

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA
SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO
AUTOPISTA AL MAR 1.**



Elaborado para:



Elaborado por:



Consultoría Colombiana S.A.

**Bogotá D.C.
Octubre de 2016**

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.

TABLA DE CONTENIDO

	PÁG.
11.2 OTROS PLANES.....	5
11.2.3 Plan de ahorro y uso eficiente del agua	5
11.2.3.1 Introducción	5
11.2.3.2 Objetivos	6
11.2.3.3 Alcance	8
11.2.3.4 Datos globales del uso del recurso hídrico	8
11.2.3.5 Fuente de abastecimiento y caudal a captar	10
11.2.3.6 Residuos líquidos generados	12
11.2.3.7 Marco normativo	13
11.2.3.8 Directrices del programa de ahorro y uso eficiente del agua	15
11.2.3.9 Organización y responsabilidad del plan	16
11.2.3.10 Análisis de las actividades del proyecto	17
11.2.3.11 Medidas de manejo para el ahorro y uso eficiente del agua	21
11.2.3.12 Seguimiento y monitoreo del PAUEA	41

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA
SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO
AUTOPISTA AL MAR 1.**

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁG.
Tabla 11.2-1 Demanda de agua total en el proyecto	10
Tabla 11.2-2 Sitios propuestos para captación y caudal a solicitar	10
Tabla 11.2-3 Sitios propuestos para vertimiento	12
Tabla 11.2-4 Usos dados al Recurso Hídrico	17
Tabla 11.2-5 Caudales a Utilizar	18
Tabla 11.2-6 Volumen total de agua a verter	21
Tabla 11.2-7 Monitoreo - ocupaciones de Cauce	31
Tabla 11.2-8 Parámetros fisicoquímico, bacteriológicos e hidrobiológicos	32
Tabla 11.2-9 Parámetros a monitorear y límites permisibles para aguas residuales domésticas para vertimiento en aguas superficiales	39
Tabla 11.2-10 Parámetros a monitorear y límites permisibles para aguas residuales industriales para vertimiento en aguas superficiales.	40
Tabla 11.2-11 Matriz de seguimiento y monitoreo de las medidas de manejo para las buenas prácticas de ahorro y uso eficiente del agua.....	41
Tabla 11.2-12 Matriz de monitoreo y seguimiento de las medidas culturales y participativas	43
Tabla 11.2-13 Matriz de monitoreo y seguimiento de las medidas para protección global del recurso hídrico	44
Tabla 11.2-14 Matriz de monitoreo y seguimiento de las medidas de tratamiento ambiental y sanitario	45

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA
SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO
AUTOPISTA AL MAR 1.**

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁG.
Figura 11.2-1 Localización General del Proyecto.....	9
Figura 11.2-2 Localización de puntos de captación de agua.....	11
Figura 11.2-3 Localización del punto de vertimiento propuesto.....	13
Figura 11.2-4 Esquema tipo de captación de agua con carrotanque	19
Figura 11.2-5 Medidas globales para las buenas prácticas de ahorro y uso eficiente del agua	23
Figura 11.2-6 Medidas culturales y participativas.....	28
Figura 11.2-7 Medidas para la protección global del recurso	30
Figura 11.2-8 Medidas de tratamiento ambiental y sanitario	33
Figura 11.2-9 Planta - Desarenador para tratamiento primario	36
Figura 11.2-10 Perfil - Desarenador para tratamiento primario	36
Figura 11.2-11 Unidades sanitarias portátiles	37

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL VERSIÓN 0.0</p>	

11.2 OTROS PLANES

Como parte de los planes complementarios a presentar a la autoridad ambiental a continuación se desarrolla el plan de ahorro y uso eficiente del agua a implementar durante las actividades constructivas previstas para la construcción del proyecto vial.

11.2.3 Plan de ahorro y uso eficiente del agua

Como parte de la información requerida en los Términos de Referencia establecidos mediante Resolución 751 del 26 de marzo del 2015 (por el 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 de carreteras y/o túneles con sus accesos y se toman otras determinaciones), *Numeral 7. Demanda, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación de Recursos Naturales*, se estructura el presente programa de ahorro y uso eficiente de agua (PAUEA), con metas de ahorro durante la construcción de la segunda calzada entre el Túnel de Occidente -San Jerónimo (Unidades Funcionales 1 y 3 del Proyecto Autopista al Mar 1) dando seguimiento y cumplimiento a las medidas establecidas en este.

A continuación se presentan los objetivos del PAUEA, el alcance del mismo, la normativa regente y las directrices generales que enmarcan el plan.

11.2.3.1 Introducción

De acuerdo con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Colombia se ubica entre los países con mayor riqueza en recursos hídricos en el mundo, por su localización geográfica, su orografía y una gran variedad de regímenes climáticos. Sin embargo, cuando se considera en detalle que la población y las actividades socioeconómicas se ubican en regiones con baja oferta hídrica, que existen necesidades hídricas insatisfechas de los ecosistemas y que cada vez es mayor el número de impactos de origen antrópico sobre el agua, se concluye que la disponibilidad del recurso es cada vez menor (Política Nacional para la Gestión del Recurso Hídrico, 2010). Además, según los cálculos realizados por el Instituto de hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia – IDEAM (2010), la mayor demanda de agua doméstica e industrial se concentra en las siguientes ciudades: Bogotá, Cali, Medellín, Barranquilla y Cartagena.

Teniendo en cuenta que el proyecto de construcción de la segunda calzada (incluye el segundo túnel)- Unidades Funcionales 1 y 3 del Proyecto Autopista al Mar 1, se encuentra ubicado entre los municipios de Medellín y San Jerónimo en el departamento de Antioquía, y que las actividades a realizar durante la fase de construcción requieren suministro de agua, es importante el desarrollo de estrategias que gestionen de manera adecuada el recurso hídrico, y sean acordes a las políticas y normas establecidas para tal fin (Ley 09 de 1979 (Código Sanitario Nacional) y Decreto 2857 de 1981(Ordenación y Protección de Cuencas Hidrográficas).

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.0	

Por otro lado, en el marco de la Ley 373 de 1997, expedida por el Congreso Nacional de la República de Colombia, por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua, se establece que todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa de estas características con el fin de reglamentar el uso adecuado del recurso hídrico para las entidades que desean gestionar mediante estrategias la utilización del mismo.

Es por esto, que en cumplimiento de la norma se elabora el presente documento, y seguirá tres pasos principales:

- El diagnostico actual del recurso hídrico,
- El balance hídrico de acuerdo con la infraestructura y
- La formulación de programas para el uso eficiente y ahorro de agua.

11.2.3.2 Objetivos

Como objetivos del presente plan se consideran los siguientes:

11.2.3.2.1 Objetivos generales

- Formular el Plan de Uso Eficiente y Ahorro del Agua para el proyecto de construcción de la segunda calzada entre el Túnel de Occidente -San Jerónimo (Unidades Funcionales 1 y 3 del Proyecto Autopista al Mar 1), de conformidad con lo descrito en la Ley 373 de 1997, expedida por el Congreso Nacional de la República de Colombia.
- Establecer las pautas y mecanismos necesarios para el uso adecuado del recurso hídrico, durante la ejecución de las obras de construcción del proyecto vial, enfocados en el cumplimiento de las exigencias contempladas en el estudio de impacto ambiental.

11.2.3.2.2 Objetivos específicos

- Elaborar programas y proyectos para evitar y minimizar las pérdidas del recurso hídrico, tales como: tecnología de bajo consumo, reutilización y ahorro de agua, entre otras, en las actividades del Proyecto, a fin de mitigar el aumento de los impactos identificados en el *Capítulo 8. Evaluación de Impactos*, así como los impactos no previstos, reconocidos en el transcurso de las actividades constructivas.
- Generar lineamientos y alternativas para disminuir los consumos del recurso hídrico.
- Promover la concienciación del personal que laborará durante la construcción del Proyecto, con el fin optimizar el uso de agua en las diferentes actividades domesticas e industriales.
- Proveer adecuados tratamientos de residuos líquidos aplicables a las diferentes etapas del Proyecto.
- Minimizar las perdidas del recurso hídrico durante su captación, transporte, almacenamiento en las diferentes áreas del Proyecto.



**CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR
CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN
JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.**

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

VERSIÓN 0.0



	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.0	

11.2.3.3 Alcance

El presente Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua, hace parte integral del Estudio de Impacto Ambiental para la construcción de la segunda calzada entre el Túnel de Occidente -San Jerónimo (Unidades Funcionales 1 y 3 del Proyecto Autopista al Mar 1).

Con la implementación del Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua, se quieren plasmar los compromisos en cuanto a la política de responsabilidad social empresarial y por medio del cuidado del medio ambiente, teniendo como principios la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, en este caso el recurso hídrico.

