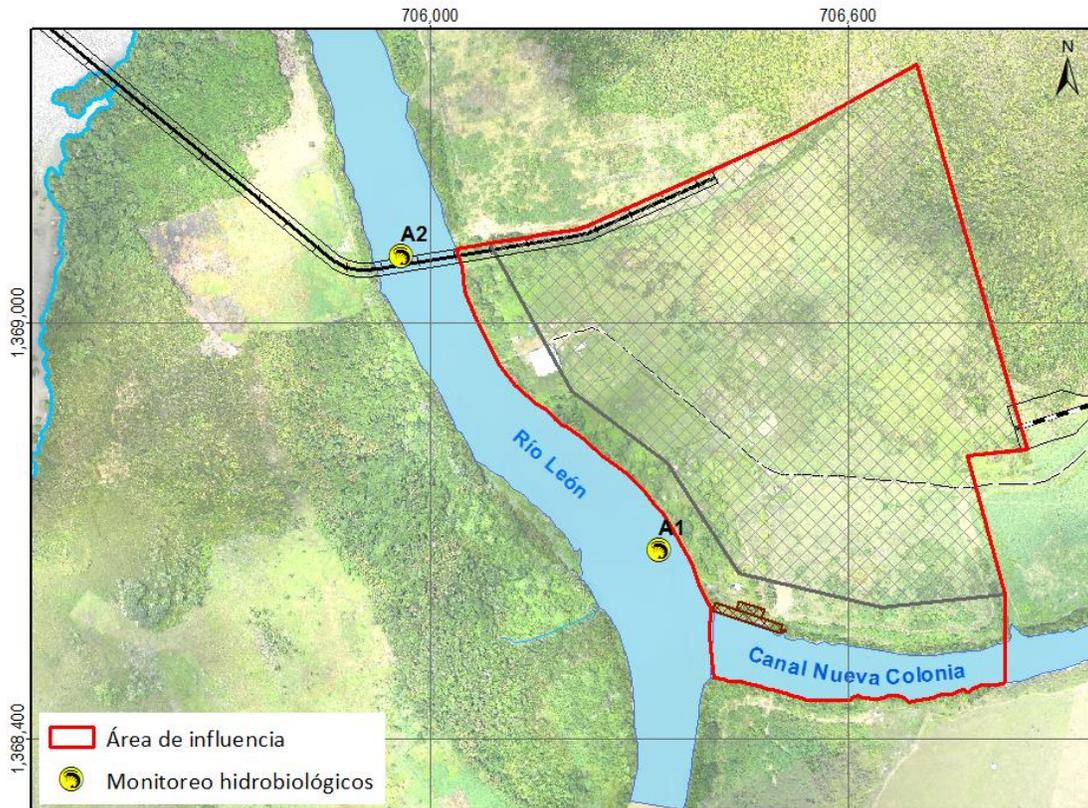


Figura 4.20. Puntos de muestreos hidrobiológicos.  
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 111 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

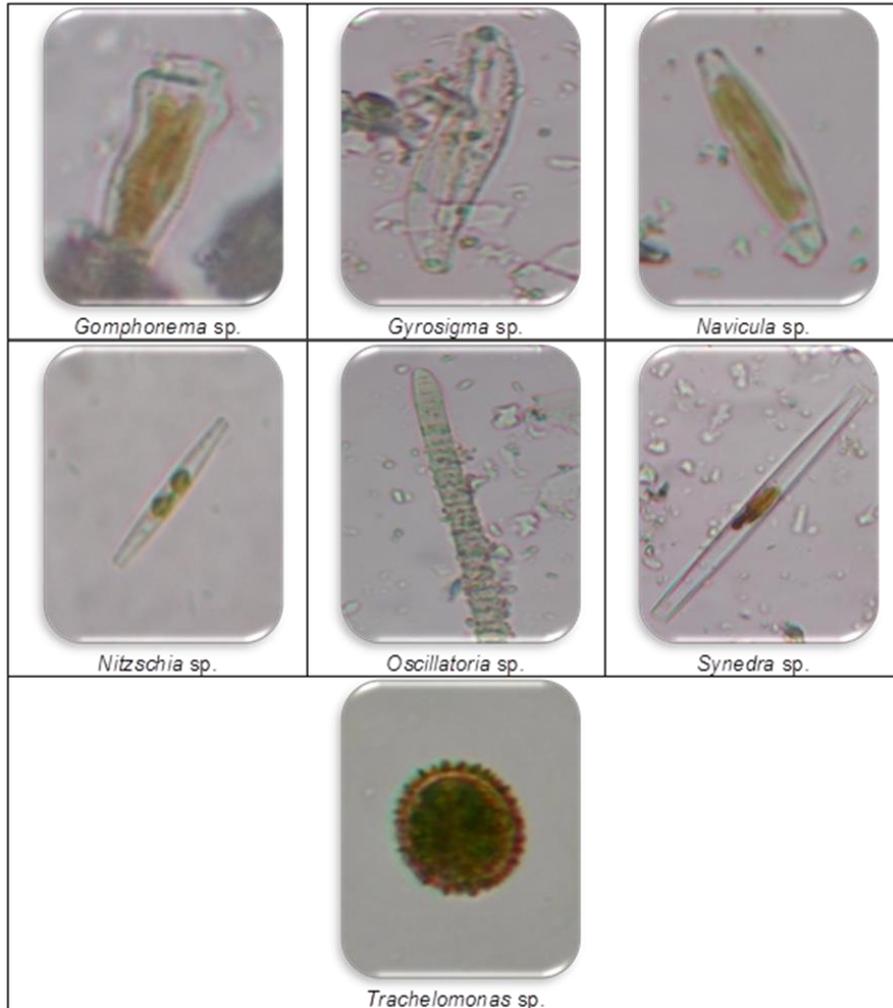


Figura 4.21. Algunas especies de la comunidad perifítica encontrada en los puntos muestreados sobre el río León.

Fuente: SGS Environmental Services, 2015

### Fauna

#### - Macroinvertebrados

Para esta comunidad se identificó tan solo un taxón perteneciente a la clase Insecta: Morfo 1 de la familia *Chironomidae* (ver Fotografía 4.3), el cual se presentó solo para el HB1. En términos de densidad en general, presentó un total de 20,0 Ind/m<sup>2</sup>, los cuales se registraron exclusivamente para el punto HB1, representado por el Morfo 1 de la familia *Chironomidae*.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 112 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:



Fotografía 4.3. Individuo de la familia Chironomidae encontrado en el río León  
Fuente: SGS Environmental Services, 2015.

#### - Ictiofauna

La comunidad de peces en el río León estuvo representada por una especie del genero *Astyanax* sp, con 22 individuos indicando una muy baja riqueza de especies y abundancia, mostrando efectos negativos en la dinámica poblacional y ecosistémica. En general, esto puede deberse a fluctuaciones constantes en el caudal, contaminación y deficiencias en la capacidad de carga del ecosistema. Como se ha mencionado anteriormente, el río León presenta características de ambiente intervenido, suponiendo un índice de contaminación estacionario, agravado por la dinámica hídrica.

El género reportado es un indicador de tolerancia a disrupciones al caudal y moderadas en el contenido acuático por contaminantes. Sin embargo, es necesario aclarar que las especies son especialmente sensibles a exposiciones continuas de condiciones inadecuadas o cambios en su medio de desarrollo. Usualmente esto indicaría que la calidad del agua para el desarrollo de la ictiofauna no es el mejor debido a constantes aportes de contaminantes de origen antrópico.

Se puede concluir que la dinámica poblacional a nivel infra e interespecifico está afectada por una intervención antrópica directa, contaminantes y disrupción del caudal.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 113 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

#### 4.3.2 Ecosistemas terrestres

A continuación, se presentan y describen someramente las principales especies que conforman la fauna y flora predominantes dentro del área de influencia del PGRMV. Para una descripción más detallada puede consultarse el capítulo 5.2. Caracterización Biótica de la “*Modificación de Licencia Ambiental para el proyecto de construcción y operación de un terminal portuario de graneles sólidos en el municipio de Turbo*”.

##### Flora

En el área de influencia del PGRMV se presentan dos coberturas principales que son el Bosque de galería y el Herbazal denso, los cuales son descritos a continuación.

##### - Bosque de galería

En la cobertura correspondiente a bosque de galería la composición florística es representada por seis (6) familias y siete (7) especies con un total de 67 individuos; siendo la familia *Fabaceae* la más abundante dentro de la muestra, con las especies *Apuleia leiocarpa* y *Pithecellobium dulce*.

Esta cobertura boscosa ha sido afectada por la expansión de la frontera agropecuaria, factor que ocasionó el desplazamiento de la vegetación nativa por árboles de *P. dulce* y *A. leiocarpa*, para brindarle sombra al ganado, como se puede observar en la Fotografía 4.4.

Fotografía 4.4. *Pithecellobium dulce* en la cobertura de Bosque de galería  
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

En la Tabla No. 5.4 se muestra la composición florística para la cobertura de bosque de galería, presente en el área de influencia del proyecto

Tabla 4.14. Composición florística para la cobertura de bosque galería

Familia	Nombre científico	Nombre vulgar
Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete L</i>	Totumillo
Bombacaceae	<i>Pachira aquatica</i>	Salero
Cecropiaceae	<i>Cecropia telenitida</i>	Yarumo
Combretaceas	<i>Terminalia catappa L</i>	Almendro
Fabaceae	<i>Apuleia leiocarpa</i>	Combita
	<i>Pithecellobium dulce</i>	Chiminango

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 114 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Familia	Nombre científico	Nombre vulgar
Moraceae	<i>Ficus glabrata</i>	Higuerón

- Herbazal denso de tierra firme

En la cobertura correspondiente a los herbazales densos de tierra firme la composición florística está representada por tres (3) familias y cuatro (4) especies, con 16 individuos; siendo la familia *Fabaceae* la más abundante dentro de la muestra, con las especies *A. leiocarpa* y *B. ariza*.

Esta cobertura, corresponde a la comunidad vegetal dominada principalmente por elementos típicamente herbáceos como helechos mata tigre (*Acrostichum aureum*), arracachos (*Montrichardia arborescens*) entre otras plantas desarrollados en forma natural en diferentes sustratos, por esta razón la inclusión de fustales dentro de esta categoría es mínima, como se puede observar en la Fotografía 4.5.



Fotografía 4.5. Cobertura de herbazal denso dentro del área de influencia del proyecto.  
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 115 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

En la Tabla 4.15 se muestra la composición florística para la cobertura de herbazal denso presente en el área de influencia del proyecto.

Tabla 4.15. Composición florística para la cobertura de herbazal denso

Familia	Nombre científico	Nombre vulgar
Bombacaceae	<i>Pachira aquatica</i>	Salero
Cecropiaceae	<i>Cecropia telenitida</i>	Yarumo
Fabaceae	<i>Apuleia leiocarpa</i>	Combita
	<i>Brownea ariza</i>	Ariza

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

### Fauna

En el área de influencia del proyecto, se registraron 25 especies de herpetos, perteneciendo nueve (9) de ellas a la clase Amphibia (Fotografía 4.6) y 16 a la clase Reptilia (Fotografía 4.7) El orden de mayor representatividad fue Squamata, abarcando el 50% de las familias y el 48% de las especies registradas, seguido por Anura con el 27,8% de las familias y el 36% de las especies.

	<p align="center"><b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b></p>	
	<p align="center"><b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b></p>	<p>Página 116 de 177</p>
	<p>GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>



*Hypsiboas pugnax*



*Dendropsophus microcephalus*



*Leptodactylus bolivianus*



*Leptodactylus spp2*

Fotografía 4.6. Algunas especies de anfibios observados en el área de influencia del proyecto.  
Fuente: Aqua y Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 117 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:



*Basiliscus basiliscus*



*Anolis auratus*



*Marisora alliacea*



*Salvator merianae*



*Caiman crocodilus*



*Rhinoclemmys melanosterna*



*Corallus ruschenbergerii*

Fotografía 4.7. Algunas especies de reptiles presentes en el área de influencia del proyecto.

Fuente: Aqua y Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 118 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Con respecto a la avifauna, en el área de influencia del proyecto se registraron 83 especies de aves agrupadas en 17 órdenes y 41 familias (Fotografía 4.8). El orden de mayor representatividad fue Passeriformes abarcando el 24,4% de las familias y el 26,5% de las especies presentes, seguido por Pelecaniformes (14,6% de las familias y 21,7% de las especies). Los restantes órdenes presentaron menos del 10% de las familias y especies registradas.



*Chauna chavaria*



Huevos y nido de *Chauna chavaria*



*Aramides cajaneus*



*Mycteria americana*



*Milvago chimachima*



*Hypnetus ruficollis*

Fotografía 4.8. Algunas especies de aves observadas en el área de influencia del proyecto.

Fuente: Aqua y Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 119 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

En el área de influencia del proyecto, también se encontraron mamíferos pequeños, medianos, grandes y voladores. Dentro de los mamíferos pequeños se identificó un individuo de *Melanomys caliginosus* el cual fue capturado mediante la instalación de trampas Sherman a lo largo del área de estudio.

Por otro lado, se registraron 13 especies de mamíferos medianos y grandes (Fotografía 4.10) agrupados en 5 órdenes y 11 familias. El orden de mayor representatividad fue Carnívora abarcando el 36,4% de las familias y el 38,5% de las especies presentes, seguido por Rodentia (27,3% de las familias y 23,1% de las especies). Los restantes órdenes presentaron menos del 20% de las familias y especies registradas.

Por último, dentro de los mamíferos voladores se encontraron individuos del orden Chiroptera (murciélagos). Este grupo estuvo representado por siete especies, pertenecientes todas a la familia Phyllostomidae (murciélagos de hoja nasal), considerada la familia de murciélagos más importante del neotrópico tanto por el número de especies como por su función al ser grandes dispersores de semillas. La especie más abundante durante esta caracterización fue *Carollia perspicillata*, presentando ocho (8) individuos. Seguida a esta se reportó a *Platyrrhinus brachycephalus*, con cinco individuos (ver Fotografía 4.9). Las demás especies reportadas presentaron menos de tres (3) individuos.



Fotografía 4.9. Murciélagos *Carollia perspicillata* y *Platyrrhinus brachycephalus*  
Fuente: SAG S.A., 2015.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 120 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:



*Hydrochoerus hydrochaeris*



*Cerdocyon thous*



*Procyon cancrivorus*



*Lontra longicaudis*



*Bradypus variegatus*



*Chironectes minimus*

Fotografía 4.10. Algunas especies de mamíferos observados en el área de influencia del proyecto.

Fuente: Aqua y Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015.

#### 4.4 Medio socioeconómico

Al momento de realizar el presente PGRMV, la comunidad que habitaba la vereda El Canal del corregimiento de Nueva Colonia (aledaña al área de influencia del proyecto), había sido reubicada en el marco del plan de reubicación y

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

reasantamiento ejecutado por FUNDAUNIBAN y que fue denominado “...más que viviendas, construimos comunidad...”

A continuación, se presenta la que era la ubicación inicial de la vereda El Canal y la zona donde fueron reubicadas las familias.