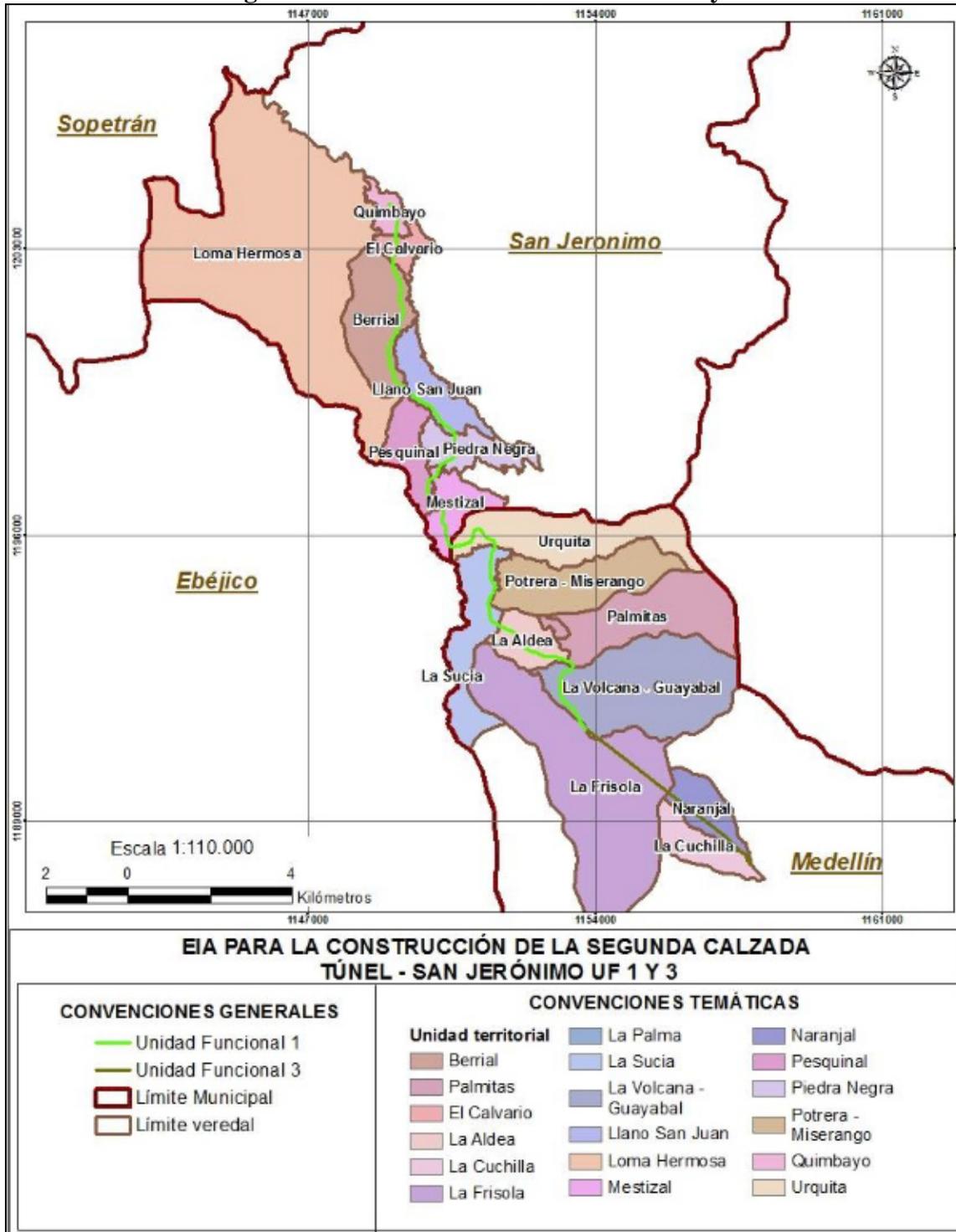
Las estrategias de Ahorro y Uso Eficiente del Agua (AUEA), cubrirán las actividades de operación que se desarrollaran en el área de Planta (incluye planta de triturado, concreto y asfalto) y la operación de las unidades sanitarias que puedan existir en las áreas del proyecto. El Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua, servirá como un instrumento para la gestión integral del recurso hídrico intervenido durante el desarrollo del proyecto, que bajo la aprobación de la autoridad ambiental, en este caso la Autoridad Nacional de licencias Ambientales (ANLA), se convertirá en un instrumento normativo que permita el adecuado manejo del recurso.

11.2.3.4 Datos globales del uso del recurso hídrico

- Ubicación geográfica del proyecto

El proyecto vial se encuentra localizado en el departamento de Antioquía, municipios de Medellín y San Jerónimo, en jurisdicción ambiental de la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquía (CORANTIOQUÍA). La localización del Proyecto se observa en la Figura 11.2-1.

Figura 11.2-1 Localización General del Proyecto



11.2.3.5 Fuente de abastecimiento y caudal a captar

Se estima captar el volumen de agua que se presenta en la Tabla 11.2-1, la cual es necesaria para el normal desarrollo de las actividades constructivas del proyecto, lo anterior, una vez se cuente con la autorización ambiental por parte de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA).

Tabla 11.2-1 Demanda de agua total en el proyecto

Requerimiento de Agua	Caudal a Utilizar l/s)
Uso Doméstico	0.030
Uso Industrial	16,957
Demanda Total	16,98 ≈ 17

Fuente: Consultoría Colombiana 2.016

Como fuentes de abastecimiento se han considerado cuatro cuerpos de agua superficial correspondientes al río Aurrá, quebrada La Volcana, quebrada La Frisola y quebrada La Culebra. En estas corrientes, se prevé el abastecimiento para uso industrial y doméstico en una franja de 50 metros alrededor de los puntos que se relacionan en la Tabla 11.2-2 (ver Figura 11.2-2). Vale la pena anotar que la demanda total de agua para uso industrial se estimó en 1,100 l/s, y se proyectaron 3 puntos de captación, por lo que se hizo necesario distribuir el valor para cada uno de los puntos. Asimismo, en la Tabla 11.2-2 se relaciona el caudal a solicitar.

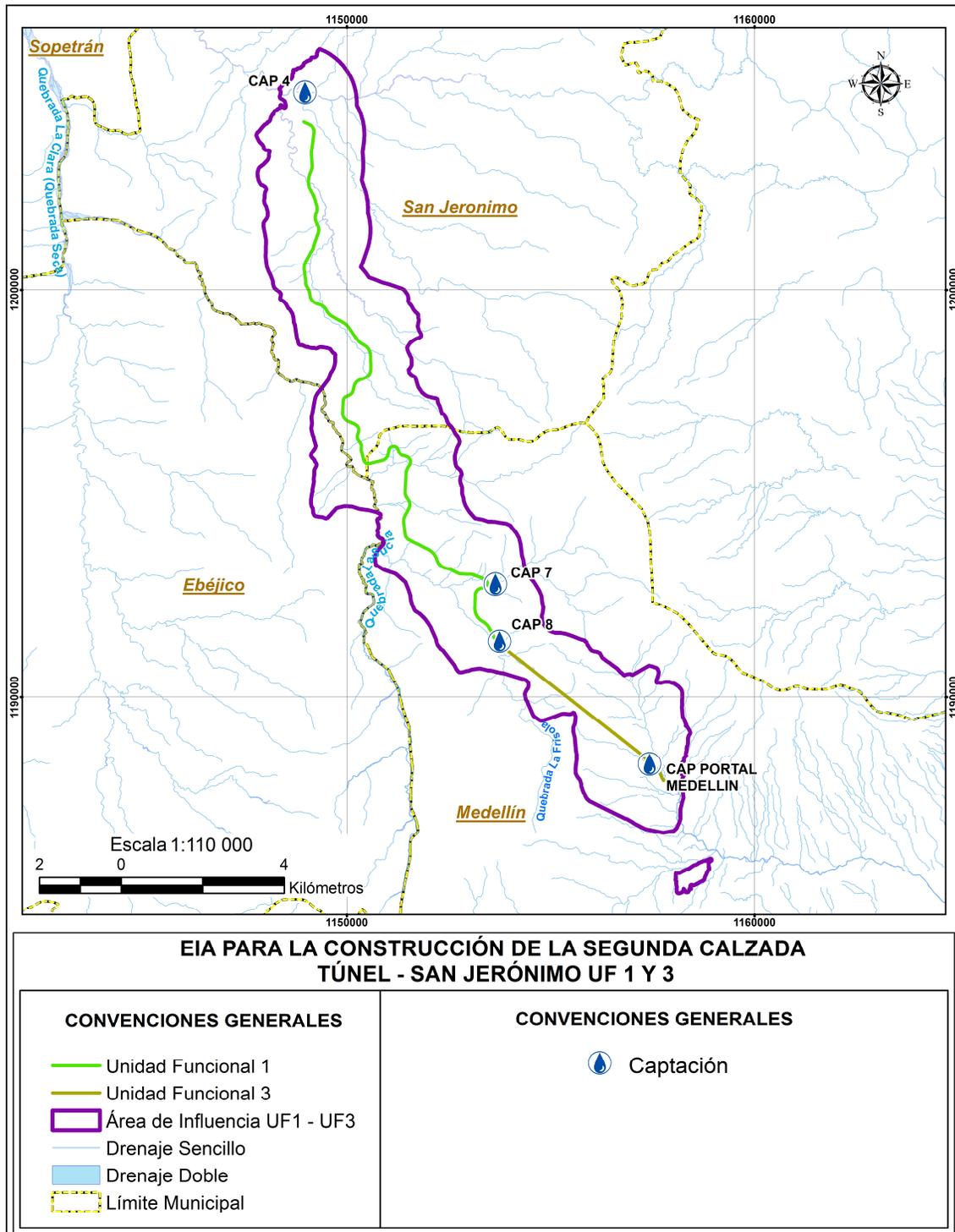
Tabla 11.2-2 Sitios propuestos para captación y caudal a solicitar

Id	Nombre	Vereda Municipio	Norte	Este	Uso		Caudal a Solicitar (l/s)	
					I	D	I	D
CAP 4	Rio Aurrá	El Rincón / San Jerónimo	1204843,4	1148972,6	X		5,5	
CAP 7	Quebrada la Volcana	Corregimiento Las Palmitas / Medellín	1192776,6	1153642,3	X		4	
CAP 8	Quebrada la Frisola	La Volcana - Guayabal / Medellín	1191373,3	1153746,6	X	X	3,97	0,03
CAP PORTAL MEDELLÍN	Quebrada La Culebra	Naranjal /Medellín	1188356,0	1157426,0	X		3,5	

I: Industrial D: Doméstico

Fuente: Consultoría Colombiana 2.016

Figura 11.2-2 Localización de puntos de captación de agua



Fuente: Consultoría Colombiana 2.016

11.2.3.6 Residuos líquidos generados

La selección de los puntos de vertimiento se realizó teniendo en cuenta la proximidad a los sitios de generación y capacidad de mezcla, transporte y asimilación de los vertimientos (reaireación). Otros aspectos que se tuvieron en cuenta en la definición del punto de vertimiento fueron los siguientes:

- Facilidad de acceso
- Mínima afectación a la vegetación existente
- Estabilidad en las márgenes del cauce
- No afectación a la comunidad según el inventario de usos y usuarios del recurso