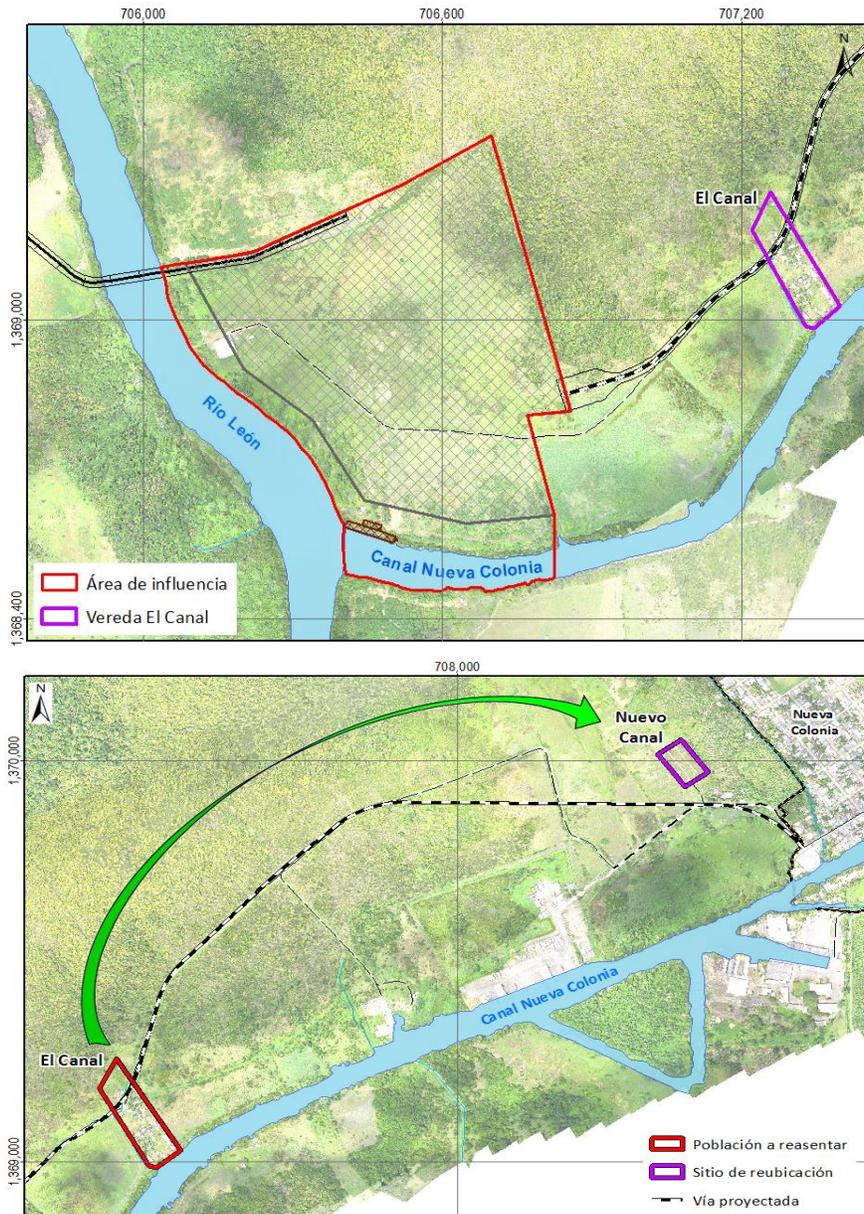


Figura 4.22. Ubicación de la población perteneciente a la vereda El Canal.  
Fuente: Puerto Bahía Colombia de Urabá. S.A

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 122 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Además de lo anterior, es posible decir que una eventual emergencia asociada al sistema de tratamiento de agua residual no afectaría la fuente de abastecimiento de ninguna comunidad cercana puesto que el acueducto del corregimiento de Nueva Colonia se abastece de la Quebrada El Mandarino y no del Río León o el Canal Nueva Colonia que serían los cuerpos de agua posiblemente afectados por un vertimiento.

Actualmente, a excepción de la concesión solicitada para el presente proyecto, no existen concesiones de agua reportadas aguas debajo de la confluencia del Canal Nueva Colonia con el Río León. Lo anterior sumado al hecho de que el vertimiento se realizará a pocos kilómetros de la desembocadura del río León, reduce las probabilidades de afectar a otros usuarios, que en cualquier caso no serían usuarios domésticos puesto que el alto grado de contaminación del Río León en su parte baja no permite su potabilización con tratamientos convencionales.

Por todo lo que se mencionó anteriormente, es de esperarse que una emergencia o falla en el sistema de tratamiento de agua residual del puerto afecte única y exclusivamente al propio sistema de abastecimiento de agua del terminal en tierra.

Por otro lado, a pesar de que el terminal en tierra se encuentra aledaño a suelos que son utilizados para el Pastoreo Intensivo y Semintensivo, es poco probable que la ganadería se vea afectada en caso de presentarse una avería del Sistema de Gestión de Vertimientos, puesto que las pendientes del terreno transportarían los líquidos en dirección al Canal Nueva Colonia y al río León, es decir, en sentido norte-sur y este-oeste, contrario a la ubicación de las zonas de pastoreo que se encuentran al este del terminal en tierra.

Teniendo en cuenta que en la zona existen pescadores que ocasionalmente realizan sus faenas de pesca en el cauce y en el delta del río León, podría decirse que la actividad económica que se vería afectada en mayor medida con los vertimientos sin tratamiento sobre el Canal Nueva Colonia o el río León, es la pesca artesanal, tanto para autoconsumo como para comercialización.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 123 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

### Organizaciones comunitarias

Es necesario señalar que la única comunidad que hacía parte del área de influencia del presente proyecto era la comunidad El Canal que fue reubicada a las afueras del corregimiento de Nueva Colonia en su costado suroeste (ver Figura 4.22). No obstante, a continuación, se describen las organizaciones comunitarias presentes en la vereda El Canal.

La única organización de carácter comunitario es la Junta de Acción Comunal con Personería Jurídica otorgada por auto N° 2043 del 07 de octubre de 2012, cuya composición se puede evidenciar en la Tabla 4.16.

Tabla 4.16. Junta de Acción Comunal de El Canal

Nombre y Apellido	Cargo
Albeiro Miguel Sánchez Mejía	Presidente
Lido Alberto López Contreras	Vicepresidente
Libardo Torreglosa	Tesorero
Manuel Segundo Hernández	Secretario
Pedro Antonio Hernández Peinado	Fiscal
Jorge Adalberto Sotelo	Conciliador
Cenaida del Carmen Montoya	Conciliador
Esteban Chica	Conciliador
Alberto Hoyos de la Cruz	Delegados a ASOCOMUNAL
Jorge Eliécer Córdoba	
Albeiro Miguel Sánchez Mejía	
Neyla Doria	

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S 2015, con información suministrada por el Presidente de la JAC.

La Junta de Acción Comunal del asentamiento El Canal, cuenta con los siguientes comités (Ver Tabla 4.17)

Tabla 4.17. Comités de JAC El Canal

Comité	Nombre
Comité de Trabajo	Abel Camaño Tolera
Comité Educación	Cristina Isabel Avilés
Comité de Salud	Carmen Cecilia Arteaga
Comité de Deportes	Luis Díaz García
Comité Empresarial	Elbert González Fortiche

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015 con información del Presidente de la Junta

Es importante señalar que, al momento de levantar la información de campo, la JAC, aunque continuaba su activa, tenía tres (03) de sus representantes que no se encontraban viviendo en el asentamiento. Adicionalmente, tampoco solían reunirse ni gestionar programas o proyectos. Cabe anotar que no existe presencia de otras entidades en la comunidad El Canal.

 <p>PUERTO BAHÍA COLOMBIA DE URABÁ S.A. TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS</p>	<p><b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b></p>	 <p>aqua &amp; terra</p>	
	<p><b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b></p>	<p>Página 124 de 177</p>	
	<p>GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>	

Por lo tanto, podría esperarse que la aplicación de las medidas de prevención, contingencia y recuperación del presente PGRMV esté orientadas, principalmente, a la aplicación por parte del personal operativo que se encuentra en el terminal en tierra.

*Condiciones sociales y problemas de orden público*

Al momento de socializar el proyecto con las comunidades que hacen parte del área de influencia del mismo, pudo constatar que hay un alto grado de aceptación del puerto y de todas las actividades asociadas a éste. Por tal razón se espera que durante la operación del terminal en tierra y del sistema de gestión de vertimientos no se presenten sabotajes que pongan en riesgo el funcionamiento del sistema.

Por otro lado, por su posición estratégica que sirve como vía de entrada y salida de mercancías (legales e ilegales), el Golfo de Urabá ha sido un escenario histórico que ha propiciado el desarrollo de movimientos sindicales, de grupos armados ilegales como guerrillas (EPL, FARC, ELN, entre otros) y paramilitares (AUC, desmovilizados a partir del 2003), con lo cual se han producido profundos conflictos sociales.

Ahora bien, en la actualidad la mayor parte de estos grupos se encuentran debilitados o en procesos de negociación con lo cual se espera una reducción o cese definitivo de los atentados en contra de la infraestructura de entidades tanto públicas como privadas en esta zona del Urabá Antioqueño.

Por esta razón, podría decirse que los atentados realizados por grupos al margen de la ley son un riesgo latente para el sistema de gestión de vertimientos, sin embargo, la probabilidad de que estos ocurran se han reducido considerablemente en los últimos años hasta el punto de constituir un riesgo mínimo

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 125 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

## 5. PROCESO DE CONOCIMIENTO DEL RIESGO

A partir del conocimiento de los riesgos presentes durante la operación del sistema de gestión de vertimientos (SGV), se consolidan los escenarios de Riesgo que se pueden presentar en el proyecto debido a la presencia de las situaciones que pueden generar derrames directos en los recursos del suelo y el agua, ocasionando alteraciones en el ambiente.

Inicialmente se identificarán los tipos y probabilidad de ocurrencia de amenazas que pueden afectar al SGV. Posteriormente se realizará un análisis de vulnerabilidad donde se identificarán aquellos elementos físicos, económicos, sociales o ambientales, y la magnitud con las que se verían afectadas en caso de que ocurran eventos físicos peligrosos como un derrame de aguas residuales sobre un cuerpo de agua. Por último, se consolidarán los escenarios de riesgo, es decir, se presentará un análisis detallado de las dimensiones del riesgo que podría afectar el SGV.

### 5.1 Identificación y determinación de la probabilidad de ocurrencia de amenazas

De acuerdo con el origen de las amenazas estas se clasifican en exógenas (cuando provienen del exterior del sistema, proyecto, obra o actividad), que a su vez pueden ser clasificadas como naturales (originados por fenómenos naturales) o antrópicas (provocadas por actos humanos); y también pueden ser endógenas cuando tienen lugar al interior del sistema o proyecto y son provocadas por el desarrollo propio de los procesos o por las técnicas utilizadas.

A continuación, en Tabla 5.1 se presentan las principales amenazas identificadas para el área de influencia del presente PGRMV.

Tabla 5.1. Amenazas identificadas para el área de estudio.

Tipo de Amenaza	Amenazas
Amenazas exógenas	Movimientos sísmicos
	Crecientes e inundaciones
	Eventos de remoción en masa – desestabilización de taludes
	Incendios forestales
	Vendavales
	Problemas de orden público

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 126 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Tipo de Amenaza	Amenazas
Amenazas endógenas	Fallas operacionales o estructurales en los sistemas de tratamiento de aguas residuales.
	Accidentes durante la operación

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2016.

### 5.1.1 Amenazas exógenas

#### Movimientos sísmicos

La ocurrencia de sismos por efectos de subducción y actividad de fallas locales o regionales, muy por encima de las que se originan en la zona y con las que se diseñan las obras, ocasionará la desestabilización de éstas y de los taludes.

La falla de Apartadó (Falla de Uramita) se encuentra 13 km al Este del proyecto, por esta razón en la Figura 5.1 se puede advertir que el área de influencia se encuentra en una zona de amenaza alta por sismos de acuerdo a los valores de aceleración horizontal pico efectiva ( $A_a$ ) contemplados en el Reglamento Colombiano de Normas Sismo Resistentes (NSR-10).

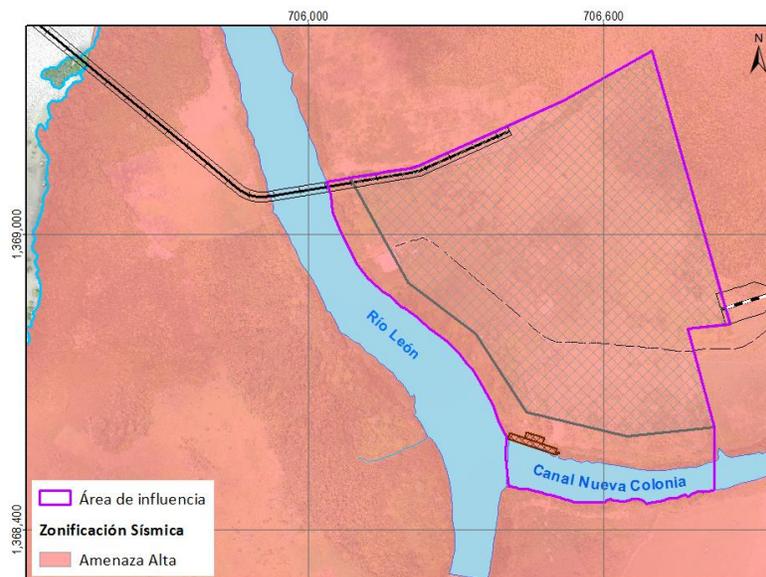


Figura 5.1. Zonificación sísmica en el área de intervención del proyecto.

Fuente: SIGOT, 1999 y Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015<sup>60</sup>

<sup>60</sup> SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA PLANEACIÓN Y EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL – SIGOT. Disponible en: [En Línea] <http://sigotn.igac.gov.co/sigotn> [Consultado 31, agosto, 2015]

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 127 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

### *Crecientes e inundaciones*

El área donde se erigirán las instalaciones portuarias limita con el río León, es topográficamente muy baja, mal drenada y además está afectada por las fluctuaciones diarias de las mareas. Una inundación podría ocurrir en un escenario hipotético donde se presente una creciente del río León durante una marea alta. Esta amenaza se considera media, puesto que el predio donde se construirán las instalaciones se encuentra separado del río León por la presencia de un dique alto que lo protege de las posibles inundaciones. En las áreas adyacentes a la costa, así como a los drenajes naturales y artificiales se asignó una amenaza alta por inundación (ver Figura 5.2)

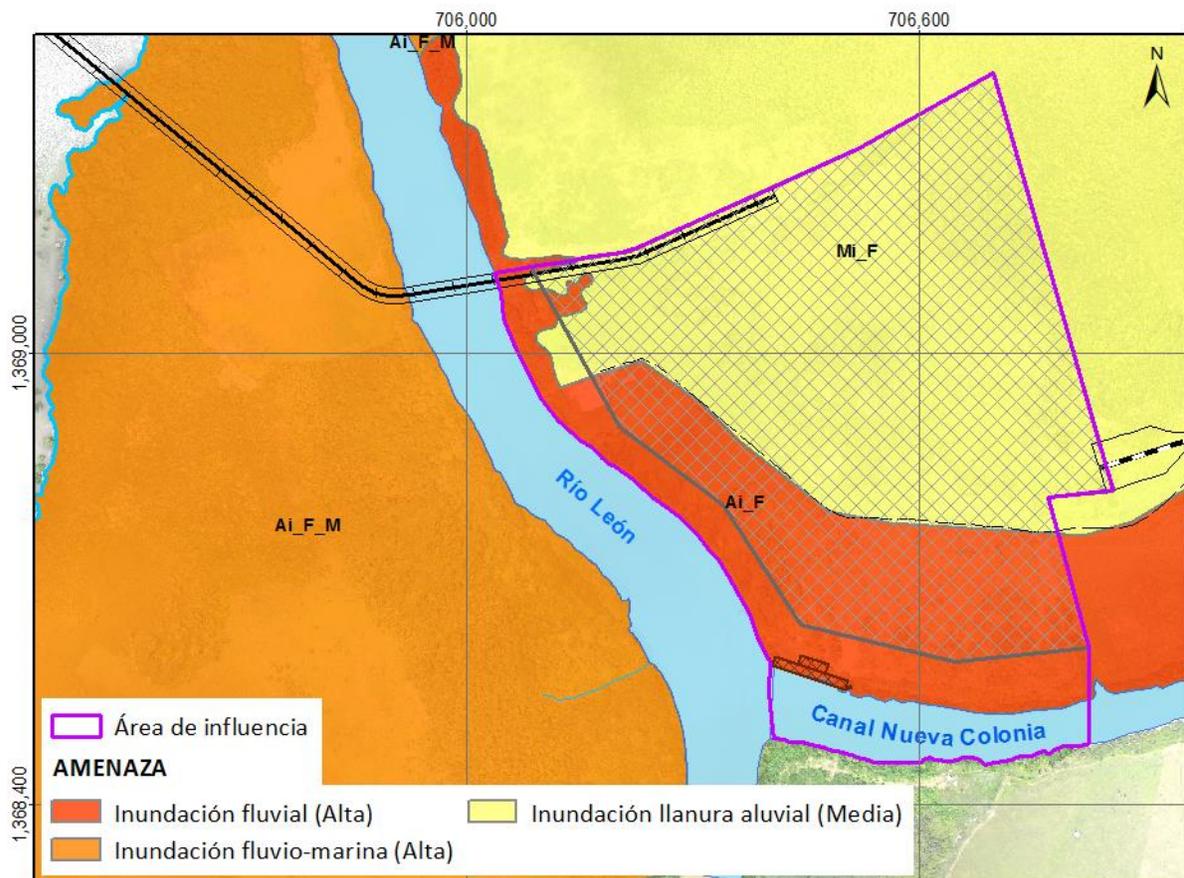


Figura 5.2. Zonas bajo amenaza de inundación en el área de influencia  
Fuente: Aqua y Terra Consultores Asociados S.A.S., 2016.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 128 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

### *Eventos de remoción en masa*

Los eventuales deslizamientos y derrumbes están asociados a los movimientos en masa. A pesar de que estos deslizamientos no son comunes en terrenos de bajas pendientes (son comunes en terrenos con una topografía escarpada), para el presente proyecto se tuvo en cuenta una posible afectación de los fenómenos de socavación que se dan sobre el margen derecho del río León, justo después de su confluencia con el Canal Nueva Colonia. Así pues, la socavación ocasionada por el río podría desestabilizar los taludes de los diques que se construirán para proteger el área del proyecto de las inundaciones.

### *Incendios forestales*

El calor solar provoca deshidratación en las plantas y cuando la humedad del terreno desciende a un nivel inferior al 30% las plantas son incapaces de obtener agua del suelo, con lo que se van secando poco a poco. Este proceso provoca la emisión a la atmósfera de etileno, un compuesto químico presente en la vegetación y altamente combustible. Tiene lugar entonces un doble fenómeno: tanto las plantas como el aire que las rodea se vuelven fácilmente inflamables, con lo que el riesgo de incendio se multiplica<sup>61</sup>.

Para determinar la amenaza por incendios forestales en la zona se tomó como modelo la metodología planteada por el IDEAM en su publicación “Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal escala 1:100.000”

A partir de esta metodología puede observarse que el área de influencia del presente PGRMV tiene una cobertura predominante con una amenaza Moderada total de incendios y en menor proporción tiene una cobertura con amenaza de incendios Alta. Lo anterior es congruente con los reportes de emergencias del municipio de Turbo (ver Tabla 1.1) donde se muestra que en los últimos 5 años (2012-2016) se han presentado seis (06) emergencias por incendios forestales.

<sup>61</sup> IDEAM. Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal escala 1:100.000. Bogotá D.C., 2011. 109 p.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 129 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

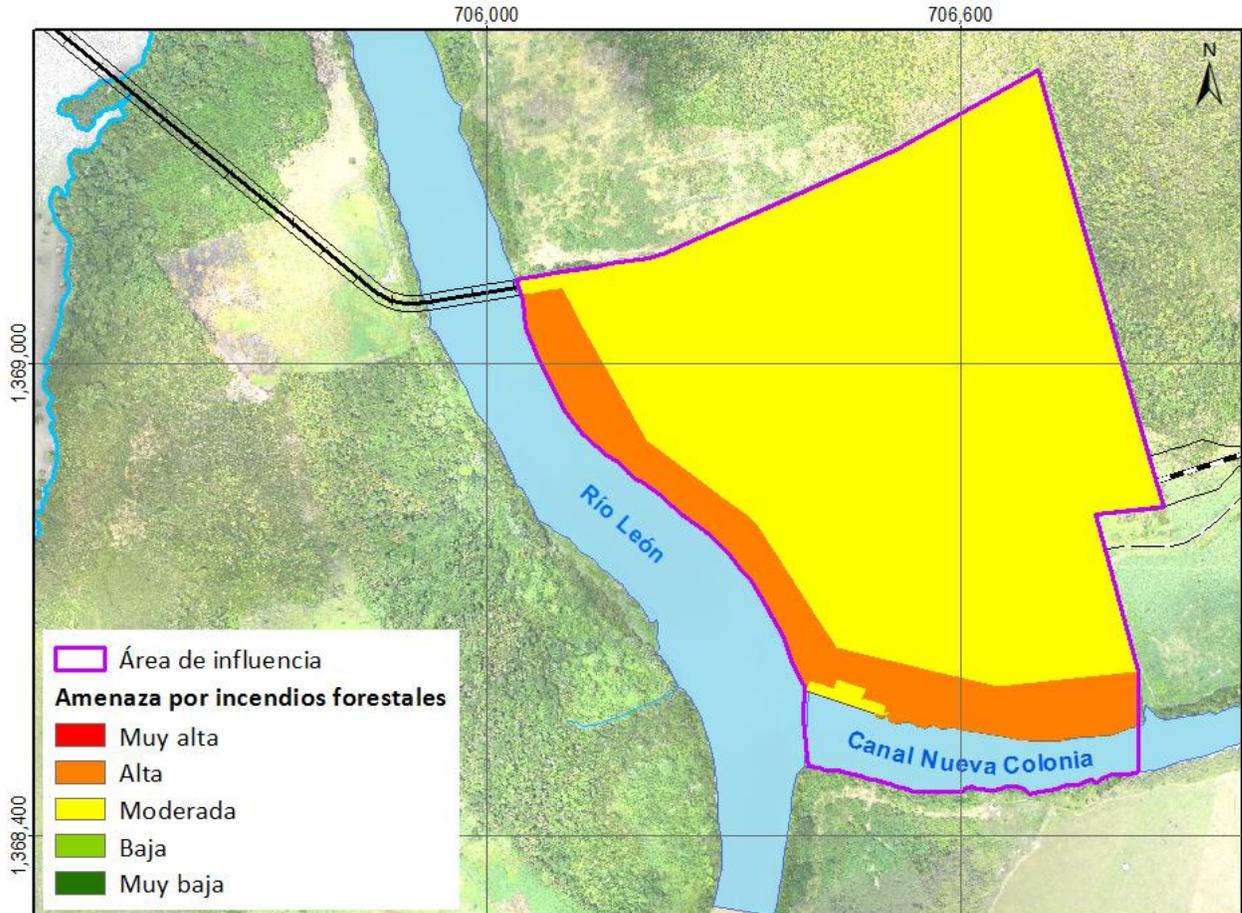


Figura 5.3. Mapa de amenaza por incendios forestales.  
Fuente: Aqua y Terra Consultores Asociados S.A.S., 2016.

### *Vendavales*

Los vendavales son fenómenos meteorológicos frecuentes de las zonas tropicales y semitropicales, ocasionando lluvias y vientos muy fuertes que pueden ocasionar daños en infraestructura, pérdida de techos, redes telefónicas, cortocircuitos, apagones, caídas de árboles, entre otros efectos colaterales. Por esta razón representan una amenaza para el SGV del terminal portuario<sup>62</sup>.

<sup>62</sup> LIZARAZO OSORIO, Juan Felipe y LOPEZ ORTEGÓN, Diana Carolina. Identificación de amenazas y vulnerabilidades para la elaboración del plan de emergencias del PNN Corales del Rosario. Tesis de grado Administrador y Gestor Ambiental. Bogotá D.C.: Universidad Piloto de Colombia. Facultad de ciencias. Programa de Administración y gestión ambiental, 2007, 207 p.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 130 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Los reportes de emergencias ocurridas en el municipio de Turbo, entre 2012 y 2016, dan cuenta de un total de seis (06) episodios. Es decir, que la ocurrencia de vendavales en la zona de estudio es tan frecuente como la ocurrencia de incendios forestales.

#### *Problemas de orden público*

El área de estudio ha sido escenario del conflicto armado por la presencia de grupos al margen de la ley, por lo cual la inserción de proyectos como el Puerto Bahía Colombia de Urabá S.A., puede llegar a constituirse detonante de procesos de exclusión social y económica a partir de la generación de expectativas sobre los precios de la tierra y los cambios en los usos del suelo.

Dada las características sociopolíticas de la zona, existe la probabilidad, aunque muy baja, de que se presenten eventos terroristas y de alteración del orden público como:

**Sabotaje:** puede generar destrucción parcial o total de infraestructura, equipos de construcción, centros de combustibles, bloqueo o destrucción de vías.

**Secuestros:** Al personal de planta participante en el proyecto.

Debido a la aceptación que tuvo el proyecto durante la socialización del mismo con las comunidades, no se espera que existan dificultades como huelgas o paros cívicos asociados a la inconformidad de los habitantes de la zona.

#### *5.1.2 Amenazas endógenas*

##### *Fallas operacionales o estructurales en los sistemas de tratamiento de aguas residuales.*

Se refieren a la suspensión temporal del SGV por un motivo de fuerza mayor (averías de las estructuras de almacenamiento de aguas residuales, fugas en sistema de alcantarillado, falla de alguno de los procesos unitarios de tratamiento, taponamiento de tuberías, procesos de mantenimiento de estructuras, etc. Eso implica que las aguas residuales tendrían que ser vertidas directamente sobre el cuerpo de agua receptor, de manera que se afectan las condiciones de la fuente receptora por la entrega de vertimientos que no satisfacen los criterios de calidad de agua que definen la Resolución 630 de 2015, que reglamenta el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo (Decreto 1076 de 2015).

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 131 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Entonces, durante la operación del SGV se pueden presentar alteraciones en la carga contaminante típicas del sistema, alteración del metabolismo microbiano encargado del tratamiento biológico, la generación excesiva de lodos, entre otros. Entre las fallas más comunes para los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas, se destacan las que se presentan a continuación:

- Cambios de pH: los procesos de tratamiento de las aguas residuales domésticas se realizan con pH básico (8 o superior) el cual, conjuntamente con una temperatura, favorece el desempeño de las bacterias dentro del proceso, además no permite la formación de las inconvenientes espumas e inhibe la formación de ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) indeseable por la generación de malos olores y, especialmente, por el peligro que significa respirar este gas para la salud y aun para la vida de las personas.
- Temperatura: los procesos de tratamientos de aguas residuales en donde se utilizan bacterias no deben de ser realizados a temperaturas que atenten contra la existencia de estos elementos; se menciona como temperaturas máximas no recomendables 80°C y como mínimas 10°C; las temperaturas altas favorecen la conversión de compuestos orgánicos volátiles a gases, lo cual es un verdadero problema para el control de malos olores en los procesos. Hay que tener en cuenta que la actividad de las bacterias se disminuye a medida que las temperaturas bajan y se aumenta a medida que lo hace la temperatura dentro de los rangos recomendables; por ello se ha establecido como norma promedia un máximo de 45°C para estos procesos.
- Derrame de Químicos: el efecto de este tipo de contingencia en los procesos que utilizan bacterias es la inhibición o eliminación parcial o total de ellas; en los procesos de tipo químico los elementos invasores pueden modificar las reacciones de oxidación que son indispensables para obtener el material sedimentable o los compuestos inofensivos que puedan ser retirados bien dentro del efluente o bien por medio de limpiezas periódicas de natas y/o lodos.
- Alteraciones en la carga contaminante de diseño que puedan atentar contra el normal funcionamiento de la comunidad bacteriana: El enunciado de esta contingencia se encuentra involucrado dentro de los tres numerales anteriores, pues éstos están orientados a determinar la influencia de

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 132 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

factores externos que no hayan sido tenidos en cuenta en las hipótesis de diseño cualitativa o cuantitativamente, y, que al presentarse en forma accidental, atentan contra el normal funcionamiento de la comunidad bacteriana.

- Variaciones en el caudal de diseño: en las plantas para el tratamiento de aguas domésticas las variaciones en los caudales a tratar tienen mucho significado cuando éstos son muy superiores al caudal de diseño, pues al superar la capacidad de los tanques de la planta se pueden presentar desbordamientos de líquido no tratado que contaminaría las áreas circundantes a ella; además, en el caso de que no se presentaran los reboses y continuara el proceso de tratamiento, los tiempos de retención serían muy pequeños para el nuevo caudal en comparación con los requeridos para el caudal de diseño obteniéndose en este caso un tratamiento incompleto.

#### *Accidentes durante la operación*

Se pueden presentar por deficientes prácticas laborales como consecuencia de la negligencia y el caso omiso de las normas de higiene y seguridad industrial, así como de los procedimientos contemplados para la ejecución de las diferentes actividades durante la operación del terminal portuario y particularmente del sistema de gestión de vertimientos incluidos todos sus componentes. Dentro de estos accidentes podrían considerarse, por ejemplo, cortos circuitos por inadecuada manipulación de herramientas, perforaciones o roturas de las tuberías de conducción del agua residual, averías en el sistema de bombeo por operación continua de una única bomba, entre otros.

#### *5.1.3 Escenario de ocurrencia de las amenazas identificadas*

Los escenarios de ocurrencia, se establecen a partir de la relación existente entre las obras que comprenden el proyecto y las características ambientales del sitio donde se establecen.

En la Tabla 5.2 se presentan los escenarios donde se pueden presentar los eventos identificados y los elementos del medio que serían afectados por su ocurrencia.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 133 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

Tabla 5.2. Escenarios donde se presentan los eventos.

Amenaza	Escenario	Elementos afectados
<b>Amenazas exógenas</b>		
Movimientos sísmicos	Área de influencia del proyecto	-Infraestructura física existente, incluidos componentes del SGV (alcantarillado, PTAR, tubería de vertimiento) -Personal que opera en el terminal portuario
Crecientes e inundaciones	Área de influencia del proyecto en la parte baja de la cuenca del río León.	-Personal que opera en el terminal en tierra -Infraestructura física existente. -Cobertura vegetal alrededor del terminal en tierra -Suelos alrededor del terminal en tierra
Eventos de remoción en masa	Margen derecha del río León después de la confluencia con Canal Nueva Colonia	-Recurso hídrico superficial -Recurso suelo -Infraestructura física existente -Diques de contención
Incendios forestales	Alrededores del área de influencia del proyecto	-Comunidades presentes en cercanías del área de influencia -Personal que opera en el terminal en tierra -Infraestructura física existente -Cobertura vegetal alrededor del área de influencia
Vendavales	Área de influencia del proyecto	-Personal que opera en el terminal portuario -Infraestructura física existente -Comunidades presentes en cercanías del área de influencia.
Problemas de orden público	Área de influencia del proyecto	-Infraestructura física existente -Personal que opera en el terminal en tierra
<b>Amenazas endógenas</b>		
Fallas operacionales o estructurales en los sistemas de tratamiento de aguas residuales	Parte baja de la cuenca del río León y Canal Nueva Colonia	-SGV incluidos todos sus componentes -Personal que opera en el terminal en tierra -Infraestructura física existente -Medio biótico (flora y fauna íctica)
Accidentes operacionales	Área de influencia del proyecto	-Personal que opera en el terminal en tierra

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2016.

#### 5.1.4 Calificación de amenazas

Para la calificación de las amenazas identificadas para el presente PGRMV, se utilizan cinco categorías a las cuales se les asigna un puntaje de acuerdo a la metodología presentada con anterioridad en el numeral 1.1. del presente documento. De esta forma se califica la mayor o menor probabilidad de ocurrencia de la amenaza. Entre más alta la calificación, mayor es la probabilidad de que se materialice la amenaza.