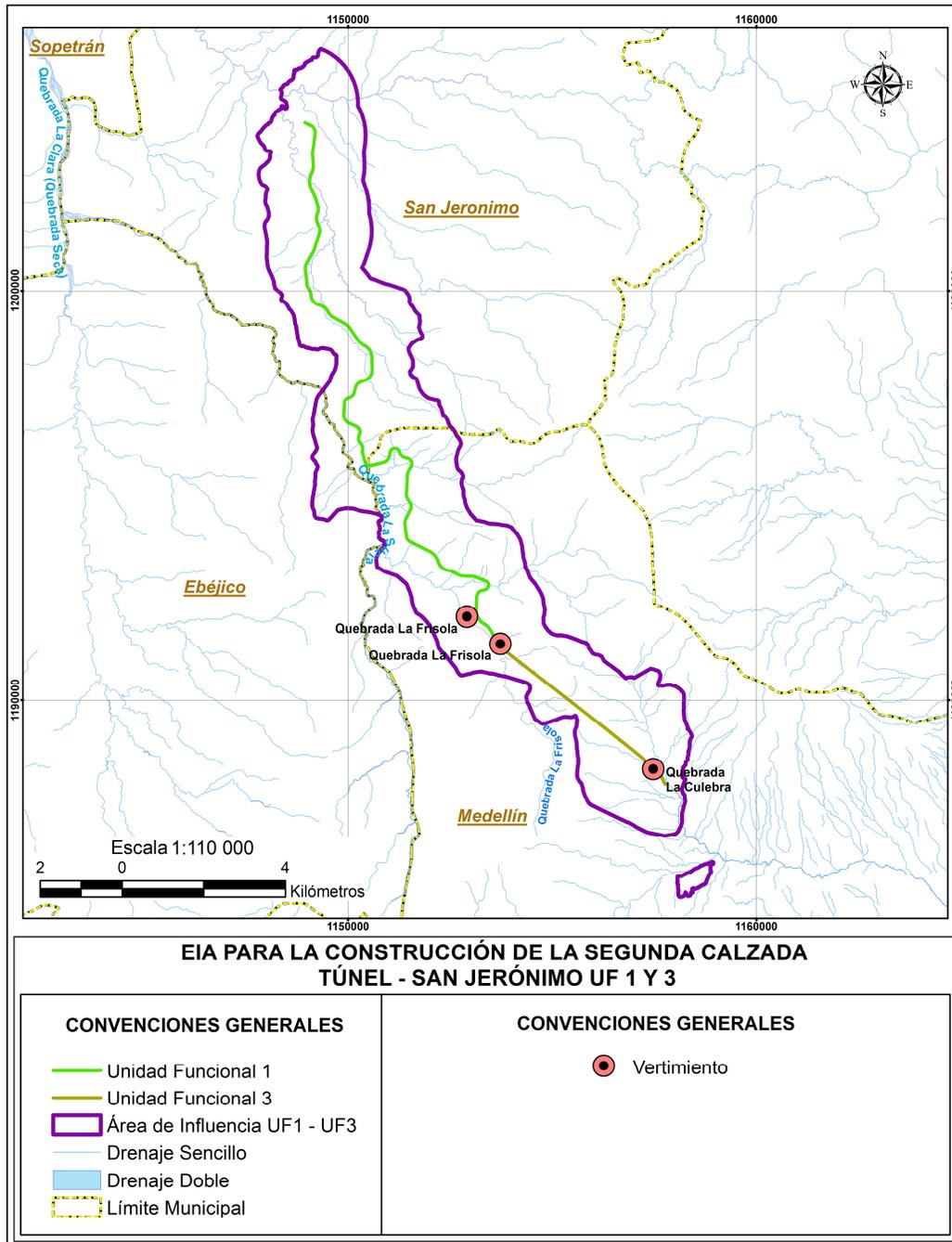
En la Tabla 11.2-3 se muestra la ubicación georeferenciada del punto de vertimiento y adicionalmente en la Figura 11.2-3 se puede apreciar su ubicación espacial. Se solicita una franja de vertimiento de 50 m alrededor del punto referenciado.

Tabla 11.2-3 Sitios propuestos para vertimiento

Id	Fuente generadora	Drenaje	Este	Norte	Municipio
2	Planta 1	Quebrada La Frisola	1152909,4	1192030,8	La Volcana- Guayabal – Medellín
3	Portal Santa Fe	Quebrada La Frisola	1153729,8	1191376,3	La Frisola - Medellín
4	Portal Medellín	Quebrada La Culebra	1157472,2	1188319,5	El Naranjal - Medellín

Fuente: Consultoría Colombiana 2.016

Figura 11.2-3 Localización del punto de vertimiento propuesto



Fuente: Consultoría Colombiana 2.016

11.2.3.7 Marco normativo

El presente Plan se elabora atendiendo la Constitución Política Colombiana y la **Ley 99 de 1993**, en las cuales están los propósitos fundamentales de conservación, preservación y

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.0</p>	

gestión del recurso hídrico.

También se tienen en cuenta los siguientes referentes normativos:

Artículo 9 del decreto 2811 de 1974. Por el cual establece que *“Los recursos naturales y demás elementos ambientales deben ser utilizados en forma eficiente, para lograr su máximo aprovechamiento con arreglo al interés general de la comunidad*

Los diversos usos que pueda tener un recurso natural estarán sujetos a las prioridades que se determinen y deben ser realizados coordinadamente.

Los recursos naturales renovables no se podrán utilizar por encima de los límites permisibles, que al alterar las calidades físicas, químicas o biológicas naturales, produzcan el agotamiento o el deterioro grave de esos recursos o se perturbe el derecho a ulterior utilización en cuanto ésta convenga al interés público.

La planeación del manejo de los recursos naturales renovables y de los elementos ambientales debe hacerse en forma integral, de tal modo que contribuya al desarrollo equilibrado urbano y rural. Para bienestar de la comunidad, se establecerán y conservarán, en los centros urbanos y sus alrededores, espacios cubiertos de vegetación”

Decreto 1449 de 1977. Por medio del cual se reglamenta parcialmente el **Artículo 56 de la ley 136 de 1961** y el **Decreto 2811 de 1974** sobre las obligaciones de los propietarios de predios rurales, sobre conservación, protección y aprovechamiento de las aguas.

El Decreto 1541 de 1978, que regula lo concerniente a concesión de aguas, estableciendo también el régimen público de las aguas y los requisitos para su uso. Igualmente se da alcance a aguas superficiales y subterráneas, a ocupación de cauces y a permiso de vertimientos. Entre otros asuntos destacables, este decreto establece cuando y quienes pueden usar las aguas sin autorización y cuando por concesión de uso de aguas públicas.

Ley 9 de 1979, conocida como Código Sanitario Nacional, establece los procedimientos y las medidas para llevar a cabo la regulación y control de los vertimientos.

Ley 373 de 1997. Por el cual se establece que: *“Se Entiende por programa de para uso eficiente y ahorro del agua el conjunto d proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción eléctrica y demás usuarios del recurso hídrico”.*

Decreto 3102 de diciembre 30 de 1997. Por el cual se reglamenta el artículo 15 de la ley 373 de 1997, en relación con la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua.

Decreto 1575 del 9 de mayo de 2007 y Resolución 2115 del 22 de Junio de 2007. Por los

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.0</p>	

cuales se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano.

Decreto 3930 de 2012. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la **Ley 9 de 1979**, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del **Decreto-ley 2811 de 1974** en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.

Decreto 1076 del 2015. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.

11.2.3.8 Directrices del programa de ahorro y uso eficiente del agua

La incorporación de una visión integral del uso eficiente del agua dentro de las actividades del proyecto de construcción de la segunda calzada comprende unas medidas de manejo encaminadas a garantizar los principios de buenas prácticas de consumo y optimización del mismo. Los principios que rigen el PAUEA son:

- Concienciar a todos los actores del proyecto, tanto personal, comunidad e instituciones, sobre el uso adecuado del recurso hídrico, haciéndolos participantes activos en la gestión adecuada del recurso durante todas las etapas del Proyecto.
- Optimizar el uso del agua para consumo en todas las actividades domésticas e industriales durante el desarrollo del Proyecto de construcción de la segunda calzada entre el túnel de Occidente y San Jerónimo; unidades funcionales 3 y 1 del Proyecto Autopista al Mar 1, promoviendo la disminución de los residuos líquidos por medio de prácticas de producción más limpia, aplicando el principio de las cuatro (4) R's que hacen referencia a acciones de reducción, reúso, recirculación y recuperación del agua.
- Minimizar al máximo la contaminación del recurso hídrico en las actividades de construcción de la vía, realizando de esta forma tratamientos adecuados para los residuos líquidos que se generan en dichas actividades.
- Garantizar que las aguas tratadas cumplan los requerimientos mínimos de calidad para darles disposición final, de tal forma que se reduzca el impacto al medio ambiente en el momento en que estas sean reintegradas de nuevo al entorno natural.
- Fomentar el control de las pérdidas debido a posibles fallas en el sistema de transporte, almacenamiento, suministro, tratamiento y disposición final de las aguas, implementadas durante las actividades de construcción de la vía, por medio de mantenimientos preventivos y revisiones periódicas de dichos sistemas.
- Promover el mejoramiento continuo del uso eficiente y adecuado del agua en todos los niveles de la organización y durante todas las fases que contemple el desarrollo del Proyecto.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.0	

- Evitar posibles sanciones que se puedan generar por omisión de políticas o normativas nacionales e internacionales, referente al uso eficiente y racional del agua.

11.2.3.9 Organización y responsabilidad del plan

El presente programa se encuentra estructurado de la siguiente forma:

- Asignación de responsabilidades del programa de acuerdo a la organización del Proyecto.
- Descripciones de las actividades generales en las que se va aplicar el programa de ahorro y uso eficiente del agua.
- Análisis de las etapas del proyecto (Entradas y salidas del sistema)
- Medidas de manejo para el ahorro y uso eficiente del agua
- Tratamientos del recurso hídrico en el proyecto
- Monitoreos y seguimiento de calidad del recurso hídrico
- Resultados y valoración del desempeño ambiental del programa

11.2.3.9.1 Asignación de responsabilidades durante la ejecución del proyecto

Durante las etapas de construcción del proyecto vial, en las cuales se va a realizar uso del recurso hídrico, se contratarán empresas especialistas, así como para la interventoría continua de las actividades que se realicen. Estas empresas tendrán la responsabilidad de aplicar y hacer seguimiento al Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua (PAUEA). De esta forma, la asignación de responsabilidades para cada una de las actividades se hará según el consumo de agua que se requiera en cada una. Este consumo se presentara más adelante y dependerá de las actividades industriales y domésticas.

Durante cada etapa se deberá realizar la comunicación específica del PAUEA, de tal forma que el personal encargado de actividades específicas en cada una de las etapas, sea consciente de las medidas que se deben implementar para el manejo adecuado del recurso y con el fin de cumplir las metas que se hayan establecido en el presente programa. También servirán como fuente de realimentación para el mejoramiento continuo de la gestión del recurso. Por esta razón, el personal activo de cada una de las actividades deberá ser responsable del cumplimiento de los lineamientos del PAUEA, con supervisión del profesional HSE del contratista que labore en el momento.

11.2.3.9.2 Personal asociado a las diferentes etapas del proyecto donde tiene influencia el PAUEA

El personal asociado a las diferentes actividades del Proyecto, que cobija el presente Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua, se presenta a continuación:

- **Actividad de contratación y capacitación del personal**

Durante esta etapa el director de obra será el encargado de dar la directriz de divulgación y seguimiento del PAUEA, por medio del profesional HSE, el cual estará encargado también de designar funciones específicas dentro del personal para hacer cumplir las medidas de manejo establecidas por el programa.