En la Tabla 5.3 se presenta la calificación de las amenazas identificadas para el proyecto en estudio.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 134 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

Tabla 5.3. Calificación de las amenazas identificadas para el proyecto.

Amenaza o evento contingente	Probabilidad de la amenaza		
	Categoría	Puntaje	
Amenazas exógenas	Movimientos sísmicos	Probable	4
	Crecientes e inundaciones	Probable	4
	Eventos de remoción en masa	Remota	2
	Incendios forestales	Probable	4
	Vendavales	Probable	4
	Problemas de orden público	Ocasional	3
Amenazas endógenas	Fallas operacionales o estructurales en los sistemas de tratamiento de aguas residuales	Probable	4
	Accidentes operacionales	Probable	4

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2016.

## 5.2 Identificación y análisis de la vulnerabilidad

Para calificar la vulnerabilidad a las amenazas identificadas para el presente PGRMV, se utilizan cuatro categorías a las cuales se les asigna un puntaje presentado en la metodología que se describe en el numeral 1.1 del presente documento. Estas categorías se asocian con la gravedad de las consecuencias que se pueden ocasionar sobre el ambiente y las personas. Entre más vulnerable sea un sistema, mayores daños puede sufrir por la ocurrencia de un evento contingente o amenazante.

Para establecer la vulnerabilidad de distintos componentes, es necesario conocer los aspectos de las personas como el conocimiento del riesgo, el nivel de capacitación y la organización de las instituciones, la capacidad de respuesta, la organización individual y colectiva y los recursos disponibles además de los bienes relacionados como líneas vitales, infraestructura esencial, edificios claves y sitios críticos.

En la Tabla 5.4 se hace la calificación de la vulnerabilidad para los diferentes componentes o elementos de medio afectados por la ocurrencia de las amenazas identificadas en el presente proyecto.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 135 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

Tabla 5.4. Calificación de la vulnerabilidad para el proyecto.

Amenaza	Elementos afectados	Categoría	Puntaje
Movimientos sísmicos	-Infraestructura física existente, incluidos componentes del SGV (alcantarillado, PTAR, tubería de vertimiento)	Grave	3
	-Personal que opera en el terminal portuario		
Crecientes e inundaciones	-Personal que opera en el terminal en tierra	Leves	2
	-Infraestructura física existente.		
	-Cobertura vegetal alrededor del terminal en tierra		
	-Suelos alrededor del terminal en tierra		
Eventos de remoción en masa	-Recurso hídrico superficial	Leves	2
	-Recurso suelo		
	-Infraestructura física existente		
	-Diques de contención		
Incendios forestales	-Comunidades presentes en cercanías del área de influencia	Leves	2
	-Personal que opera en el terminal en tierra		
	-Infraestructura física existente		
	-Cobertura vegetal alrededor del área de influencia		
Vendavales	-Personal que opera en el terminal portuario	Leves	2
	-Infraestructura física existente		
	-Comunidades presentes en cercanías del área de influencia.		
Problemas de orden público	-Infraestructura física existente	Leves	2
	-Personal que opera en el terminal en tierra		
Fallas operacionales o estructurales en los sistemas de tratamiento de aguas residuales	-SGV incluidos todos sus componentes	Insignificantes	1
	-Personal que opera en el terminal en tierra		
	-Infraestructura física existente		
	-Medio biótico (flora y fauna íctica)		
	-Personal que opera en el terminal en tierra		
	-Infraestructura física existente		
	-Medio biótico (flora y fauna acuática y terrestre)		
	-Calidad del aire		
-Comunidades presentes en cercanías del área de influencia del proyecto.			
Accidentes operacionales	-Personal que opera en el terminal en tierra	Insignificantes	1

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2016.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 136 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

### 5.3 Estimación del riesgo

Considerando los resultados obtenidos de la calificación de la amenaza y la vulnerabilidad para los eventos exógenos y endógenos identificados para el proyecto, se presenta en la Tabla 5.5 la estimación del riesgo que es el producto de la amenaza por la vulnerabilidad ( $R = A \times V$ ). Tal como se muestra en la metodología presentada en el numeral 1.1. del presente documento.

Tabla 5.5. Estimación del riesgo para el proyecto.

Amenaza	Elementos afectados	Evaluación del riesgo		
		Amenaza	Vulnerabilidad	Nivel de riesgo
Movimientos sísmicos	-Infraestructura física existente, incluidos componentes del SGV (alcantarillado, PTAR, tubería de vertimiento)	4	3	12
	-Personal que opera en el terminal portuario			
Crecientes e inundaciones	-Personal que opera en el terminal en tierra	4	2	8
	-Infraestructura física existente.			
	-Cobertura vegetal alrededor del terminal en tierra			
	-Suelos alrededor del terminal en tierra			
Eventos de remoción en masa	-Recurso hídrico superficial	2	2	4
	-Recurso suelo			
	-Infraestructura física existente			
	-Diques de contención			
Incendios forestales	-Comunidades presentes en cercanías del área de influencia	4	2	8
	-Personal que opera en el terminal en tierra			
	-Infraestructura física existente			
	-Cobertura vegetal alrededor del área de influencia			
Vendavales	-Personal que opera en el terminal portuario	4	2	8
	-Infraestructura física existente			
	-Comunidades presentes en cercanías del área de influencia.			
Problemas de orden público	-Infraestructura física existente	3	1	3
	-Personal que opera en el terminal en tierra			
Fallas operacionales o	-SGV incluidos todos sus componentes	4	1	4

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 137 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

Amenaza	Elementos afectados	Evaluación del riesgo		
		Amenaza	Vulnerabilidad	Nivel de riesgo
estructurales en los sistemas de tratamiento de aguas residuales	-Personal que opera en el terminal en tierra			
	-Infraestructura física existente			
	-Medio biótico (flora y fauna íctica)			
	-Personal que opera en el terminal en tierra			
	-Infraestructura física existente			
	-Medio biótico (flora y fauna acuática y terrestre)			
	-Calidad del aire			
	-Comunidades presentes en cercanías del área de influencia del proyecto.			
Accidentes operacionales	-Personal que opera en el terminal en tierra	4	1	4

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2016.

Una vez identificadas y calificadas las amenazas, evaluada la vulnerabilidad del entorno ante la ocurrencia de un evento contingente, y estimado el riesgo como el producto de las dos anteriores, este se jerarquiza de acuerdo con las consecuencias que puede generar como se puede observar en la Tabla 5.6.

Tabla 5.6. Jerarquización de los riesgos

Categoría del riesgo	Riesgo
<b>Crítico</b>	Movimientos sísmicos.
<b>Tolerable</b>	Crecientes e inundaciones
	Incendios forestales
	Vendavales
	Accidentes operacionales
<b>Aceptable</b>	Eventos de remoción en masa
	Fallas operacionales o estructurales en los sistemas de tratamiento de aguas residuales.
	Problemas de orden público
	Accidentes operacionales

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2016.

A partir de los resultados obtenidos de la jerarquización del riesgo y del análisis de los mismos se puede concluir lo siguiente:

Los eventos de remoción en masa, las fallas operacionales o estructurales, los problemas de orden público y los accidentes operacionales fueron calificados como riesgo ACEPTABLE, lo que indica que no representa una amenaza

 <p>PUERTO BAHÍA COLOMBIA DE USABA S.A. TERMINAL PORTUARIA DE GRANULES SÓLIDOS</p>	<p><b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b></p>	 <p>aqua &amp; terra</p>
	<p><b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b></p>	<p>Página 138 de 177</p>
	<p>GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>

significativa para el medio ambiente y la población aledaña, y por tanto no requiere de la destinación de recursos económicos y técnicos para su atención.

Las crecientes e inundaciones, incendios forestales, y vendavales fueron calificados como riesgos TOLERABLES con un nivel de amenaza medio, es decir, que pueden ocasionar daños significativos al medio ambiente por la falla de los sistemas de tratamiento de aguas residuales y a las poblaciones o asentamientos que se encuentran cercanos al área de influencia del proyecto. Por esta razón, requieren de la implementación de planes de atención, con disponibilidad de recursos económicos y técnicos para ser atendidos y tienen un nivel de prioridad medio.

Finalmente, los movimientos sísmicos fueron los únicos riesgos CRÍTICOS identificados. Tienen un nivel de amenaza alto, que pueden causar daños graves sobre el medio ambiente debido a la ocurrencia de fallas de los sistemas de tratamiento de aguas residuales de tipo doméstico generando derrames de agua residual directamente en el río. Por tanto, requieren de la implementación de planes de atención primaria a corto plazo, con la disponibilidad inmediata de recursos económicos y técnicos para ser atendidos y tienen un nivel de prioridad alto.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 139 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

## 6. PROCESO DE REDUCCIÓN DEL RIESGO ASOCIADO AL SISTEMA DE GESTIÓN DE VERTIMIENTOS

Con base en la identificación de los riesgos que se realizó en el capítulo anterior, se elaboraron los planes para la reducción del riesgo y el manejo los desastres, que buscan prevenir y mitigar los riesgos, además de buscar que los eventos sean atendidos con la suficiente eficacia, minimizando los daños a la comunidad y al ambiente.

Para las medidas de manejo serán considerados los riesgos críticos y tolerables, debido a que estos tienen una mayor incidencia en la variación de la calidad del agua de la fuente receptora en caso de que ocurra una emergencia bien sea por causas naturales o antrópicas.

De manera general, para reducir los riesgos identificados y mejorar la preparación frente a las emergencias se recomienda lo siguiente:

1. Mantener un registro histórico de las emergencias ocurridas desde el momento en que entre en funcionamiento el puerto. De esta manera podrán establecerse patrones de comportamiento de los fenómenos naturales y al mismo tiempo podrán evaluarse la efectividad de las medidas preventivas y correctivas aplicadas.
2. Si las condiciones del terreno lo permiten, se recomienda que los módulos de la PTAR sean instalados bajo tierra, de acuerdo con las especificaciones del fabricante, y de esta forma se garantiza una barrera natural frente a las inundaciones, terremotos e incendios.

Adicionalmente, con el fin de evitar las consecuencias que están asociadas a las fallas en el SGV, dentro de las cuales se podrían mencionar la alteración de la calidad del agua de las fuentes aledañas al terminal en tierra y la afectación sobre el recurso suelo, a continuación, se presentan las medidas de prevención y mitigación de los riesgos identificados para el presente SGV.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 140 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

## 6.1 Movimientos sísmicos

FICHA 1 – REDUCCIÓN DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS SÍSMICOS		CÓDIGO: PGV_01	
		Fecha: Julio 2016	Versión: 01
<b>1. Tipo de medida</b>			
ESTRUCTURAL		NO ESTRUCTURAL	X
<b>2. Objetivos</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevenir los derrames asociados a fallas del SGV durante y posterior al acontecimiento de un evento sísmico.</li> </ul>			
<b>3. Metas</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantener un registro de 0 derrames ocurridos como consecuencia de fallas post-sismo.</li> </ul>			
<b>4. Descripción de la medida</b>			
<p><b><u>MEDIDAS PREVENTIVAS</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar capacitaciones y simulacros de terremoto semestrales con el personal que opera el SGV con el fin mejorar la capacidad de respuesta ante una contingencia por movimientos sísmicos. Las capacitaciones incluirán temas como primeros auxilios, puntos de encuentro, posiciones y medidas de seguridad, acciones durante y después del terremoto, entre otros temas que el personal HSEQ considere indispensables</li> <li>Debido a la amplia distribución y diversidad que pueden tener los efectos de un terremoto, la protección de las vidas humanas y de la infraestructura del proyecto como tarea de prevención, debe estar enfocada hacia la disminución de la vulnerabilidad, educando a los trabajadores hacia un comportamiento defensivo durante y después del terremoto y preparar sistemas de comunicación de emergencias, que permitan solicitar el apoyo de las entidades de socorro.</li> <li>Mensualmente deberá realizarse una inspección general del SGV para identificar condiciones de vulnerabilidad frente a la ocurrencia de un sismo. Es decir, se realizarán recorridos para verificar posibles fugas de tuberías, zona donde este instalada la PTAR y el estado de sus componentes, caseta de bombeo, entre otros. Se verificarán los tiempos de vida útil de los diferentes elementos que conforman el SGV y se procederá a cambiarlos o repararlos de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.</li> </ul> <p><b><u>MEDIDAS DE ATENCIÓN</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Posterior al cese del movimiento telúrico, el personal encargado de operar el SGV deberá hacer una inspección inmediata con el fin de verificar los posibles daños ocasionados, el lugar, la magnitud, las consecuencias y tomar las respectivas medidas que pueden incluir la solicitud de apoyo a entidades externas para atender la emergencia articulando el plan de atención local con un plan regional del mismo tipo.</li> <li>Ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud, el comité coordinador del plan, evaluará el estado de las comunicaciones, a través de llamadas a cada uno de los frentes del proyecto, determinando las causas de la interrupción de estas en algún sitio, e iniciará las actividades que permitan el restablecimiento inmediato. Si se comprueba que el sismo no ocasiona daños de gravedad en la infraestructura del SGV, podrá reanudarse con normalidad el funcionamiento del mismo.</li> <li>El comité coordinador del plan convocará al comité de emergencias, para que éste realice una rápida evaluación de los daños y active el plan de atención de emergencias en caso de que el evento involucre vidas humanas.</li> <li>Una vez atendida la emergencia se convocará al comité asesoría técnica para evaluar los daños en cada</li> </ul>			

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	 Página 141 de 177
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

<b>FICHA 1 – REDUCCIÓN DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS SÍSMICOS</b>		<b>CÓDIGO: PGV_01</b>	
		<b>Fecha:</b> Julio 2016	<b>Versión:</b> 01
uno de los frentes.			
<b>5. Estrategias de implementación</b>			
Se realizará un proceso de capacitación semestral al personal que opere el sistema de tratamiento en el marco del programa de educación en el cual se trabajarán contenidos como amenazas naturales, el cuidado del agua, inspección del funcionamiento y operación de los sistemas de tratamientos de agua residuales domésticas e industriales, entre otros.			
<b>6. Recursos</b>			
Para las capacitaciones se utilizarán recursos audiovisuales (cartillas, folletos, vallas, carteleras, videos y diapositivas, entre otros).			
<b>7. Responsable</b>			
Operador del terminal portuario – Operadores del SGV			
<b>8. Presupuesto</b>			
Los costos están contemplados dentro del presupuesto general del proyecto.			
<b>9. Cronograma</b>			
El presente plan entra en vigencia desde el momento en que inicie la operación del terminal portuario en tierra y se mantendrá vigencia hasta el desmantelamiento del mismo.			
<b>10. Indicadores de seguimiento</b>			
<i>Indicador 1:</i>			
<i>Derrames Post-sismo: Derrames de ARD asociados a daños producidos durante un sismo.</i>			
<i>Indicador 2:</i> $\% \text{Capacitados} = (\text{O.C.A} / \text{O.T.}) * 100$ O.C.A.: Operarios Capacitados Anualmente O.T.: Operarios totales	<i>Indicador 3:</i> $\% \text{I.A.} = (\text{No. Inspecciones} / \text{Meses}) * 100$ %I.A: Porcentaje de inspecciones anuales Nota: Este indicador puede reportarse trimestral, semestral o anualmente.	<i>Indicador 4:</i> $\% \text{IPS} = (\text{No. Inspecciones} / \text{No. Sismos}) * 100$ %IPS : Porcentaje de inspecciones post-sismo Nota: Este indicador solo aplica a partir del momento en que se presenta el primer sismo	
<b>11. Mecanismos de seguimiento</b>			
Para verificar el cumplimiento de las metas establecidas en este plan se llevarán registros de las capacitaciones, inspecciones mensuales y de las inspecciones realizadas después de un evento de emergencia. Estos reportes estarán acompañados de fotografías donde se muestren los asistentes a las capacitaciones y el estado de los elementos del SGV al momento de realizar las inspecciones.			
Como mínimo, los reportes deben contener la siguiente información:			
Para las capacitaciones:			
-Fecha			
-Encargado(s) de la capacitación			
-Listado de asistentes			
-Temática desarrollada			
-Registro fotográfico			
Para las inspecciones:			

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 142 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

<b>FICHA 1 – REDUCCIÓN DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS SÍSMICOS</b>	<b>CÓDIGO: PGV_01</b>	
	<b>Fecha:</b> Julio 2016	<b>Versión:</b> 01
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Fecha</li> <li>-Encargado de la inspección</li> <li>-Descripción de fallas detectadas, georreferenciación y fotografías</li> <li>-Componente del SGV afectado (alcantarillado, PTAR, estación de bombeo)</li> <li>-Fecha, magnitud y epicentro del terremoto (para las inspecciones post-emergencia)</li> <li>-Reparaciones y/o mantenimiento propuesto a corto y mediano plazo.</li> </ul>		

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 143 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

## 6.2 Crecientes e inundaciones

FICHA 2 – REDUCCIÓN DEL RIESGO POR CRECIENTES E INUNDACIONES		CÓDIGO: PGV_02	
		Fecha: Julio 2016	Versión: 01
<b>1. Tipo de medida</b>			
ESTRUCTURAL	X	NO ESTRUCTURAL	X
<b>2. Objetivos</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevenir los daños a la infraestructura y la saturación del SGV ocasionados por las crecientes del río León</li> </ul>			
<b>3. Metas</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantener un registro de 0 daños en el SGV ocasionados por las crecientes del río León.</li> </ul>			
<b>4. Descripción de la medida</b>			
<p><b><u>MEDIDAS PREVENTIVAS</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Para el área donde será construido el terminal en tierra, se definirá un nivel de coronación que este como mínimo entre las cotas 1.80 y 1.95 m.s.n.m. De esta forma se garantiza que no existirán problemas de desbordamientos para un caudal de retorno de 100 años.</li> <li>Se articulará con el DAPARD (Departamento Administrativo del Sistema de Prevención, Atención y Recuperación de Desastres) un sistema de alerta temprana de inundaciones basada en la información obtenida por medio de monitoreos constantes realizados aguas arriba de la ubicación del proyecto. Para estos monitoreos se tendrá en cuenta la información reportada por sensores remotos o estaciones hidrológicas (Limnigráficas o Limnimétricas, como es el caso de la estación Barranquillita del IDEAM) que se encuentren previamente instalados en la cuenca.</li> <li>En caso de que no existan estaciones de vigilancia de los niveles del río León, deberá evaluarse la posibilidad de instalar una con el apoyo del DAPARD y/o demás instituciones relacionadas, de tal forma que los esfuerzos mancomunados entre los operadores del terminal portuario y las entidades públicas permitan establecer un sistema de alerta temprana en la región, beneficiando tanto al proyecto como a las comunidades que habitan esta parte de la cuenca.</li> <li>Se instalarán alarmas de emergencia en todo el terminal portuario. La ubicación de las mismas deberá hacerse de tal forma que se garantice la difusión de la alerta en todos los frentes de trabajo tanto del terminal en tierra como del terminal marino.</li> <li>Las diferentes unidades que componen el SGV deberán ser inspeccionadas mensualmente para verificar la presencia de fugas, fisuras, taponamientos y cualquier situación adicional que impida el óptimo funcionamiento tanto del sistema de recolección y transporte del agua residual como de la PTAR. En caso de encontrar alguna falla, deberá repararse de manera inmediata.</li> </ul> <p><b><u>MEDIDAS DE ATENCIÓN</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>En caso de detectarse que el caudal del río sobrepasará la cota de coronación, se deberán activar las alarmas de emergencia.</li> <li>Se informará a los frentes de obra expuestos, mediante la activación de las alarmas de evacuación.</li> <li>En caso de no ser oportuna la evacuación, se desplazará el comité de emergencias con las brigadas de apoyo para poner en marcha el plan de emergencias.</li> </ul>			

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 144 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

<b>FICHA 2 – REDUCCIÓN DEL RIESGO POR CRECIENTES E INUNDACIONES</b>	<b>CÓDIGO: PGV_02</b>	
	<b>Fecha:</b> Julio 2016	<b>Versión:</b> 01
<p>- En caso que la infraestructura se vea afectada por la inundación y dependiendo de su magnitud, se comunicará a las autoridades del caso (CLOPAD, CREPAD, DAPARD, y CORPOURABA) y se impedirá el paso de personas y vehículos por la zona afectada mediante su adecuada delimitación y señalización. En caso de ser necesario se evacuarán las personas que se encuentren en peligro. Se informará a los frentes de obra expuestos, mediante la activación de las alarmas de evacuación.</p>		
<b>5. Estrategias de implementación</b>		
<p>Durante la fase de construcción del proyecto se tendrá en cuenta el nivel mínimo de coronación para garantizar que la parte más baja del terminal en tierra este por lo menos a 1.80 m.s.n.m.</p> <p>Se realizará un proceso de capacitación constante al personal para las amenazas naturales, inspección del funcionamiento y operación de los sistemas de tratamientos de agua residuales domésticas e industriales.</p> <p>Previamente a la entrada en operación del terminal portuario, se deberán realizar reuniones con las entidades locales y departamentales de gestión del riesgo, de tal forma que se establezcan los mecanismos de comunicación y notificación de alertas tempranas sobre inundación.</p>		
<b>6. Recursos</b>		
<p>En una eventual instalación de un sistema de monitoreo propio de los niveles del río León, deberá contarse con instrumentos como el limnómetro y el recurso técnico para su instalación y, más importante aún, el personal encargado de realizar el monitoreo continuo.</p>		
<b>7. Responsable</b>		
<p>Operador del terminal portuario – Operadores del SGV</p>		
<b>8. Presupuesto</b>		
<p>Los costos están contemplados dentro del presupuesto general del proyecto.</p>		
<b>9. Cronograma</b>		
<p>El presente plan entra en vigencia desde el momento en que se inicia la construcción, continuará durante la operación del terminal en tierra y se mantendrá vigencia hasta el desmantelamiento del mismo.</p>		
<b>10. Indicadores de seguimiento</b>		
<p><i>Indicador 1:</i></p> <p>Diferencia entre cotas iniciales y cotas después de realizada la nivelación y antes de iniciar la construcción</p>		
<b>11. Mecanismos de seguimiento</b>		
<p>Para verificar la cota de coronación antes de iniciar la fase de construcción del terminal en tierra se utilizará la topografía del terreno, levantada por el constructor de la obra.</p> <p>Para verificar la implementación del plan de acción conjunto entre el proyecto y las entidades públicas de gestión del riesgo, deberá elaborarse un documento que reúna los compromisos o acuerdos establecidos en las reuniones realizadas con representantes del CLOPAD, CREPAD, DAPARD y/o CORPOURABA. En el documento se establecerá un plan de alerta temprana tanto para el proyecto como para la comunidad que habita el corregimiento de Nueva Colonia, que también podrían verse afectados por una inundación.</p>		

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 145 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

### 6.3 Incendios forestales

<b>FICHA 3 – REDUCCIÓN DEL RIESGO POR INCENDIOS FORESTALES</b>		<b>CÓDIGO: PGV_03</b>	
		<b>Fecha:</b> Julio 2016	<b>Versión:</b> 01
<b>1. Tipo de medida</b>			
ESTRUCTURAL		NO ESTRUCTURAL	X
<b>2. Objetivos</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevenir los daños ocasionados al SGV por las altas temperaturas generadas durante un incendio forestal</li> </ul>			
<b>3. Metas</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantener un registro de 0 daños al SGV ocasionados por incendios forestales.</li> </ul>			
<b>4. Descripción de la medida</b>			
<p><b><u>MEDIDAS PREVENTIVAS</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Se realizarán charlas semestrales donde se concientice a los asistentes sobre las probabilidades de incendio que se encuentren asociados a las coberturas adyacentes a la zona del proyecto. Además de esto se mencionará a los asistentes de la charla, las actividades que constituyen un foco de incendio forestal y recomendaciones para prevenirlos. Como guía para la preparación de las charlas puede utilizarse el “Manual con medidas para la prevención de incendios forestales” del Ministerio de agricultura de Chile<sup>63</sup>.</li> <li>Por ningún motivo se dispondrán residuos sólidos (vidrio, botellas, desperdicios de alimentos, cartón, papel, etc.) a las afueras del proyecto, en las zonas de cobertura vegetal. De igual forma se inculcará los operarios del puerto la importancia del manejo adecuado de residuos sólidos en la prevención de los incendios forestales.</li> <li>El tránsito de vehículos entre el terminal en tierra y el corregimiento de nueva Colonia deberá realizarse exclusivamente por la carretera construida para este propósito. Deberá evitarse, en lo posible, el tránsito por trochas y zonas no pavimentadas. A menos que las actividades de mantenimiento, inspección y seguridad del puerto lo requieran.</li> <li>Deberá informarse a los operarios del SGV, o en su defecto, publicarse en un lugar visible y estratégico (Cartelera informativa por sector), los números de emergencia correspondientes a la zona del proyecto. Como mínimo se deben incluir el teléfono de policía, bomberos, CLOPAD, CREPAD, DAPARD, CORPOURABA y/o cualquier otra entidad (pública o privada) que pueda brindar apoyo en caso de que se presente un incendio de gran escala.</li> <li>Deberán instalarse puntos de extintores de polvo químico triclase en los alrededores de la PTAR y estación de bombeo.</li> <li>La terminal portuaria cuenta con un sistema contra incendios (tanques de agua contra incendios, puntos de mangueras contra incendio, aspersores, detectores de humo y demás implementos que sean necesarios). Este sistema tendrá revisiones</li> </ul> <p><b><u>MEDIDAS CONTROL</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Se creará una brigada de atención primaria de incendios conformada por operarios del terminal portuario que estarán capacitados para el manejo de equipos para la extinción de pequeños focos de incendio. El</li> </ul>			

<sup>63</sup> CONAF. Ministerio de Agricultura. Documento de trabajo 567. Manual con medidas para la prevención de incendios forestales. Chile: diciembre, 2011. 89p.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 146 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

<b>FICHA 3 – REDUCCIÓN DEL RIESGO POR INCENDIOS FORESTALES</b>		<b>CÓDIGO: PGV_03</b>	
		<b>Fecha:</b> Julio 2016	<b>Versión:</b> 01
<p>personal que conforme esta brigada deberá tener conocimientos básicos sobre el uso de extintores y métodos para el control de incendios, ubicación de mangueras contra incendio, alarmas, puntos de encuentro y equipos de protección. La brigada solo atenderá incendios pequeños controlables con extintores, en caso de una conflagración mayor deberá alertarse de inmediato al cuerpo de bomberos que se encuentra al interior del terminal portuario para que ellos sean los encargados de atender la emergencia. Como documento guía para la</p>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Alrededor del muro o malla perimetral del terminal en tierra, se instalarán aspersores que permitan la humectación de una franja de suelo con un ancho entre 5-10m. Estos aspersores se activarán cuando se identifique un incendio forestal en los alrededores del terminal terrestre. De esta forma se busca crear una línea cortafuegos que impida la llegada del incendio a las instalaciones del terminal.</li> </ul>			
<b>5. Estrategias de implementación</b>			
<p>Semestralmente se convocará una reunión con los operarios del SGV en la cual se dictarán charlas sobre las medidas que se deben adoptar para prevenir los focos de incendio. Estas charlas pueden combinarse con las demás capacitaciones establecidas en los programas HSEQ del puerto. La brigada contraincendios, en conjunto con el cuerpo de bomberos del terminal portuario, deberán definir un protocolo de actuación para emergencias por incendios forestales. Esto deberá realizarse una vez entre en operación el terminal portuario y se conforme la brigada contraincendios en un plazo inferior a seis meses.</p>			
<b>6. Recursos</b>			
<p>Para las capacitaciones se utilizarán recursos audiovisuales (cartillas, folletos, vallas, carteleras, videos y diapositivas, entre otros).</p>			
<b>7. Responsable</b>			
<p>Operador del terminal portuario – Operadores del SGV</p>			
<b>8. Presupuesto</b>			
<p>Los costos están contemplados dentro del presupuesto general del proyecto.</p>			
<b>9. Cronograma</b>			
<p>El presente plan entra en vigencia desde el momento en que inicie la operación del terminal portuario en tierra y se mantendrá vigencia hasta el desmantelamiento del mismo. Particularmente</p>			
<b>10. Indicadores de seguimiento</b>			
<p><i>Indicador 1:</i></p> <p>Reporte de daños al SGV ocasionados por incendios forestales.</p>	<p><i>Indicador 2:</i></p> <p>%Operarios Asistentes = (No. De asistentes/No. Operarios SGV) *100</p> <p>Donde:</p> <p>%Operarios Asistentes: Proporción de operarios del SGV que asistieron a las charlas sobre prevención de incendios forestales</p> <p>No. De asistentes: Número de personas que asistieron a la capacitación.</p> <p>No. Operarios SGV: Número de personas que trabajan áreas asociadas al SGV, de acuerdo con</p>	<p><i>Indicador 3.</i></p> <p>Bitácora de inspecciones semestrales al sistema contraincendios del terminal en tierra.</p>	

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 147 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

<b>FICHA 3 – REDUCCIÓN DEL RIESGO POR INCENDIOS FORESTALES</b>	<b>CÓDIGO: PGV_03</b>	
	<b>Fecha:</b> Julio 2016	<b>Versión:</b> 01
	los datos reportados por el departamento de talento humano de la empresa.	
<b>11. Mecanismos de seguimiento</b>		
<p>Para verificar el cumplimiento de las metas establecidas en este plan se llevarán registros de las capacitaciones Estos reportes estarán acompañados de fotografías donde se muestren los asistentes a las capacitaciones.</p> <p>Como mínimo, los reportes deben contener la siguiente información:</p> <p>Para las capacitaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Fecha</li> <li>-Encargado(s) de la capacitación</li> <li>-Listado de asistentes</li> <li>-Temática desarrollada</li> <li>-Registro fotográfico</li> </ul> <p>Para garantizar la conformación del equipo de atención primaria a los incendios, deberá realizarse el Acta de conformación de la brigada contra incendios que debe indicar cuales son los integrantes del equipo con sus respectivos cargos y funciones dentro de la brigada. El acta también deberá incluir el cronograma de capacitaciones de la brigada.</p>		

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 148 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

## 6.4 Vendavales

FICHA 4 – REDUCCIÓN DEL RIESGO POR VENDAVALES		CÓDIGO: PGV_04	
		Fecha: Julio 2016	Versión: 01
<b>1. Tipo de medida</b>			
ESTRUCTURAL		NO ESTRUCTURAL	X
<b>2. Objetivos</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevenir y mitigar los daños que podrían causar los fuertes vientos de un vendaval sobre las estructuras asociadas y el personal operativo del SGV</li> </ul>			
<b>3. Metas</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantener un registro de cero (0) daños al SGV asociados a la ocurrencia de fenómenos meteorológicos como vendavales.</li> </ul>			
<b>4. Descripción de la medida</b>			
<p><b><u>MEDIDAS PREVENTIVAS</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Se realizarán reuniones con los organismos de gestión del riesgo para conocer los planes de emergencia que ellos establezcan en caso de que ocurra un vendaval y, de esta forma, se articularan con los procedimientos internos del puerto y de sus operarios, principalmente, aquellos que tienen funciones específicas con el SGV.</li> <li>Periódicamente deberán inspeccionarse los canales y tuberías que transportan tanto el agua residual domestica como el agua lluvia. Esto se hace con el propósito de identificar fugas o desgastes en la tubería que puedan derivar en derrames de gran magnitud durante un vendaval.</li> <li>Se evaluará la posibilidad de instalar una estación meteorológica o un instrumento similar que permita medir la dirección, frecuencia y velocidad del viento. De esta forma podrán identificarse cambios súbitos en el comportamiento del viento que indiquen la formación de vendavales.</li> <li>Se capacitará a los operarios del SGV sobre los lugares de refugio y puntos de encuentro en caso de que ocurra alguna emergencia, esto incluye medidas para la respuesta frente a situaciones de emergencia durante y después del terremoto.</li> <li>Comprobar que la infraestructura que hace parte del SGV se encuentre en óptimas condiciones antes de reiniciar la operación después de que ocurra un evento meteorológico.</li> </ul> <p><b><u>MEDIDAS DE ATENCIÓN</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Una vez haya pasado el vendaval, el personal encargado de operar el SGV deberá hacer una inspección inmediata con el fin de verificar los posibles daños ocasionados, el lugar, la magnitud, las consecuencias y tomar las respectivas medidas que pueden incluir la solicitud de apoyo a entidades externas para atender la emergencia articulando el plan de atención local con un plan regional del mismo tipo.</li> <li>Después de que haya sido atendida la emergencia se convocará al comité asesoría técnica para evaluar los daños en cada uno de los frentes.</li> <li>Luego de haber realizado la inspección post-desastre, podrá reanudarse la operación del SGV siempre y cuando se haya verificado que no existen fugas ni daños en los sistemas de conducción de agua residual y en la PTAR.</li> </ul>			
<b>5. Estrategias de implementación</b>			