- **Actividad de operación del área de planta (incluye planta de trituración, concreto y asfalto), excavaciones (en superficie y para el túnel), cimentaciones, cortes, rellenos y compactación y movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos**

En esta etapa los supervisores de las plantas y el personal que se encuentre en las instalaciones, tendrán responsabilidades específicas con el fin de cumplir las metas establecidas en el PAUEA, siguiendo las estrategias o lineamientos dirigidos por el profesional HSE.

11.2.3.10 Análisis de las actividades del proyecto

Las actividades identificadas, como se mostró anteriormente, requerirán un consumo específico de agua. Si se considera el proyecto como un sistema y se establece este uso como la entrada hídrica y la generación de residuos líquidos como las salidas del sistema, se puede plantear un balance hídrico global. A continuación se presentan las entradas y salidas hídricas de forma específica, así como las actividades asociadas a estas.

11.2.3.10.1 Entradas del sistema

Durante las actividades relacionadas en la Tabla 11.2-4 se requerirá el uso de agua.

Tabla 11.2-4 Usos dados al Recurso Hídrico

Actividad	Suministro	Uso
Adecuación de vías de acceso	Línea de Conducción de Agua – Captación Directa	Humectación de vías
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos		
Planta de Trituración, Concreto y Asfalto		Doméstico (Baños)
		Agua de Curado
		Agua de Mezcla para Preparación de Concreto
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación		Lavado de Maquinaria
Excavación, perforación del	Hidratación de Rellenos	
	Humectación de Jumbo de perforación	

Actividad	Suministro	Uso
túnel		Agua de Mezcla para preparación de Concreto
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos		Humectación de Vías
		Lavado de Maquinaria y Equipos
Reutilización de las aguas provenientes de la planta de concreto	Línea de Conducción de Agua -	Preparación de Concreto

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016.

El agua usada para estas actividades provendrá de la franja de captación autorizada sobre el río Aurrá, quebrada La Volcana, quebrada La Frisola y quebrada La Culebra, en una franja de 50 metros alrededor de los puntos relacionados en la Tabla 11.2-2.

11.2.3.10.1 Caudales y volúmenes a utilizar en el sistema

Los caudales de agua a consumir en cada una de las actividades del proyecto se muestran en la Tabla 11.2-5. Los caudales mostrados anteriormente son valores máximos aproximados para cada una de las etapas.

Tabla 11.2-5 Caudales a Utilizar

Actividades	Uso del Agua	Caudal Requerido								
Adecuación y construcción de vías de acceso	Humectación de Vías	<table border="1"> <tr> <th>Requerimiento de Agua</th> <th>Caudal a Utilizar l/s)</th> </tr> <tr> <td>Uso Doméstico</td> <td>0,030</td> </tr> <tr> <td>Uso Industrial</td> <td>16,957</td> </tr> <tr> <td>Demanda Total</td> <td>16,98 ≈ 17</td> </tr> </table>	Requerimiento de Agua	Caudal a Utilizar l/s)	Uso Doméstico	0,030	Uso Industrial	16,957	Demanda Total	16,98 ≈ 17
Requerimiento de Agua	Caudal a Utilizar l/s)									
Uso Doméstico	0,030									
Uso Industrial	16,957									
Demanda Total	16,98 ≈ 17									
Planta de Trituración, Concreto y Asfalto	Agua de Curado									
	Agua de Mezcla para Preparación de Concretos Doméstico (Baños)									
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	Hidratación de Rellenos									
Excavación, perforación del túnel	Humectación de Jumbo de perforación									
	Agua de Mezcla para preparación de Concreto									
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos	Humectación de Vías									
	Lavado de Maquinaria y Equipos									

Fuente: Consultoría Colombiana 2.016

El volumen estimado de agua requerido durante la etapa de construcción de la segunda calzada entre el Túnel de Occidente y San Jerónimo será de 17 l/s.

Durante la construcción del Proyecto, el uso doméstico del agua corresponderá a las unidades sanitarias, y a las actividades de aseo general que se realicen en el área de planta.

La alternativa de suministro de agua para consumo humano será la adquisición, por medio de su compra, en los acueductos o empresas de servicios públicos de los municipios más cercanos al área, que cuenten con los permisos debidos para su distribución. El contratista también podrá adquirir durante las diferentes etapas del proyecto en el comercio local botellones con registro sanitario INVIMA.

11.2.3.10.1.2 Sistema de captación y conducción

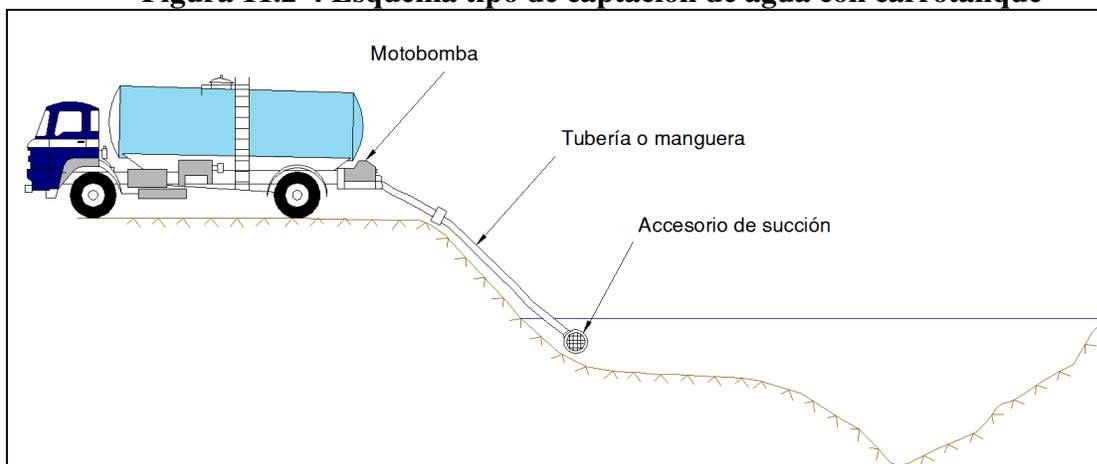
Dependiendo de la logística, distancias y necesidades en la etapa de construcción del proyecto, la captación de agua se realizará a través de sistemas de bombeo portátil (Fotografía 11.2-1) o desde carrotanque

Fotografía 11.2-1 Esquema tipo de captación de agua por motobomba (estación de bombeo con equipo portátil).



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Figura 11.2-4 Esquema tipo de captación de agua con carrotanque



	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.0	

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Los carrotanques que se usen para el transporte de agua hasta los sitios de utilización no ingresarán por ningún motivo a las fuentes superficiales en las cuales se solicita el permiso. Estos vehículos se ubicarán a una distancia suficiente de la margen de la fuente hídrica, durante el proceso de captación, con el fin de prevenir la alteración de las características del recurso hídrico (Ver *Cap. 11.1.1 Programas de Manejo Ambiental – Ficha PMF-15 Manejo de la Captación*).

Los sistemas de conducción o transporte llevaran los caudales captados a una unidad de tratamiento de aguas según sea la necesidad de uso (doméstica e industrial); en las actividades industriales se sugiere utilizar floculadores portátiles, que entregarán el agua con bajos contenidos de sólidos. Sin embargo, si las condiciones de la corriente de agua son aptas para su aprovechamiento industrial sin aplicar sistemas de tratamiento primarios como este, se podrá captar y utilizar directamente.

El otro sistema de tratamiento sugerido consiste en una planta de tratamiento compacta convencional, que cuenta con unidades independientes de filtración, clarificación y desinfección, de fácil operación y mantenimiento. La filtración del sistema propuesto se logra mediante la utilización de un lecho de arenas seleccionadas, la clarificación se logra mediante la utilización de un lecho de carbón activado de alta adsorción molecular y la desinfección se logra mediante la instalación de un sistema de cloración hidráulico. Este tipo de planta podrá utilizarse tanto en la etapa de construcción como en la de operación donde se realizara tratamiento para uso doméstico o se podrá optar por otro sistema que garantice las condiciones óptimas para uso doméstico.

El transporte del agua captada hasta los diferentes puntos podrá hacerse mediante carrotanque o líneas de flujo (mangueras), en los dos casos deberá implementarse medidores de flujo para no sobrepasar la captación de los caudales aprobados.

El sistema de captación–conducción–almacenamiento–tratamiento y distribución del agua contará con el adecuado mantenimiento para garantizar el suministro permanente del recurso a las zonas industriales, y demás instalaciones que lo requieran, en la cantidad y calidad requerida para las actividades industriales y domésticas (sanitarios).

11.2.3.10.2 Salidas del sistema

Durante la construcción del Proyecto, se generarán aguas residuales domesticas E industriales. Estas aguas serán sometidas a tratamiento previo a su disposición final, garantizando los parámetros de calidad estipulados en la normatividad vigente (Resolución 0631 de 2015 y Decreto 3930 de 2010),

11.2.3.10.2.1 Caudales y volúmenes de agua generados

El volumen de agua residual efluente de los sistemas de tratamiento a incluir se ha estimado en función de las actividades que se realicen y el caudal destinado para cada una de estas. A continuación se presentan las estimaciones de los vertimientos a generar.

Planta 1: Para el caso de las aguas residuales industriales, se considera un caudal equivalente al 10% sobre el caudal de captación, es decir **1,69 L/s**, los cuales son generados en la planta de concreto, de manera continua durante la etapa de construcción del proyecto. En el caso de la planta de trituración se implementará un área destinada para almacenar y tratar el agua proveniente del lavado de las mixer, de tal forma que pueda ser reincorporada al proceso. Producto de la planta de asfalto, no se estima la generación de vertimientos.

En cuanto al agua residual doméstica, se calculó a partir de la dotación y caudal captado (Ver Numeral **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), considerando que ésta (en su mayor porcentaje) corresponde al coeficiente de retorno sanitario (85%). Por lo anterior, el caudal doméstico a verter es de **0,0255 L/s**. de manera continua durante la etapa de construcción del proyecto

Portal Santa Fe y portal Medellín: Las aguas a verter en estos puntos se determinaron a partir del comportamiento hidrológico esperado en el túnel durante la fase de construcción. Para su definición se tuvo en cuenta la permeabilidad del material presente (unidades litológicas), la longitud del material y el caudal de filtración por cada metro lineal. El soporte de cálculo del caudal estimado se presenta en el documento denominado “TUNEL-Hidrogeología” que se incluye en el Anexo B. Aspectos civiles constructivos, del presente documento. Acorde con lo indicado, para el portal Santa Fe se estima un caudal de vertimiento equivalente a **3,39 l/s** y, para el portal Medellín de **6,77 l/s.**, de manera continua durante la etapa de construcción del proyecto

El volumen total de agua a verter sobre los cuerpos de agua considerados, previo tratamiento y permiso por parte de la autoridad ambiental competente se presenta en la Tabla 11.2-6.

Tabla 11.2-6 Volumen total de agua a verter

Punto	Cuerpo de agua	Tipo de agua a verter – caudal (L/s)		Caudal total por punto (L/s)
		Doméstica	Industrial	
Planta 1	Quebrada La Frisola	0.0255	1,69	1,72
Portal Santa Fe	Quebrada La Frisola		3.39	3,40
Portal Medellín	Quebrada La Culebra		6.77	6,80
Caudal total proyecto				11,92

Fuente: Consultoría Colombiana 2.016

11.2.3.11 Medidas de manejo para el ahorro y uso eficiente del agua

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.0</p>	

Las medidas direccionadas a garantizar el ahorro y uso eficiente del agua durante las actividades del Proyecto estarán enmarcadas en las siguientes estrategias:

- Realizar campañas de concientización para el mejoramiento en el manejo del recurso hídrico, tanto para el personal que labora en las instalaciones de la obra, como para la comunidad donde se desarrolle el mismo.
- Realizar un registro continuo del agua captada, usada, tratada y dispuesta, con el fin de hacer un seguimiento del uso del recurso hídrico.
- Minimizar al máximo las pérdidas de agua a lo largo de su manejo desde su captación como agua de consumo, hasta su disposición final como agua residual tratada.
- Implementar procesos de recirculación o reutilización de aguas provenientes de procesos primarios en actividades de tipo secundario.
- Garantizar que la calidad del recurso hídrico de la fuente de captación no se vea alterado por las actividades realizadas a cabo durante el proceso de abastecimiento.
- Dar tratamiento apropiado a las aguas residuales industriales y domesticas para garantizar una calidad óptima que garantice el menor impacto posible una vez se vaya a realizar la disposición final.
- Realizar mantenimiento periódico de las unidades de tratamiento de las aguas residuales para optimizar su funcionamiento.
- Garantizar el cumplimiento de los lineamientos establecidos en programas, planes y/o medidas vigentes para la conservación y preservación del recurso hídrico.
- Aplicar medidas de acción en caso de pérdida del recurso hídrico.

A partir de las estrategias establecidas anteriormente, a continuación se establecen las medidas que comprende el presente programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua.

11.2.3.11.1 Medidas para las buenas prácticas de ahorro y uso eficiente del agua

Las buenas prácticas de ahorro y uso eficiente de agua están encaminadas a optimizar el consumo de agua, de tal forma que el rendimiento de los procesos o actividades productivas no se vean afectadas.

Durante todo el proceso de obtención del recurso hídrico y su administración se puede presentar la pérdida de este debido a diferentes factores como son la presencia de fugas, el no aprovechamiento al máximo del recurso, la utilización de equipos que requieren alto consumo, el mantenimiento inadecuado de los equipos y el no aprovechamiento de otras fuentes de agua como son las provenientes de precipitación. Por tanto, a continuación se presentan las medidas globales y específicas a seguir con el fin de optimizar el uso del recurso. En la

Figura 11.2-5 se muestra de forma resumida las medidas globales a implementar.

Figura 11.2-5 Medidas globales para las buenas prácticas de ahorro y uso eficiente del agua



Fuente: Consultoría Colombiana S. A. 2016

- Disminución en las pérdidas del sistema

Las pérdidas se pueden generar en cualquier parte del proceso de uso de agua, desde la captación, transporte, almacenamiento y distribución del recurso hídrico, hasta el sistema de tratamiento, transporte y disposición final de las aguas residuales.

Las pérdidas se generan por fugas en los accesorios como acoples, válvulas, etc., presentes en los carrotanques de captación y transporte, en las unidades de almacenamiento y distribución del agua, en los puntos de agua (unidades sanitarias, llaves, etc.), en las unidades de tratamiento de aguas residuales y en la línea de conducción hasta el cuerpo de

	<p align="center"> CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1. </p>	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.0	

agua proyectado para la descarga del vertimiento a los cuerpos de agua considerados.

Esto está sujeto a varios factores:

- Material no apto para la conducción de agua que no resista la presión hidráulica.
- Mal estado de los accesorios, por deterioro en el paso de tiempo, en carrotanques, motobombas, unidades de almacenamiento, sistemas de tratamiento y red de conducción de agua.
- Sobrelimitación de la capacidad de las unidades de almacenamiento.
- Uniones temporales a lo largo del sistema de distribución o en las mangueras de captación de agua, que aumenta de fugas
- Excesivos puntos de agua, susceptibles a fugas o a mala manipulación.
- Falta de controles de tiempos de lavado y mantenimiento de equipos, así como de los demás usos
- Falta en el control de usos de agua, traducido en menor cumplimiento de las responsabilidades en cuanto al manejo de agua.

A continuación se presentan las medidas específicas para la disminución de las perdidas en el sistema.

Como primera medida se deberá garantizar que los elementos de captación como tuberías y/o mangueras y los accesorios usados para uniones o para dosificación, sean los apropiados para la conducción de agua, de tal forma que puedan ser sometidas a las presiones hidráulicas que se generen. Esta aplica tanto para el transporte, conducción de agua a puntos de suministro y en las unidades de tratamiento de aguas.

Para disminuir el riesgo de fugas, se debe considerar primero inspecciones de las válvulas, acoples, de los carrotanque de transporte de agua, en el caso de los tubos o mangueras de conducción de agua, además de esto también se deberán revisar reducciones y derivaciones. Las inspecciones deberán ser mensuales, realizando reemplazo de este tipo de elementos en caso de desgaste, avería o pérdida de la vida útil.

Los tanques de almacenamiento no deberán ir llenos hasta su máxima capacidad, con lo cual se pretende disminuir la presión sobre los accesorios y evitar el desbordamiento, para este último aspecto se deberán implementar sistemas de control de llenado como flotadores. Este tipo de sistemas se deberán graduar de tal forma que los tanques de almacenamiento alcancen el 90% de su capacidad máxima.

La no presencia de uniones temporales en los ductos de conducción, garantizará menor riesgo de fugas, por tal razón se deberán realizar el mantenimiento pertinente de tramos de conducción o accesorios afectados, realizando su respectivo reemplazo y el debido sellamiento de los acopes o uniones por medio de sellador de uniones.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.0	

Para la optimización de los puntos de agua, es necesario identificar las áreas donde se necesita el recurso, de esta forma se minimizan las derivaciones que pueden resultar inútiles teniendo un mayor control de los puntos de agua.

Llevar un control de los tiempos de limpieza de los equipos y en sí de los diferentes usos. Complementario a esto se deberá realizar un registro de los volúmenes de agua usados en las labores industriales y domesticas, con el fin de establecer un balance hídrico entre las aguas suplidas y el agua usada.

- Aprovechamiento al máximo del recurso

La reutilización del agua es una técnica de aprovechamiento del agua que fomenta el ahorro y el uso optimo del recurso, garantizando que la calidad del agua aunque deteriorada, no afecte las actividades del proyecto y ponga en riesgo la salud del personal.

Algunos procedimientos requieren el uso de agua, que en muchos casos después de este uso el agua aún presenta una calidad apta para ser usada en otros procesos o puede ser recirculada al mismo proceso. De esta forma, se podría reutilizar el agua de actividades primarias en otras actividades ya sean primarias o secundarias.

Las actividades de operación de las plantas (concreto, asfalto y trituración) y operación de las unidades sanitarias, requieren aguas que pueden tener cierto grado de calidad, que en principio puede ser agua tratada que la haga apta para su uso.

- Reuso y recirculación del recurso

En cuanto a las aguas residuales industriales, el agua generada en la planta (trituración, concreto y asfalto) puede ser empleada para el mismo proceso, para lo cual se deberá implementar una línea de recirculación de aguas.

Frente a las aguas resultantes del proceso de perforación del túnel, una vez hayan sido tratadas mediante sedimentación, se podrá optar por su reincorporación al proceso constructivo a través de bombeo por tubería que las conduzca nuevamente la interior del túnel para uso en la perforación con jumbo o ser empleadas para uso en riego y compactación, refrigeración de equipos, fabricación de hormigón en masa, limpieza de maquinaria, entre otras, de tal forma que se reduzca el volumen a captar y el vertimiento a los cuerpos de agua de sean autorizados.

- Reducción en el uso de agua en la operación de equipos

El requerimiento de agua de los equipos puede estar asociado a la funcionalidad que estos presentan, pero el aumento en el consumo puede estar asociado a otros factores independientes de su operatividad, tales como fugas en las conexiones en los puntos de agua, evaporación de aguas por recalentamiento, escapes o derrames de fluidos como

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.0	

aceites.

Las medidas a seguir para la optimización en el uso del recurso son:

- Revisión de las uniones o acoples de los equipos a los puntos de agua, verificando la no presencia de fugas.
- Mantenimiento quincenal de los equipos que puedan presentar recalentamiento excesivo, con el fin de identificar el origen de esta condición y poder realizar las actividades de reparación.
- Revisión diaria de válvulas que sean susceptibles a escapes de aceites o fluidos contaminantes.

- Mantenimiento adecuado de equipos y áreas de operación

El estado de los equipos de operación y las áreas destinadas para su ubicación requieren de medidas o protocolos un mantenimiento continuo, de tal forma que se pueda optimizar el uso de agua y evitar actividades que impliquen un uso inapropiado del recurso o el desperdicio de este.

Para el mantenimiento y limpieza de los equipos se deben tener presentes las siguientes medidas:

- Prohibir actividades de mantenimiento, reparación y lavado de vehículos en la locación y en la vía de acceso, este tipo de mantenimientos se deberán realizar en centros autorizados para tal fin, en los centros poblados más cercanos.
- Se deberá hacer limpieza de los equipos por medio de estopas con el fin de retirar el exceso de residuos o fluidos lubricantes previo a la limpieza con agua disminuyendo así los volúmenes de agua contaminada que se puedan generar.
- Las zonas de operación deberán ser barridas, para esto se deberán aprovechar precipitaciones esporádicas y cortas que se puedan presentar o aguas que hayan sido tratadas y destinadas para reusó.

- Almacenamiento y utilización de aguas de precipitación

El almacenamiento de aguas de precipitación, se puede realizar con el propósito de usarlas en actividades que requieran una baja exigencia en cuanto a la calidad del recurso, como son: limpieza de pisos, mantenimiento de equipos previa limpieza en seco, alimentación de unidades sanitarias y riego o hidratación de suelos para mantenimiento.