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

<b>FICHA 4 – REDUCCIÓN DEL RIESGO POR VENDA VALES</b>		<b>CÓDIGO: PGV_04</b>	
		<b>Fecha:</b> Julio 2016	<b>Versión:</b> 01
<p>Se realizará un proceso de capacitación constante al personal que opere el sistema de tratamiento en el marco del programa de educación en el cual se trabajarán contenidos como amenazas naturales, el cuidado del agua, inspección del funcionamiento y operación de los sistemas de tratamientos de agua residuales domésticas e industriales, entre otros.</p>			
<b>6. Recursos</b>			
<p>Para las capacitaciones se utilizarán recursos audiovisuales (cartillas, folletos, vallas, carteleras, videos y diapositivas, entre otros).</p> <p>En caso de ser factible se podrá adquirir una estación meteorológica que permita monitorear las condiciones de viento y precipitación en tiempo real.</p>			
<b>7. Responsable</b>			
Operador del terminal portuario – Operadores del SGV			
<b>8. Presupuesto</b>			
Los costos están contemplados dentro del presupuesto general del proyecto.			
<b>9. Cronograma</b>			
El presente plan entra en vigencia desde el momento en que inicie la operación del terminal portuario en tierra y se mantendrá vigencia hasta el desmantelamiento del mismo. Particularmente			
<b>10. Indicadores de seguimiento</b>			
<p><i>Indicador 1:</i></p> $\% \text{Operarios Capacitados} = \frac{\text{O.C.A}}{\text{O.T.}} * 100$ <p>O.C.A.: Operarios Capacitados Anualmente O.T.: Operarios totales</p>	<p><i>Indicador 2:</i></p> $\% \text{I.A.} = \frac{\text{No. Inspecciones}}{\text{Meses}} * 100$ <p>%I.A.: Porcentaje de inspecciones anuales Nota: Este indicador puede reportarse trimestral, semestral o anualmente.</p>	<p><i>Indicador 3:</i></p> $\% \text{IPS} = \frac{\text{No. Inspecciones/No. Vendavales}}{\text{No. Inspecciones/No. Vendavales}} * 100$ <p>%IPS : Porcentaje de inspecciones post-vendavales Nota: Este indicador solo aplica a partir del momento en que se presenta el primer vendaval</p>	<p><i>Indicador 4.</i></p> <p>Reporte de daños asociados a la ocurrencia de un fenómeno meteorológico. Nota: después de que ocurra el evento se realizara la inspección y se elaborara el reporte.</p>
<b>11. Mecanismos de seguimiento</b>			
<p>Para verificar el cumplimiento de las metas establecidas en este plan se llevarán registros de las capacitaciones, inspecciones mensuales y de las inspecciones realizadas después de un evento de emergencia. Estos reportes estarán acompañados de fotografías donde se muestren los asistentes a las capacitaciones y el estado de los elementos del SGV al momento de realizar las inspecciones. Como mínimo, los reportes deben contener la siguiente información:</p> <p>Para las capacitaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Fecha</li> <li>-Encargado(s) de la capacitación</li> <li>-Listado de asistentes</li> <li>-Temática desarrollada</li> <li>-Registro fotográfico</li> </ul> <p>Para las inspecciones:</p>			

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 150 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

<b>FICHA 4 – REDUCCIÓN DEL RIESGO POR VENDAVALES</b>	<b>CÓDIGO: PGV_04</b>	
	<b>Fecha:</b> Julio 2016	<b>Versión:</b> 01
-Fecha -Encargado de la inspección -Descripción de fallas detectadas, georreferenciación y fotografías -Componente del SGV afectado (alcantarillado, PTAR, estación de bombeo) -Reparaciones y/o mantenimiento propuesto a corto y mediano plazo.		

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 151 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

## 7. PROCESO DE MANEJO DEL DESASTRE

A continuación, se establecen las medidas o procedimientos para la atención de emergencias, encaminadas a evitar consecuencias graves causadas, en la mayoría de los casos, por falta de preparación del propietario del proyecto, las comunidades presentes en el área de influencia y los operarios del proyecto.

### 7.1 Preparación para la respuesta

#### 7.1.1 Plan estratégico

En caso de una emergencia, se alertará al Supervisor o Jefe de Área quien evaluará la gravedad y la magnitud del incidente, el tamaño del derrame, los recursos requeridos, etc. Inmediatamente movilizarán al Comité de Emergencias, a los recursos humanos necesarios y al equipo de respuesta apropiado para la emergencia que se haya presentado. Una vez estudiada y analizada la misma, notificarán al Supervisor o Jefe de Área quien decidirá la necesidad de enviar un equipo de apoyo para atender la situación. Adicionalmente, deberá notificarse al Gerente, para los fines de impulsar las coordinaciones pertinentes ante las autoridades departamentales y regionales, en caso de requerirse.

A continuación, en la Figura 7.1 se presenta la estructura organizacional del proyecto durante la fase de operación

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 152 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

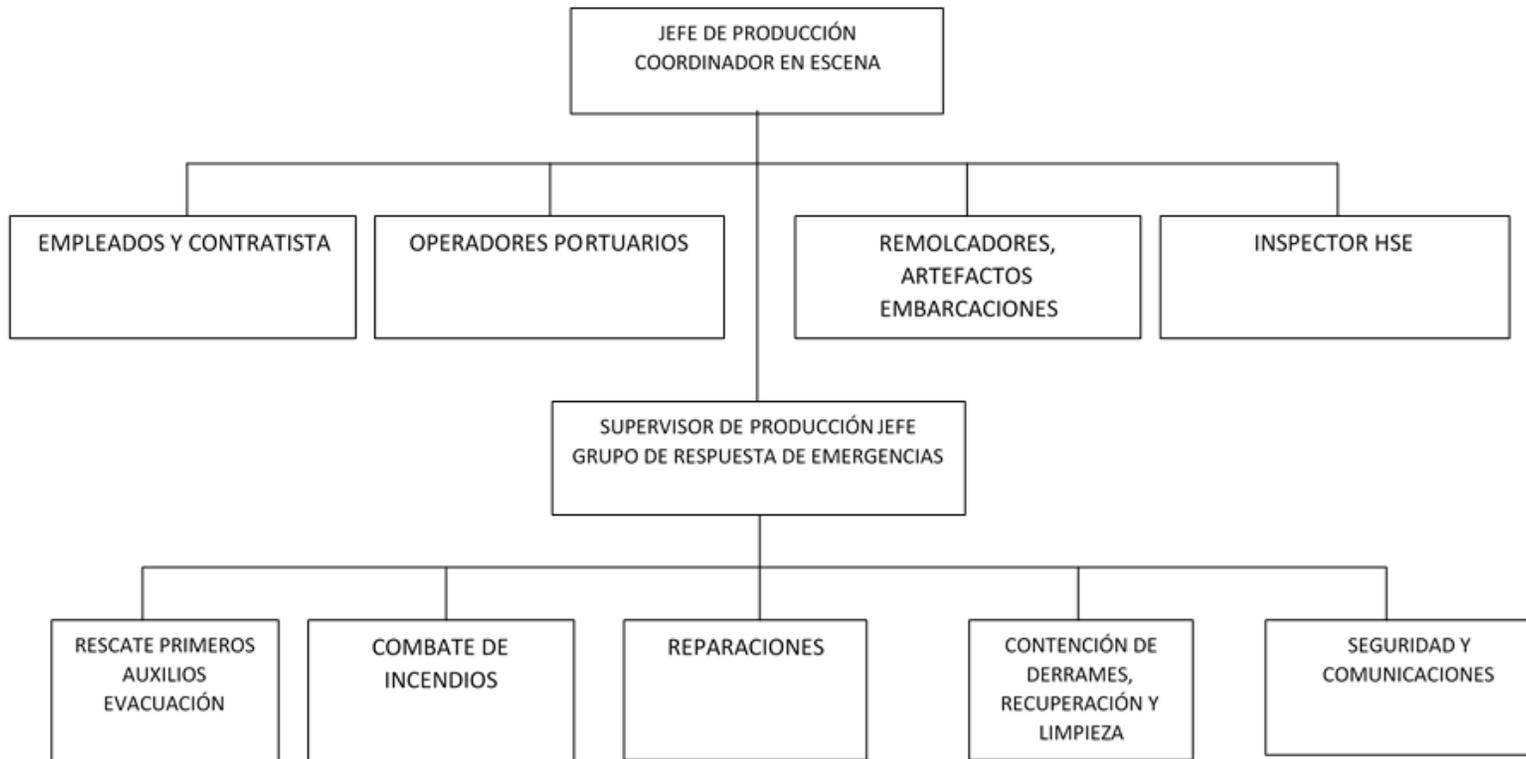


Figura 7.1. Comité de emergencias durante la fase de operación.  
Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., 2010

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 153 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

### *Funciones y responsabilidades del Director en Escena*

El Gerente de la Terminal Portuaria será el responsable de garantizar que todas las actividades asociadas con la ejecución del proyecto se desarrollen en total cumplimiento de los términos de la Licencia Ambiental, de los demás permisos, de las regulaciones y demás normas vigentes. Por esta razón, en situación de emergencia, ocupará la función de Director en Escena, de acuerdo a la organización establecida en el Plan Nacional de Contingencia.

Sus principales funciones son:

- Verificar la naturaleza y gravedad de la emergencia, con base en la evaluación realizada por el coordinador técnico de la atención de la emergencia.
- Decidir sobre el inicio de acciones inmediatas para responder y controlar el incidente, en particular sobre la necesidad de suspender actividades.
- En caso de ser necesario, activar el Plan Nacional de Contingencia en el nivel que corresponda.
- Decidir sobre la estructura inicial y el número de personas requeridas para atender la emergencia.
- Preparar informes de situación para la Gerencia General que incluyan el registro de todas las comunicaciones y decisiones importantes.
- Dar aviso a las autoridades competentes de acuerdo al tipo y nivel del incidente.
- Manejar las comunicaciones con los medios y la comunidad en los aspectos técnicos.
- Aprobar los recursos requeridos para la atención de la emergencia.
- Solicitar préstamos de equipos y apoyo de expertos.
- Presentar el informe final del derrame a las autoridades competentes en los plazos y términos establecidos por el PGRMV.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 154 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

### *Funciones y responsabilidades del Jefe del Grupo de Respuesta*

- Dirigirá las acciones de respuesta a la emergencia a través del Grupo de Respuesta.
- Evaluará el incidente y acordará una estrategia de respuesta con el Jefe de producción, teniendo en cuenta: Condiciones meteorológicas, hidrológicas u oceanográficas; tipo y magnitud del incidente y recursos en peligro.
- Establece y mantiene contactos con los contratistas para respuesta de emergencias.
- Organiza la movilización y operación del equipo de respuesta para emergencias.
- Dirige y coordina con los Jefes de Brigada las acciones de respuesta.
- Hace un seguimiento a las condiciones climáticas ambientales para evaluar su incidencia en la respuesta a un incidente y los posibles impactos ambientales derivados del mismo.
- Coordina con los contratistas los relevos de personal del Equipo de Respuesta para Emergencias.
- Coordina el transporte de equipos y recursos.
- Vela por mantener la seguridad durante la emergencia, aumentándola donde sea necesario.
- Toma las medidas adecuadas para prevenir riesgos en la salud innecesarios y peligrosos para el personal, ordenando suspender las operaciones hasta que se restauren las condiciones de seguridad.
- Organiza el suministro de equipos adicionales de protección personal para las tareas específicas de cada brigada.
- Verifica la disponibilidad de material y equipo de primeros auxilios.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 155 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

- Reporta al Jefe de Producción la efectividad de las operaciones de respuesta.
- Recomienda rutas de acceso para la ayuda externa.
- Mantiene actualizado el Directorio de datos, el listado telefónico de Bomberos, Policía, Defensa Civil, Ambulancias, Hospitales y Cruz Roja.
- Determina el destino del paciente.
- Prepara informes escritos sobre las actividades de respuesta, identificando el número de personas empleado, el equipo y el material utilizado.
- Establece programas prácticos de entrenamiento de respuesta para emergencias y de manejo de derrames.

*Funciones y responsabilidades del Inspector HSE:*

- Mantiene un registro de todas las comunicaciones y decisiones importantes y debe asegurarse de que la hora sea registrada con precisión.
- Atiende los aspectos ambientales que se presenten como resultado del incidente.
- Planea y ejecuta el plan de acción para minimizar el impacto ambiental.
- Planea y ejecuta los mecanismos de protección de la flora y de la fauna.
- Planea y ejecuta las acciones para la protección de áreas críticas y sensitivas.
- Mantiene actualizado al Director de Obra, durante la fase de construcción al Jefe de Producción, informando los temas relacionados con el incidente y el medio ambiente afectado.
- Organiza el apoyo de especialistas (ecologistas, expertos en fauna y flora) para que estén disponibles en el sitio del incidente, si se requieren.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 156 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

- En asociación con asesoría externa, determina la magnitud de la limpieza requerida para restaurar las áreas afectadas y volverlas ambientalmente aceptables.
- A orden del Director de Obra, durante la fase de construcción o del Jefe de Producción, durante la fase de operaciones, cumple las funciones y responsabilidades del Jefe de Grupo de Respuesta.

#### *Brigada de respuesta a emergencias.*

La Brigada de Respuesta a Emergencias actuará respondiendo a las indicaciones del Jefe de Grupo de respuesta. Estará integrado por el personal de trabajadores, contratistas y operadores la Terminal Portuaria Bahía Colombia, conformando las brigadas de:

- Rescate – Primeros auxilios – Evacuación.
- Combate de incendios.
- Reparaciones.
- Contención de derrames. Recuperación y Limpieza.
- Seguridad y Comunicaciones.