11.2.3.11.2 Medidas culturales y participativas

Las medidas culturales y participativas están enfocadas a la concientización tanto del

	<p align="center">CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p align="center">VERSIÓN 0.0</p>	

personal que laborara en las instalaciones de la localización y las actividades derivadas del proyecto exploratorio, como de las comunidades que se ven influenciadas por las mismas.

Por tanto, a continuación se presentan las medidas globales y específicas a seguir con el fin de promover la cultura de ahorro y uso eficiente del agua, siendo en la Figura 11.2-6 presentada de forma resumida las medidas globales a implementar.

Figura 11.2-6 Medidas culturales y participativas



Fuente: Consultoría Colombiana S. A. 2016

- Talleres de capacitación con las comunidades del área de influencia del proyecto a través de las juntas de acción comunal

Los talleres de capacitación estarán orientados a brindar información y a concientizar sobre la importancia del manejo adecuado del recurso hídrico, promoviendo la implementación de actividades de optimización en el manejo y uso adecuado del recurso.

Estos talleres también estarán dirigidos a la creación de una cultura responsable en cuanto a la preservación de los cuerpos de agua y el apoderamiento de las responsabilidades que se tienen al hacer aprovechamiento del recurso.

- Inducción al PAUEA a todo el personal del proyecto

Como parte de la inducción general al personal que entrará a laborar en el proyecto, se deberá dar a conocer las medidas establecidas en el PAUEA. En la inducción se deberá garantizar que el personal entienda el objetivo y los alcances del programa, el papel que desempeña la persona en el desarrollo del programa y todas las medidas que se deben seguir para el cumplimiento de las metas propuestas.

Los contenidos de las charlas durante las inducciones deberán ser dirigidas por personal idóneo y conocedor del tema, con pleno seguimiento de la interventoría, utilizando estrategias de comunicación que garanticen el entendimiento del mensaje que se quiere plasmar. Como parte de las charlas se deberán tocar los siguientes temas:

- Problemática
- Justificación del PAUEA
- Objetivos
- Alcance
- Marco jurídico e institucional

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.0	

- Aspecto ambiental y conservación del recurso
 - Medidas para el cumplimiento de los objetivos o metas
 - Metodologías
 - Resultados esperados
 - Compromisos del personal frente al PAUEA
- **Elaboración de sistemas de información para la comunicación continúa de las acciones encaminadas al ahorro y uso eficiente del agua**

Con el propósito de promover de forma continua la implementación de las medidas establecidas en el PAUEA, la concientización de la preservación del recurso hídrico y la creación de buenos hábitos para su manejo, se hace necesaria la implementación de actividades de información continua tanto para el personal, como para la comunidad del área de influencia, por medio de folletos o volantes informativos sobre el uso racional del agua, así como también tips de ahorro y técnicas de aseo.

Adicional a lo anterior, la implementación de actividades lúdicas de sensibilización y responsabilidad social con el medio ambiente, dirigidas tanto al personal como a la comunidad, promoverán la adopción de las medidas referentes a la conservación y aprovechamiento adecuado del recurso hídrico.

11.2.3.11.3 Medidas para la protección global del recurso

Con el propósito de generar un compromiso global en la protección del recurso hídrico a nivel local y regional, se deberá tener en cuenta también la no intervención de los cuerpos de agua que se encuentran cerca al área de intervención, así como la no afectación de la cobertura vegetal de protección de los mismos. Por tal razón se hace necesario el establecimiento de las siguientes medidas.

Figura 11.2-7 Medidas para la protección global del recurso



Fuente: Consultoría Colombiana S. A. 2016

- No captación de aguas en puntos no autorizados por la autoridad ambiental

La captación de agua estará únicamente permitida en la franja proyectada dentro del presente estudio de impacto ambiental, no se permitirá intervención de ninguno de los cuerpos de agua loticos ó aljibes que se encuentren en cercanías al área del proyecto.

- No vertimiento de aguas residuales a cuerpos de agua no autorizados

Las aguas tratadas, no podrán ser dispuestas en ningún cuerpo de agua. Las alternativas de disposición final de las aguas residuales generadas durante las actividades de construcción de la vía, luego de su tratamiento serán las siguientes:

- Vertimiento sobre la quebrada La Frisola y la quebrada La Culebra, en la franja proyectada dentro del presente estudio de impacto ambiental
- Entrega a terceros que cuenten con los permisos ambientales vigentes para su tratamiento y disposición final.

- Monitoreo y seguimiento de la calidad del agua

Se realizará monitoreo a los cuerpos de agua, en el punto del vertimiento, aguas arriba y aguas abajo del mismo, como control.

En el caso de las ocupaciones de cauce, se deberá hacer monitoreo en los siguientes puntos:

Tabla 11.2-7 Monitoreo - ocupaciones de Cauce

Obra	Nombre de la fuente hídrica	Coordenadas Magna Sirgas origen Oeste	
		X	Y
Construcción puente ID 2	Drenaje NN 01	1153214,80	1192003,48
Construcción puente ID 3	Q. La Volcana	1153569,72	1192753,47
Construcción puente ID 4	Q. La Cola	1153307,81	1192944,11
Construcción puente ID 5	Q. La Causala	1152575,43	1193148,46
Construcción puente ID 7	Q. La Potrera	1151573,56	1194802,53
Construcción puente ID 11	Q. La Miserenga	1151837,46	1195669,15
Construcción puente ID 12	Drenaje NN 02 / Q. La Mica	1151256,94	1196113,37
	Q. Saltos y Pisquines	1151182,01	1196208,68
Construcción puente ID 13	Q. La Iris (Q. San Gregorio)	1150984,28	1195926,78
Construcción puente ID 14	Q. La Roncha	1150416,62	1195844,18
Construcción puente ID 15	Q. La Mula	1150373,70	1195999,20
Construcción puente ID 17	Q. La Rochela	1150339,31	1196290,48
Construcción puente ID 19	Q. La Seca	1150210,29	1196730,45
Construcción puente ID 20	Q. La Yola	1149940,92	1196912,88
Construcción puente ID 21	Q. Mestizal	1149931,73	1197083,95
Construcción puente ID 21	Q. La Madera	1149947,31	1197193,48
Construcción puente ID 22	Quebrada NN 02 – La Cola	1150115,51	1197426,39
Construcción puente ID 24	Q. La San Juan	1150447,89	1197810,25
Construcción puente ID 25	Q. La Murrapala	1150564,67	1198449,4
Construcción puente ID 26	Q. La Guaracu	1149017,72	1202660,78
Construcción BOX	Cañada Honda	1148957,51	1200398,48
Construcción alcantarilla	Drenaje NN 07	1148965,19	1200657,88
Construcción BOX	Quebrada La Frisola	1153691,00	1191413,50

Fuente: Consultoría Colombiana S. A. 2016

Las medidas a tener en cuenta durante los monitoreos de calidad del agua son:

Los monitoreos que se realizarán deberán comprender los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos e hidrobiológicos característicos de cada cuerpo de agua y se deberán realizar durante toda la etapa de construcción del proyecto. Estos deberán ser sometidos a verificación con una línea base (monitoreo base) establecida previo a las actividades de intervención del proyecto, la cual servirá de referencia para observar posibles cambios que se puedan presentar. De esta forma, se realizará un análisis cronológico de la calidad de los cuerpos de agua, teniendo también presentes los parámetros de calidad estipulados en la normativa ambiental vigente (Resolución 1594 de 1984 o aquella que la modifique o la sustituya).

Los monitoreos deberán ser realizados por laboratorios acreditados por el IDEAM; la información del laboratorio acreditado deberá tener como mínimo la vigencia de la acreditación, la acreditación específica para el recurso agua, los parámetros específicos para los cuales está licenciado y finalmente los datos básicos de contacto y ubicación de sus instalaciones.

El laboratorio deberá generar los respectivos informes con los reportes y análisis de cada uno de los parámetros monitoreados junto con los soportes certificados y acreditaciones del

laboratorio en los diferentes ensayos. En los informes se deberá presentar fecha de los monitoreos, métodos de aforo de caudal, procedimiento de toma y preservación de las muestras, métodos analíticos y límites mínimos de detección de los mismos. Los parámetros mínimos a monitorear se presentan en la Tabla 11.2-8.

Tabla 11.2-8 Parámetros fisicoquímico, bacteriológicos e hidrobiológicos

Parámetro/Actividad		Agua Residual Doméstica e industrial
Caracterización física	Temperatura	X
	Sólidos suspendidos, disueltos, sedimentables y totales	X
	Conductividad eléctrica	X
	pH	X
	Turbidez	X
	Color Real (m ⁻¹)	X
	Características organolépticas	X
Caracterización Química	Oxígeno disuelto (OD)	X
	Demanda química de oxígeno (DQO)	X
	Demanda biológica de oxígeno (DBO)	X
	Nitrógeno Total Kjeldahl (NTK)	X
	Fósforo Total	X
	Potasio	X
	Grasas y Aceites	X
	Alcalinidad y Acidez	X
	Dureza Cálcica y Dureza Total	X
	Fenoles Totales	X
Metales y Metaloides (Arsénico, Bario, Cadmio, Cinc, Cromo, Cobre, Mercurio, Níquel, Plata, Plomo y Selenio)	X	
Caracterización bacteriológica	Coliformes Totales	X
	Coliformes Fecales	X
Caracterización bacteriológica	Perifiton	X
	Plancton	X
	Bentos	X
	Macrófitas	X
	Fauna íctica	X

Fuente: Resolución 751 del 2015 y Decreto 1594 de 1984.

En caso de presentarse un descenso superior o igual al 50% del caudal medio del río, se suspenderán las actividades de captación y se deberá realizar el respectivo comunicado a la autoridad ambiental, en este caso la Corporación Autónoma Regional del Norte de Antioquía (CORANTIOQUÍA).

En caso de la alteración de los parámetros de calidad de agua, se deberá ubicar el origen de dicho cambio y en caso de ser generado por las actividades de captación se deberán realizar

las medidas correctivas.

- **No intervención y/o afectación de coberturas vegetales de protección**

Con el fin de garantizar la no intervención de los cuerpos de agua se deberán respetar las rondas de protección de cuerpos loticos y lenticos (30 metros) y manantiales o nacaderos (100 metros) que se encuentren cerca al área de influencia del proyecto, con el fin de garantizar la no afectación de la cobertura vegetal protectora.

En el caso del punto de captación la ubicación del carrotanque se deberá hacer a mínimo 10 metros del cauce con el fin de no afectar la vegetación protectora.