#### *Estrategias de atención*

Las contingencias que deben ser atendidas siguiendo el procedimiento del plan de atención de emergencias (ver Figura 7.2). El reporte inicial de una contingencia será realizado por los operadores encargados de los equipos de monitoreo, trabajadores y, en general, por cualquier persona o entidad que detecte un incidente. Este reporte debe hacerse al Jefe del grupo de respuesta a emergencias quien a su vez le informara al Jefe en Escena dado que por sus funciones está capacitado para decidir el plan de atención a emplear y la necesidad de convocar los demás comités.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

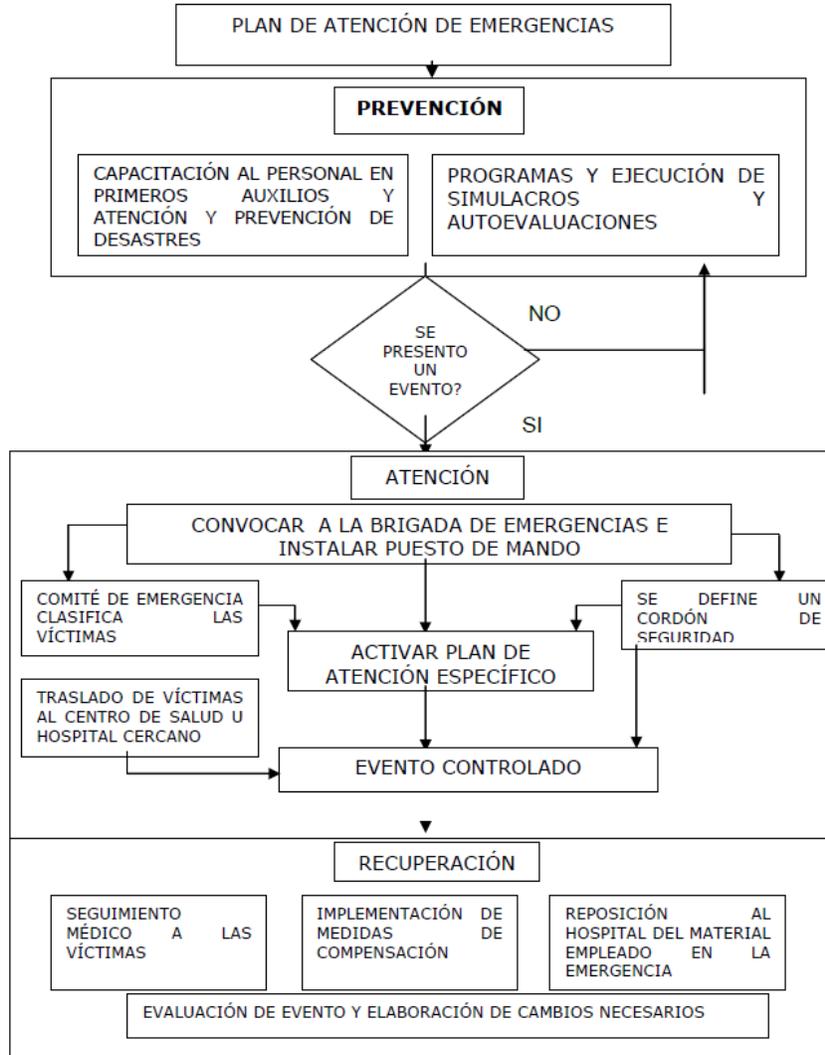


Figura 7.2. Plan de atención de emergencias.  
Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., 2010

### Comunicaciones

Cuando se inicie una emergencia, la primera persona que detecte el evento debe activar la alarma y notificar al jefe del grupo de respuesta siguiendo el procedimiento que aparece en la Figura 7.3, y después de esto, se evaluará si es necesario notificar a los grupos externos de emergencia. Posteriormente, deben iniciarse acciones de control de las fugas, derrames y fallas operacionales del SGV.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 158 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

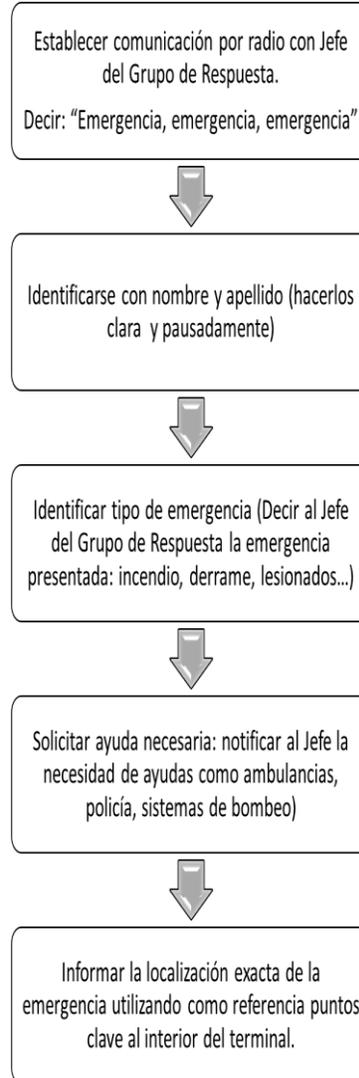


Figura 7.3. Procedimiento de comunicación de la emergencia.  
Fuente: Aqua y Terra Consultores Asociados S.A.S., 2016.

### *Cronograma de capacitaciones y simulacros*

Las capacitaciones y simulacros definidos en el presente PGRMV podrán realizarse simultáneamente y deberán tener una frecuencia semestral, teniendo presente que la primera capacitación y/o simulacro deberá realizarse antes de iniciar la operación del puerto y del SGV.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 159 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Dependiendo de los resultados obtenidos en cada actividad podrán realizarse capacitaciones o simulacros con una frecuencia trimestral o mensual. Esto será definido por los diferentes integrantes del Comité de Emergencias en función de los indicadores establecidos para la verificación de las metas.

### 7.1.2 Plan operativo

El plan operativo entrara en vigencia al momento en que el Director de Escena es notificado de alguna emergencia por parte del personal que se encuentra en la zona del evento. En estos momentos el Director de Escena, en cumplimiento de sus funciones dentro del PGRMV, deberá verificar la magnitud del hecho para decidir el tipo de medidas a implementar y el número de personas o grupos que conformaran la brigada de respuesta a emergencias.

En la Figura 7.4 se presenta un esquema donde se ilustran las diferentes etapas entre el momento en que ocurre un incidente, hasta el momento en que éste es atendido y controlado por la Brigada de respuesta a emergencias.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 160 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

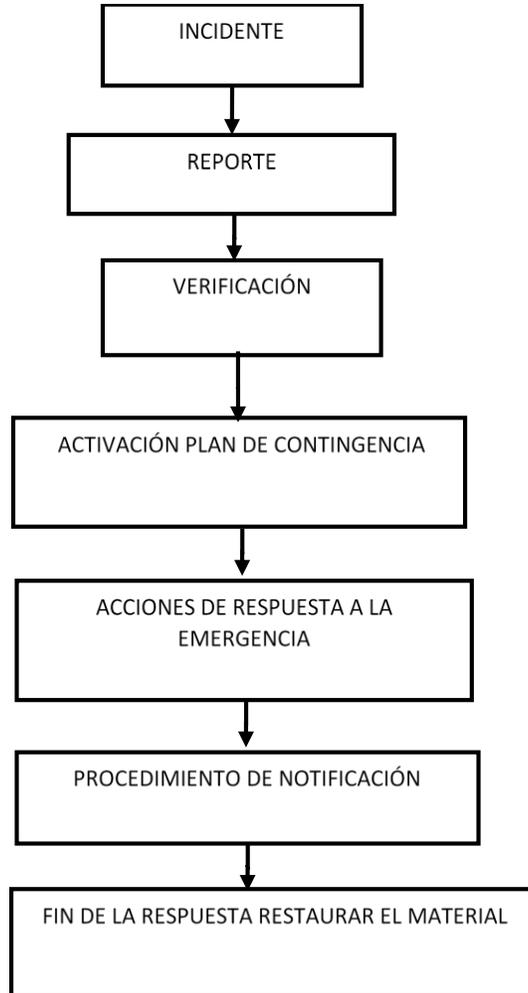


Figura 7.4. Procedimiento general de respuesta a un incidente.  
Fuente: Aqua y Terra Consultores Asociados S.A.S., 2016.

### *Niveles de emergencia*

Para la atención de emergencias se reconocerán diferentes niveles de activación, de tal manera que la respuesta dada esté acorde con la magnitud con que se presente el evento amenazante. En otras palabras, esto significa que para la atención de emergencias se utilizarán los recursos suficientes y adecuados a su tamaño y a los riesgos específicos, bajo unos esquemas de organización que hagan dicha respuesta eficiente, con el fin de optimizar los recursos y minimizar

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 161 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

los daños que se puedan causar. Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, la clasificación de emergencias en cuanto a capacidad de respuesta se establece como sigue:

- Emergencias Nivel 1: Corresponde a emergencias que puedan ser atendidas con los recursos locales de personal y equipos con que cuenta el puerto para tal fin, organizados bajo un esquema de Brigada, centro médico y equipos de primeros auxilios y rescate. Dadas las características del proyecto, se espera que las emergencias que ocurran pertenezcan, en su mayoría, a este nivel. Puesto que el puerto contará con los recursos técnicos y tecnológicos para atender el tipo de emergencias asociados a los derrames de agua residual por fallas en el SGV.
- Emergencias Nivel 2: Corresponde a emergencias para cuya atención se requiere, además de los recursos del puerto, el apoyo de los recursos disponibles en otras entidades públicas o empresas de la región. Como ocurriría en el caso de un incendio forestal
- Emergencias Nivel 3: Son eventos que requieren la intervención inmediata, masiva y total de los recursos internos y externos. En el caso de presentarse un evento de este tipo se gestionará el apoyo en todos los grupos de respuesta como es el caso de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres – UNGRD y el DAPARD, entre otros.

#### *Selección de la estrategia operativa inmediata*

Las áreas en las que se pueden presentar contingencias, corresponden a los escenarios identificados en la evaluación de riesgos. Las estrategias operativas inmediatas a emplear se seleccionarán de acuerdo con el escenario en que se presente la emergencia y el evento que la ocasione.

Durante el desarrollo de la emergencia se realizarán acciones de vigilancia y monitoreo del evento que la ocasiona y proyecciones acerca del comportamiento del mismo.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 162 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

A partir de los resultados de modelación de los vertimientos tanto en agua como en suelo se proyectaron las posibles zonas de afectación y el nivel de riesgo existente sobre cada una de ellas. Una vez identificadas dichas zonas, se dará la voz de alerta y se adelantarán acciones para proteger las áreas amenazadas

### *Evaluación de daños y análisis de necesidades*

Además de realizar inspecciones a la red de alcantarillado, PTAR y sistema de bombeo para verificar los daños ocurridos, deberán evaluarse los efectos del derrame sobre el medio.

A partir de los resultados de modelación de los vertimientos se proyectarán las posibles zonas de afectación y el nivel de riesgo existente sobre cada una de ellas. Una vez identificadas dichas zonas, se dará la voz de alerta y se adelantarán acciones para proteger las áreas amenazadas

El análisis preliminar de los efectos del derrame debe realizarse con métodos que permitan una identificación inmediata de los principales cambios en el medio, de tal forma que puedan aplicarse medidas correctivas en la mayor brevedad posible. Así pues, además de recorridos para realizar inspecciones visuales, deberán emplearse instrumentos para medición de parámetros fisicoquímicos in situ.

Una vez identificados los problemas y/o daños del SGV se establecerán los recursos técnicos, instrumentales y económicos necesarios para repararlos. El reporte generado se enviará al Jefe del grupo de respuesta quien decidirá los recursos asignados a cada tarea.

### *Sistemas de Gestión de Vertimiento temporales*

El SGV podrá contar con tanques de almacenamiento que permitan la recolección temporal de las aguas residuales mientras se reanuda la operación del SGV. El agua residual almacenada podrá ser tratada posteriormente cuando se reanude la

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 163 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

operación del SGV. En caso de que la reparación de los daños tome un tiempo considerable (superior al tiempo en que se llena el tanque de almacenamiento temporal de agua residual) deberán contratarse los servicios de un operador portuario encargado de coleccionar, tratar y disponer los residuos líquidos almacenados.

### *Informe para autoridad ambiental*

En un periodo inferior a 48 horas deberá enviarse a la autoridad ambiental competente (en este caso Corpouraba) un reporte preliminar de la situación de emergencia ocurrida y, posteriormente, cuando se obtengan los resultados de los análisis fisicoquímicos deberá elaborarse un informe detallado de los impactos ambientales generados por el derrame, las acciones correctivas implementadas, el tiempo de ejecución de las medidas y los mecanismos de seguimiento adoptados. En cualquier caso, el reporte deberá ser enviado a la autoridad ambiental en un plazo inferior a un mes después de la fecha en que haya ocurrido la emergencia. El informe final de la contingencia contendrá como mínimo lo siguiente:

- Fecha y hora del suceso y fecha y hora de la notificación inicial a la persona responsable.
- Fecha y hora de finalización de la emergencia.
- Localización exacta de la emergencia.
- Origen de la emergencia.
- Causa de la emergencia.
- Áreas e infraestructura afectadas.
- Comunidades afectadas.
- Plan de acción desarrollado y tiempos de respuesta utilizados en el control de la emergencia, descripción de medidas de prevención, mitigación, corrección, monitoreo y restauración aplicadas.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 164 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

- Apoyo necesario (solicitado/obtenido).
- Reportes efectuados a otras entidades.
- Estimación de costos de recuperación.

### 7.1.3 Plan informativo

El plan informativo incluye los directorios telefónicos de personal interno, autoridades, entidades y servicios a nivel municipal, departamental y nacional, relacionados con la respuesta a una emergencia. Los directorios contienen los datos de comunicación con entidades locales y regionales, comunicación con entidades nacionales y comunicación con entidades médicas (ver Tabla 7.1).

La terminal portuaria contará con un equipo de bomberos encargado de la seguridad y prevención ante una contingencia de incendio dentro de las instalaciones.

De acuerdo con la clasificación de la emergencia y niveles de activación del plan de contingencia se podrá recurrir a las siguientes entidades de apoyo

Tabla 7.1. Directorio telefónico de apoyo logístico

Entidad	Teléfono
Alcaldía de Turbo	(4) 8273273
Comité Local para la prevención y atención de desastres - CLOPAD	(4) 3856532
Comité Regional para la prevención y atención de desastres - CREPAD	(4) 3838000
Capitanía de Puerto de Turbo	(4) 8221571 / 8274038
Comando Estación de Guardacostas de Urabá	(4) 8272476
Batallón de Infantería de Marina. Turbo.	018000116969/ cel: 3138386823
Policía Nacional	(4) 8272040 / cel:3005979739 - Emergencia 112 y 123
Defensa Civil	(4) 2924708 - Emergencia: 144
Central de bomberos de Turbo	(4) 8272070 / 3117194701
CORPOURABÁ	(4) 8281022

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 165 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Entidad	Teléfono
Cruz Roja de Antioquia	(4) 8276100 / 8220648
ECOPETROL	(1) 2344000
OCENSA	(1) 3250200
Hospital Antonio Roldán Betancur - Apartadó	(4) 8283101
Clínica Panamericana - Apartadó	(4) 829 07 90

Fuente: Aqua y Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015.

Nota: Al momento de iniciar la operación del terminal en tierra, deberá anexarse al presente PGRMV un directorio de todas las dependencias que se encuentran al interior del puerto (Bomberos, policía antinarcóticos, ejército, oficinas, logística, talleres, etc.)

### *Mapa de riesgos y recursos disponibles.*

Antes de iniciarse la operación del terminal en tierra, deberá presentarse un mapa con los principales riesgos para cada sector dentro y fuera del área de influencia del presenta PGMRV. Adicionalmente, el mapa mostrará los puntos de encuentro, zonas de extintores, rutas de evacuación, entre otras. Éste mapa deberá ubicarse en diferentes lugares estratégicos distribuidos en todo el terminal en tierra.

## **7.2 Preparación para la recuperación Post-desastre**

Las funciones después de ocurrido el desastre, estarán a cargo de la brigada de emergencia del proyecto, el cual se describen a continuación.

- Contribuir en las operaciones de saneamiento básico y recuperación de los servicios públicos vitales.
- Apoyar en la recuperación de los recursos materiales utilizados y/o movilizados en la emergencia.
- Evaluar las condiciones de origen de la emergencia y plantear medidas de intervención orientadas a que no vuelva a ocurrir el evento.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 166 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

- Realizar la evaluación de la respuesta a la emergencia y socializar esta con el resto de los componentes de la Brigada de Emergencia.
- Hacer un seguimiento de los lesionados.
- Registrar todas las actividades realizadas durante la emergencia.
- Inventario de los recursos utilizados e informe del estado de los recursos que quedan.
- Análisis de las causas de la emergencia.
- Reposición de equipos.
- Hacer la evaluación de las rutas de evacuación y realizarles el mantenimiento necesario pos-emergencia.
- Hacer la evaluación de los equipos de extinción utilizados y realizarles el mantenimiento necesario pos-emergencia.
- Presentación de informes.