También se deberá garantizar el mantenimiento continuo de las estructuras ambientales como cunetas perimetrales que eviten la contaminación de cuerpos de agua cercanos por derrame de fluidos y aguas contaminadas, que afecten la calidad del recurso y de la vegetación protectora.

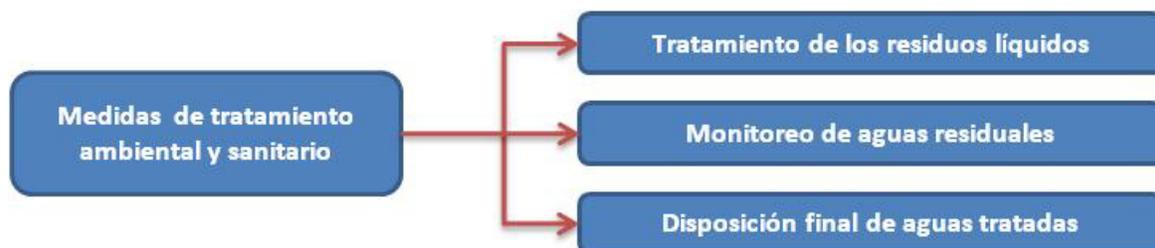
- **Seguir lineamientos de la corporación autónoma regional del centro de Antioquía (CORANTIOQUÍA) y/o ANLA.**

Acatar los lineamientos que la ANLA y/o CORANTIOQUÍA establecen para la operación y gestión del recurso hídrico para el proyecto, para lo cual se deberá hacer ajuste y mejoramiento del presente programa, si así lo consideran estas autoridades ambientales.

11.2.3.11.4 Medidas de tratamiento ambiental y sanitario

Con el fin de garantizar la gestión integral del recurso hídrico, se deberá hacer tratamiento adecuado de las aguas provenientes de las actividades del proyecto, tanto de las domesticas como de las industriales. Para lo cual se establecerá en los siguientes numerales las medidas concernientes al tratamiento de las aguas residuales, el cumplimiento de los parámetros de calidad y los lineamientos a seguir para su disposición final (Figura 11.2-8).

Figura 11.2-8 Medidas de tratamiento ambiental y sanitario



Fuente: Consultoría Colombiana S. A. 2016

- **Tratamiento de residuos líquidos**

	<p align="center">CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p align="center">VERSIÓN 0.0</p>	

Las medidas establecidas a continuación están dirigidas al adecuado manejo de las aguas residuales, consideradas aquí como la salida del sistema.

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.0</p>	

Aguas residuales industriales

Durante las actividades constructivas se instalará una planta en la cual se desarrollara el manejo de la materia prima para la composición del concreto: arena, agregados pétreos, cemento, agua y aditivos requeridos para su producción.

Las estructuras de tratamiento propuestas para las aguas residuales industriales, con el fin de evitar la contaminación y/o deterioro de los cuerpos de agua, se resumen a continuación (Ver *Cap. 11.1.1 Programas de Manejo Ambiental – Ficha PMF-09 Manejo de Residuos Líquidos Domésticos e Industriales*):

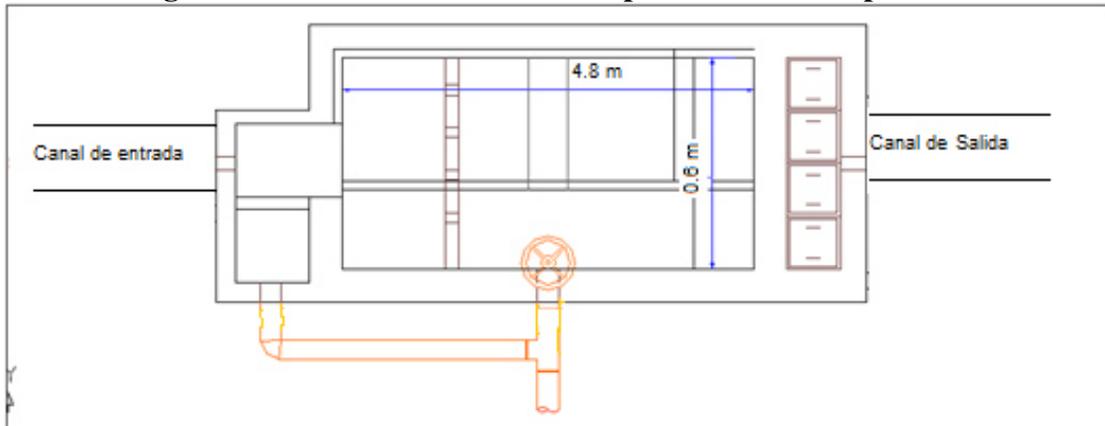
En el caso de la planta móvil de trituración se implementará un área destinada para el almacenar y tratar el agua proveniente del lavado de las mixer. Para el manejo de dichas aguas se contará con un sistema de tratamiento que consta de sedimentadores y cunetas. El agua tratada será recirculada y usada nuevamente en el proceso, por lo tanto no habrá vertimiento de agua residual.

En la planta de concreto, las aguas de escorrentía, así como las aguas del lavado de la planta y de los vehículos (mixer) se conducirán mediante canales perimetrales hacia estructuras sedimentadoras (ver Figura 11.2-9 y Figura 11.2-10) después de la decantación de las partículas de cemento, grava y arena, el agua será conducida al sistema de recirculación de la planta para ser reutilizada en la elaboración del concreto. El agua resultante del secado de lodos será conducida a las estructuras sedimentadores y reincorporadas al proceso de la planta.

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

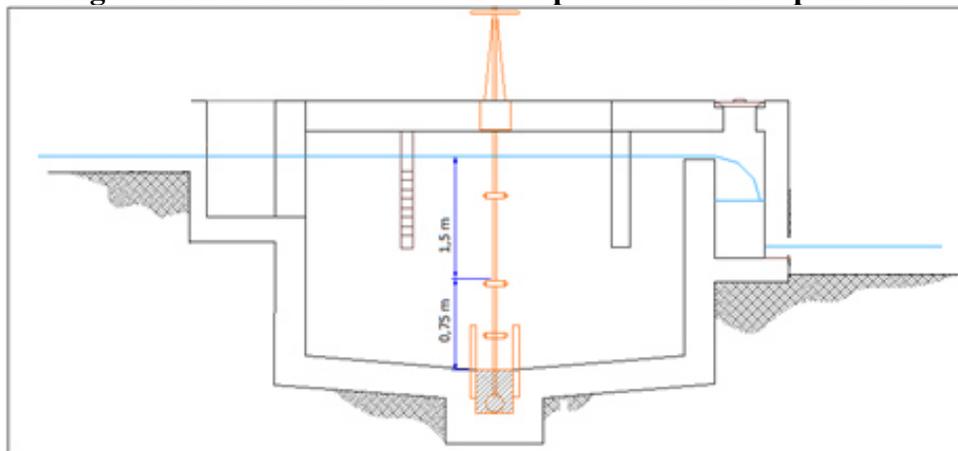
Las trampas de grasas y los desarenadores tendrán un mantenimiento periódico, para garantizar su adecuado funcionamiento; los residuos aceitosos serán almacenados herméticamente y entregados a empresas especializadas para su disposición final, mientras que los lodos resultantes se secarán (en la zona de secado) y dispondrán finalmente en las ZODME que sean autorizadas y que se describen en el capítulo 3 del presente estudio de impacto ambiental.

Figura 11.2-9 Planta - Desarenador para tratamiento primario



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Figura 11.2-10 Perfil - Desarenador para tratamiento primario



Fuente: Consultoría Colombiana S. A. 2016

Agua Residuales Domésticas

Asimismo, durante la etapa de construcción y el área proyectada para instalar la planta de concreto se contará con baños portátiles para el personal (ver Figura 11.2-11), el manejo de las aguas de estos baños se realizará a través de unidades operativas de tratamiento (Ver *Cap. 11.1.1 Programas de Manejo Ambiental – Ficha PMF-09 Manejo de Residuos Líquidos Domésticos e Industriales*).

Figura 11.2-11 Unidades sanitarias portátiles



Fuente: Consultoría Colombiana S. A. 2016

Las aguas negras de los baños portátiles convencionales se podrán tratar mediante una planta compacta (REDFOX) para el tratamiento de aguas negras durante las etapas de construcción. Asimismo, también podrá utilizarse una planta compacta de lodos activados, o se enviarán por una línea a un pozo séptico compuesto, en términos generales, por una cámara cerrada a donde llegan los residuos, la cual facilita la descomposición y la separación de la materia orgánica por acción de las bacterias de estos residuos.

El tanque séptico permitirá la transformación de la materia orgánica en gases, líquidos y lodos; los lodos (sólidos sedimentables) se depositarán en la parte inferior de la cámara, por el contrario, las grasas y demás materiales ligeros flotan y se acumulan en la superficie formando una capa de espumas; los líquidos libres de material flotante se evacuarán de la cámara, a través de tubos enterrados dirigidos hacia el punto de entrega al cuerpo de agua receptor. Por último los gases que se generen en los lodos, por procesos de descomposición anaeróbica y facultativa, (dióxido de Carbono (CO₂), metano (CH₄) y sulfuro de hidrógeno (H₂S)), serán evacuados del tanque por medio de tuberías de aireación. El dimensionamiento del tanque se efectuará con base a los diseños técnicos que sean propuestos.

Manejo de Aguas Lluvia

Las aguas lluvias se colectarán en las cunetas perimetrales y se llevarán al desarenador para atrapar las trazas de aceites, grasas y material arrastrado durante el evento de precipitación que por escurrimiento del área de la plataforma lleguen a este sistema de cunetas. Se deberá implementar constantemente el uso de tela oleofílica para minimizar el aporte de grasas y aceites al terreno donde se hará el descole de las aguas lluvias.

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.0</p>	

Como medidas a tener en cuenta para el adecuado funcionamiento del sistema de manejo de aguas lluvias se tienen las siguientes:

- Realizar una inspección diaria a los sistemas de recolección de las cunetas perimetrales de conducción de aguas lluvias para verificar ausencia de películas de grasas o aceites u otros materiales como ramas que puedan obstruir el paso del agua o contaminarla aún más.
- Mantenimiento periódico del desarenador por medio del retiro de los sedimentos depositados. Este mantenimiento dependerá de las condiciones de campo, el periodo de lluvias y el grado de sedimentos arrastrados.
- Inspección semanal de las condiciones estructurales de las cunetas perimetrales y del desarenador, con el fin de identificar posibles fisuras que promuevan fugas de agua.
- Ubicación adecuada del centro de acopio de residuos sólidos y de maquinaria que no esté en uso con alta presencia de aceite o fluido lubricante, de tal forma que durante eventos de precipitación no se genere lavado de material contaminante que pueda terminar en el punto de descole de aguas lluvias.