### 7.3 Ejecución de la respuesta y respectiva recuperación

A continuación, se enseñan las actividades de recuperación que se plantean para el proyecto una vez hayan ocurrido emergencias que afecten los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

#### 7.3.1 Actividades de recuperación

Después de identificar los componentes dañados del SGV se procederá a cambiar o reparar las piezas afectadas, en el menor tiempo posible después de que se hayan normalizado las condiciones en la zona. Estas actividades de recuperación pueden incluir cambios en la tubería de la red de alcantarillado, soldadura y reconstrucción de piezas de la PTAR portátil, reparación de las conexiones eléctricas para la PTAR y la estación de bombeo, entre otros.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 167 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

### 7.3.2 Mecanismos para la evaluación de las áreas y sistemas afectados

Estos mecanismos se componen de la inspección visual, el monitoreo y la notificación del operador, para que se puedan tomar las medidas correctoras.

#### - Inspección visual

El operador del SGV debe asegurarse que los sitios de almacenamiento del combustible y demás insumos utilizados para el mantenimiento del SGV, se encuentren en óptimas condiciones y que el almacenamiento se realice en sitios confinados y cubiertos, ubicados a una distancia no menor de 40 m de los cursos de agua, viviendas e infraestructura social, con el fin de evitar que se presenten derrames o fugas que puedan contaminar el suelo y las fuentes de agua.

Por otro lado, los operadores del SGV deberán inspeccionar la existencia y buen estado de la cuneta perimetral y la señalización del lugar que debe estar acorde con los parámetros de seguridad industrial y normatividad vigente.

Finalmente, el operador debe verificar que el sistema de tratamiento de aguas residuales se encuentre en óptimas condiciones, con el fin de evitar que se presenten derrames o fugas que puedan contaminar la fuente de agua o el suelo una vez se reanude la operación del SGV.

#### - Monitoreo

Verificar en el sitio de almacenamiento del combustible y los sistemas de tratamiento de aguas residuales, las condiciones del tanque para su almacenamiento, buen estado de la cuneta perimetral y la señalización del lugar, el cual debe estar acorde con los parámetros de seguridad industrial y normatividad vigente. Esto debe realizarse con una frecuencia semanal como mínimo.

Para evaluar la magnitud del impacto producido se realizarán monitoreos fisicoquímicos de agua. Las muestras deberán tomarse tan pronto finalice la contingencia de tal forma que sean representativas de la situación post-desastre. Es decir, no podrán esperarse varios días para realizar tomar las muestras de las matrices agua o suelo.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 168 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

### 7.3.3 Ajustes y/o rediseño del sistema

En caso de derrame, se deben considerar los ajustes necesarios en los sistemas de almacenamiento, con el fin de asegurar la eficiencia de los mismos. Igualmente, se debe revisar la eficiencia y cumplimiento del programa de monitoreo y, si es el caso, deberá ser ajustado.

Después de que haya ocurrido una emergencia, en los sistemas de tratamiento de aguas residuales, se deben considerar los ajustes necesarios, con el fin de asegurar la eficiencia de los mismos.

### 7.3.4 Informe final para autoridad ambiental

Para dar cumplimiento a lo establecido en los términos de referencia para la elaboración del Plan de Gestión para el Manejo de Vertimientos según Resolución 1514 de 2012, se deberá presentar un informe final a las autoridades ambientales competentes que, para este caso específico, se tratarían de Corpouraba y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

El informe deberá contener como mínimo los siguientes aspectos:

- Descripción del evento
- Causa
- Efectos directos e indirectos producidos sobre los distintos medios
- Acciones de control adelantadas
- Resultados de los monitoreos realizados al medio receptor inmediatamente después de ocurrida la situación de emergencia.
- Plan de monitoreo de corto y mediano plazo para verificar la eficiencia de las medidas implementadas.
- Medidas de recuperación de zonas afectadas
- Costos
- Acciones correctivas para evitar la ocurrencia de situaciones similares.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 169 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Este informe final deberá ser presentado en el menor tiempo posible después de ocurrida la contingencia, tan pronto se tengan los resultados del laboratorio encargado de analizar las muestras de agua y/o suelo.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 170 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

## 8. SISTEMA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL PLAN

El sistema de seguimiento y evaluación del Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos, pretende asegurar el cumplimiento de las actividades, objetivos y metas planteados en las fichas de acción. Por lo tanto, se plantean los indicadores de cumplimiento y gestión, con los que se hará el seguimiento periódico a las medidas implementadas. En caso de no lograrse su cumplimiento, se deberán implementar medidas correctivas y/o estructurar de nuevo las fichas de acción.

Igualmente, se hace necesario evaluar constantemente el Plan de Gestión de Riesgo para el Manejo de Vertimientos, con el fin de actualizarlo y reajustarlo cada que lo requiera; para ello, se propone la evaluación semestral del presente plan, identificando las variaciones en la infraestructura, en el personal y en las contingencias atendidas durante este periodo, lo que permitirá hacerlo cada vez, más acorde a los requerimientos actuales del Proyecto.

Para la evaluación del PGRMV, se presenta en la Tabla 8.1 el formato para la ficha de registro de los eventos. Dicho formato, será una herramienta para la actualización y reajuste del plan.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 171 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Tabla 8.1. Ficha para el registro de emergencias.

<b>REGISTRO DE EVENTOS</b> <b>SISTEMA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL PLAN</b>	
Fecha del evento:	_____ Fecha de diligenciamiento: _____
Responsable:	_____
Hora de iniciación del evento:	_____
Hora de finalización del evento:	_____
Nombre del evento:	_____
1. Aplicación de las acciones (%):	_____
2. Aplicación Protocolo Contingencia (%):	_____
3. Aplicación de las acciones:	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
4. Cumplimiento de los indicadores:	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
5. % Ejecución de las acciones:	
6. Número de personas lesionadas:	
7. Infraestructura afectada:	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Cuál?	_____
8. Daño Ambiental:	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Cuál?	_____
9. Requirió apoyo externo?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Cuál?	_____
10. Cómo se atendió la contingencia?	_____
	_____
Observaciones:	_____
	_____
Firma del Responsable:	_____

Fuente: Aqua & Terra consultores S.A.S, 2016.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 172 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

## 9. DIVULGACIÓN DEL PLAN

El Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos será divulgado a todo el personal involucrado en el manejo, tratamiento y disposición de aguas residuales.

Es importante divulgar las actividades que pueden generar riesgo para la operación del tratamiento de aguas residuales, así como también las medidas de prevención y los contactos a los que se puede reportar alguna situación de emergencia. La entrega y divulgación del PGRMV, debe quedar registrado e incluir los soportes de divulgación dentro del Plan.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 173 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

## 10. PROFESIONALES RESPONSABLES DE LA FORMULACIÓN DEL PLAN

A continuación, en la Tabla 10.1 se mencionan los profesionales que participaron en la elaboración del presente PGRMV.

Tabla 10.1. Profesionales que participaron en la elaboración del PGRMV

NOMBRE	PROFESIÓN	RESPONSABILIDAD EN EL ESTUDIO
Jaime Sebastián Piedrahita Arias	Ingeniero Ambiental Especialista en Evaluación Ambiental de proyectos	Dirección equipo ambiental
Javier Huertas Martínez	Ingeniero Forestal Especialista en Planeación Ambiental	Coordinación equipo ambiental
Luisa Fernanda Alzate Gómez	Ingeniera Ambiental Especialista en Derecho Ambiental	Identificación de amenazas, reducción del riesgo, manejo del desastre.
David Gallo Vélez	Ingeniero Ambiental y Sanitario	Caracterización área de influencia y apoyo en identificación de amenazas, reducción del riesgo y manejo del desastre
Andrea Fontecha Ávila	Ingeniera catastral y geodesta Especialista en Sistemas de Información Geográfica	Componente SIG

Fuente: Aqua & Terra consultores S.A.S, 2016.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 174 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

## 11. BIBLIOGRAFÍA

AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS – ANH & UNIVERSIDAD NACIONAL - UNAL. Proyecto Cartografía Geológica y Modelamiento Estructural De las cuencas de Urabá Y Sinú-San Jacinto A Partir De La Interpretación De Imágenes De Sensores Remotos Y Monitoreo Sísmico. 2009

ARAÚJO IBARRA & ASOCIADOS S.A. Estudio de factibilidad para el puerto de Bahía Colombia. 23 de abril de 2009.

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. Anexo 3. Metodología para la definición de la longitud de influencia de vertimientos sobre corrientes de agua superficial. Bogotá, D.C.: ANLA, 2013. 25 p.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución no. 0112 (28, enero, 2015). Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental de los proyectos de construcción o ampliación y operación de puertos marítimos de gran calado y se toma otras determinaciones. Bogotá D.C., 2015. 103 p.

COLOMBIA. MUNICIPIO DE TURBO. Plan de Ordenamiento Territorial: diagnóstico físico-ambiental. Turbo, 2000. Libro 1. Parte 1. Página 31.

COLOMBIA. MUNICIPIO DE TURBO. Plan de Ordenamiento Territorial: Libro diagnóstico integrado. Turbo: 2000. Libro 2. Parte 2. 90 p.

CONAF. Ministerio de Agricultura. Documento de trabajo 567. Manual con medidas para la prevención de incendios forestales. Chile: diciembre, 2011. 89p.

CONESA FERNANDEZ, Vicente. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. 4 ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2010. 864p.

CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DEL URABÁ-CORPOURABÁ, Base de datos, 2013.

CORPOURABA. Así avanza el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica, POMCA, de los ríos Turbo, Currulao y León. Disponible en: < <http://www.corpouraba.gov.co/asi-avanza-el-plan-de-ordenacion-y-manejo-de-la->

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 175 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

cuenca-hidrografica-pomca-de-los-rios-turbo-currulao>. 22 de abril de 2016. Consultado: 10 de junio de 2016.

DANE. Boletín Censo General 2005 Perfil Turbo. Antioquia

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DEL SISTEMA PARA LA PREVENCIÓN, ATENCIÓN Y RECUPERACIÓN DE DESASTRES DE LA GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA. Urabá y Suroeste son las subregiones con amenaza alta en sismicidad. Disponible en <<http://antioquia.gov.co/index.php/component/k2/item/531-urab%C3%A1-y-suroeste-son-las-subregiones-con-amenaza-alta-en-sismicidad>> Consultado: 09 de Junio de 2016.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DEL SISTEMA PARA LA PREVENCIÓN, ATENCIÓN Y RECUPERACIÓN DE DESASTRES DE LA GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA. Histórico de eventos DAPARD. Disponible en <<http://antioquia.gov.co/index.php/hist%C3%B3rico-de-eventos-dapard>> Consultado: 09 de junio de 2016.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Plan estratégico para la región de Urabá – Darién. Primera fase: Construcción de insumos para el proceso en la Región. Medellín, 2006. 154 p.

DUNNE T., LEOPOL, L. Fluvial Geomorphology and River Quality Are Used in Environmental Planning. Macmillan, Science, 1978. 818 p.

EDIFICA COLOMBIA LDTA, PIO S.A.S, PUERTO ANTIOQUIA. Estudio Geotécnico para ingeniería conceptual. Terminal Portuario Puerto Antioquia. Bogotá D.C, 2015.

ESTRATEGIA INTERNACIONAL PARA LA REDUCCIÓN DE DESASTRES-EIRD. [En Línea] <<http://www.eird.org/esp/terminologia-esp.htm>> [Consultado 21, junio, 2015].

GONZALEZ, H. Mapa Geológico del Departamento de Antioquia. Memoria Explicativa. INGEOMINAS, Mapa escala 1:400000. 2001.

HAFFER, J. On the Geology of the Uraba and northern Choco report. 357 (mecanografiado). ECOPETROL. Bogotá, 1967. 105 p.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 176 de 177	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

IDEAM. Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal escala 1:100.000. Bogotá D.C., 2011. 109 p.

INSTITUTO DE ESTUDIOS REGIONALES. Plan de desarrollo de Urabá con énfasis en lo ambiental. Medellín: Universidad de Antioquia. 1994.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM, MINISTERIO DE AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL -MAVDT. Estudio Nacional del Agua. Bogotá, 2014. 493 p. ISBN: 978-958-8067-70-4.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS JOSÉ BENITO DE ANDREÍS (INVEMAR) y GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA. Atlas del golfo de Urabá: una mirada al Caribe de Antioquia y Chocó. Series de publicaciones especiales n° 12. Santa Marta: 2007. 180 páginas. ISBN 978-958-98104-3-9

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Estudio general de suelos y zonificación de tierras departamento de Antioquia. Tomo 2. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia, 2007. 992 p.

LIZARAZO OSORIO, Juan Felipe y LOPEZ ORTEGÓN, Diana Carolina. Identificación de amenazas y vulnerabilidades para la elaboración del plan de emergencias del PNN Corales del Rosario. Tesis de grado Administrador y Gestor Ambiental. Bogotá D.C.: Universidad Piloto de Colombia. Facultad de ciencias. Programa de Administración y gestión

PIO S.A.S., EDIFICA COLOMBIA LTDA “Ingeniería básica y de detalle, compras y suministro de materiales, construcción, montaje y puesta en operación de las obras requeridas para la fase 1 del terminal portuario Puerto Antioquia ubicado en la desembocadura del río león, en el golfo de Urabá, departamento de Antioquia”. Estudio Geotécnico para Ingeniería Conceptual, 2015

PUERTO BAHÍA COLOMBIA DE URABA S.A. y ARAÚJO IBARRA & ASOCIADOS S.A. Estudio de impacto ambiental para la construcción y operación de un terminal portuario de graneles sólidos. Turbo. 2010. 428 p.

RODRÍGUEZ-MAHECHA, J.V., ARJONA-HINCAPIÉ, F., MUTO, T., URBINA-CARDONA, J.N., BEJARANO-MORA, P., RUIZ-AGUDELO, C., DÍAZ GRANADOS, M.C., PALACIOS, E., MORENO, M.I., GÓMEZ, A. y GEOTHINKING

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS - PGRMV</b>	Página 177 de 177
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

LTDA. 2015. Ara Colombia. Sistema de Información Geográfica para el Análisis de la Gestión Institucional Estatal (Módulo OtusColombia) y la Afectación a la Biodiversidad Sensible y al Patrimonio Cultural (Módulo Tremarctos-Colombia). Versión 2.0 (28; 01; 2013) Conservación Internacional-Colombia & Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Sistema de información en línea disponible en <http://www.tremarctoscolombia.org/> [Citado el 13 de octubre de 2015].

SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO – SGC (Anteriormente INGEOMINAS). Evaluación del agua subterránea en la región de Urabá, departamento de Antioquia. (inédito). Informe 2229,1995.

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO -SGC (ANTES INGEOMINAS). Evaluación de aguas subterráneas en la región de Urabá 1995.

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA PLANEACIÓN Y EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL – SIGOT. Disponible en: [En Línea] <http://sigotn.igac.gov.co/sigotn> [Consultado 31, agosto, 2015]

TECTOCLUB2011. [EN LÍNEA] <<https://tectoclub2011.wikispaces.com/Tectonica+de+Placas+Aplicada+a+Colombia>> [ Consultado julio, 18, 2015]

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Grupo de Investigación Oceánicos. Análisis de las alternativas para la mitigación de la problemática de la sedimentación en la desembocadura del río León. Medellín, 2010. 113 p.

ZULUAGA, Julio y ARBOLEDA, Jorge. El concepto del riesgo ambiental y su evaluación. En: Revista EPM. Enero –abril, 2005, vol. 15 N°3.