- Monitoreo de aguas residuales

Como medidas a tener en cuenta para el monitoreo previo a la disposición final de las aguas residuales se encuentran las siguientes:

Se deberá realizar la medición de los volúmenes de agua residuales generados y tratados como parte de las medidas de eficiencia en el sistema de tratamiento, siendo esta medición parte de los parámetros *in situ* a monitorear. El método empleado debe ser realizado a partir de aforos por medio de canales ó caudalímetros durante un tiempo mínimo de 15 minutos.

Se deberá hacer monitoreo de los parámetros de calidad del agua previo y posterior al tratamiento, garantizando el objetivo de remoción de carga contaminante delimitada por las medidas establecidas más adelante, si la calidad del vertimiento no alcanza el objetivo planteado, deberá ser recirculado al sistema de tratamiento con previos ajustes de las medidas operacionales de las unidades de tratamiento.

Los monitoreos *in situ* para el control del buen funcionamiento de las unidades de tratamiento deberán realizarse día de por medio, analizando los parámetros de pH, temperatura, material flotante, la presencia de película de grasa o aceites, sólidos suspendidos, cloro libre y caudal; la medición de la DBO5 y DQO se deberá realizar mensualmente como control en la eficiencia del tratamiento y se realizarán monitoreos adicionales en caso de que se identifique una alteración significativa de los parámetros *in situ*. Para esto se deberá contar con un kit de laboratorio para la medición periódica de estos parámetros.

Como medida adicional se deberán realizar monitoreos semestrales por parte de un

laboratorio ambiental acreditado, que deberá incluir los parámetros anteriormente mencionados, además de los estipulados en el artículo 74 del decreto 1594 de 1984 y otros parámetros característicos de las aguas residuales domésticas (hidrocarburos totales, cloruros, DQO, oxígeno disuelto, dureza total, fosfatos, nitratos, nitritos, coliformes fecales, coliformes totales).

Los monitoreos realizados por el laboratorio deberán ser compuestos para el caso del sistema de tratamiento de aguas residuales industriales y monitoreos simples en el caso del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas. En la medida en que se realicen los monitoreos se deberá realizar un análisis comparativo y cronológico de la calidad de las aguas generadas.

Como medida preventiva se deberá realizar la revisión y si el mantenimiento de las válvulas y accesorios de la unidad de tratamiento de forma trimestral.

Calidad del Agua Tratada

Como primera medida se verificará periódicamente el estado y funcionamiento apropiado de las trampas de grasas, desarenadores y los sistemas de tratamiento compactos de agua residual, puesto que son las estructuras que garantizarán el adecuado manejo de los residuos líquidos que se generen. Para esto se procederá a monitorear el afluente y efluentes en dichas estructuras, mediante monitoreo trimestrales, verificando el cumplimiento de lo dispuesto en la Resolución 0631 de 2015 previo al vertimiento. (Tabla 11.2-9 y Tabla 11.2-10).

Tabla 11.2-9 Parámetros a monitorear y límites permisibles para aguas residuales domésticas para vertimiento en aguas superficiales

Parámetro	Unidades	Vertimiento en Cuerpo de Agua
		Límite Permissible
		(Resolución 0631 de 2015 Art. 8) ARD con una carga menor o igual a 625 Kg/día DBO ₅
pH	unidades	6 a 9
Temperatura	°C	<40
DQO	mg/l	180
DBO ₅	mg/l	90
Sólidos suspendidos totales	mg/l	90
Sólidos sedimentables	mg/l	5
Grasas y aceites	mg/l	20

Fuente: Resolución 0631 de 17 de marzo de 2015

Tabla 11.2-10 Parámetros a monitorear y límites permisibles para aguas residuales industriales para vertimiento en aguas superficiales.

Parámetro	Unidades	Vertimiento en Cuerpo de Agua
		Limite Permissible
		(Resolución 0631 de 2015 Art. 15)
pH	unidades	6 a 9
DQO	mg/l	150
DBO ₅	mg/l	50
Sólidos suspendidos totales	mg/l	50
Sólidos sedimentables	mg/l	1
Grasas y aceites	mg/l	10
Fenoles totales	mg/l	0,20
Hidrocarburos totales	mg/l	10
Cianuro total	mg/l	0,1
Cloruros	mg/l	250
Fluoruros	mg/l	50
Sulfatos	mg/l	250
Sulfuros	mg/l	1
Antimonio	mg/l	0,3
Arsénico	mg/l	0,1
Bario	mg/l	1
Cadmio	mg/l	0,01
Cinc	mg/l	3
Cobalto	mg/l	0,1
Cobre	mg/l	1
Cromo	mg/l	0,1
Estaño	mg/l	2
Hierro	mg/l	1
Mercurio	mg/l	0,002
Niquel	mg/l	0,1
Plata	mg/l	0,2
Plomo	mg/l	0,1
Selenio	mg/l	0,2
Vanadio	mg/l	1
Temperatura	°C	<40

Fuente: Resolución 0631 de 17 de marzo de 2015

- Disposición Final de Aguas Tratadas

Las alternativas de disposición final de las aguas residuales tratadas generadas durante las actividades de construcción de la vía, serán las siguientes:

- Vertimiento sobre la quebrada La Frisola y quebrada La Culebra en la franja proyectada dentro del presente estudio de impacto ambiental
- Entrega a terceros que cuenten con los permisos ambientales vigentes para su tratamiento y disposición final.

11.2.3.12 Seguimiento y monitoreo del PAUEA

Con el fin de calificar el desempeño en el seguimiento de las medidas establecidas anteriormente para el ahorro y uso eficiente del agua, se plantea a continuación unas matrices de cumplimiento que deberán ser diligenciadas durante las interventorías HSE y que deberán ser aplicadas a las actividades de construcción de forma periódica donde se haga uso del recurso hídrico.

Tabla 11.2-11 Matriz de seguimiento y monitoreo de las medidas de manejo para las buenas prácticas de ahorro y uso eficiente del agua

BUENAS PRACTICAS DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA				
DISMINUCIÓN EN LAS PERDIDAS DEL SISTEMA				
Meta	Valor	Indicador	Responsable	Tipo de Registro
El 100% de los ductos y accesorios de conducción de agua son aptos para dicha actividad	=100%	(No. de accesorios aptos para la conducción de agua/No. De accesorios registrados en inspección) x100	Contratistas del proyecto Interventoría HSE	Registro de inventario de materiales de adecuación para la captación, transporte, conducción de agua a puntos de suministro y unidades de tratamiento.
	=100%	(tubería apta para la conducción de agua/tubería registrada en la inspección) x100		Registro de inspección de vida útil de accesorios y mantenimiento de fugas.
	=100%	(No. de inspecciones realizadas para confirmación de fugas y vida útil de los accesorios/No. De inspecciones programadas) x100		Registro fotográfico
Cero presencia de uniones temporales en redes de conducción de agua	0	(No. De uniones temporales implementadas a lo largo de los sistemas de captación, transporte, conducción de agua a puntos de suministro y unidades de		Registro de inventario de materiales de adecuación para la captación, transporte, conducción de agua a puntos de suministro y unidades de tratamiento.

BUENAS PRACTICAS DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA				
		tratamiento.		Registro fotográfico
Implementación de sistemas de control de llenado en el 100% de los tanques de almacenamiento de agua	=100%	(No de tanques que presentan sistemas de control de llenado/No. De tanques de almacenamiento)x100		Registro de inspección a tanques de almacenamiento de agua Registro fotográfico
Control al 100% de los volúmenes de agua implementados para limpieza de equipos	=100%	(No. de actividades de limpieza de equipos/No. de actividades programadas)x100		Registro de limpieza de equipos
	=100%	(Volumen de agua registrado destinado para cada actividad de agua programada/ Volumen de agua registrado programado para cada actividad)x100		Registro fotográfico
APROVECHAMIENTO AL MÁXIMO DEL RECURSO				
Meta	Valor	Indicador	Responsable	Tipo de Registro
Recirculación de aguas de la planta de concreto	=VALOR (%)	(Agua recirculada a la planta de concreto /volumen de agua generado) x100		Registro de aguas recirculadas Registro fotográfico
MANTENIMIENTO ADECUADO DE EQUIPOS Y ÁREAS DE OPERACIÓN				
Meta	Valor	Indicador	Responsable	Tipo de Registro
Mantenimiento del 100% de la flota vehicular del proyecto en centros autorizados	=100%	(No. de mantenimientos realizados en centros especializados/No. mantenimientos programados)x100	Contratistas del proyecto Interventoría HSE	Registro de mantenimiento de vehículos
Mantenimiento en seco del 100% de los equipos por medio del uso de estopas	=100%	(No. de mantenimientos en seco realizados /No.		Registro de mantenimientos Registro fotográfico

BUENAS PRACTICAS DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA				
		mantenimientos programados)x100		
UTILIZACIÓN DE AGUAS LLUVIAS				
Meta	Valor	Indicador	Responsable	Tipo de Registro
Lavado de instalaciones, alimentación de unidades sanitarias e hidratación de suelos por medio de aguas lluvias	SI/NO	Uso de aguas lluvias para el lavado de instalaciones, alimentación de unidades sanitarias e hidratación de suelos	Contratistas del proyecto Interventoría HSE	Registro de mantenimiento de instalaciones Registro fotográfico
	=Numérico (m ³)	Volumen de aguas lluvias aprovechadas para lavado instalaciones, alimentación de unidades sanitarias e hidratación de suelos		

Fuente: Consultoría Colombiana S. A. 2016

Tabla 11.2-12 Matriz de monitoreo y seguimiento de las medidas culturales y participativas

MEDIDAS CULTURALES Y PARTICIPATIVAS				
CAPACITACIÓN DE LAS COMUNIDADES DEL ÁREA DE INFLUENCIA				
Meta	Valor	Indicador	Responsable	Tipo de Registro
Capacitación al 100% de las personas pertenecientes al área de influencia del proyecto sobre el manejo adecuado del recurso hídrico	=100%	(No. de juntas de acción comunal participantes en las capacitaciones/No. De juntas de acción comunal del área de influencia del proyecto)x100	Contratistas del proyecto Interventoría HSE	Registro de capacitaciones a las juntas de acción comunal sobre el manejo adecuado del recurso hídrico
Capacitación al 100% del personal del proyecto, sobre el manejo adecuado del recurso hídrico	=100%	(No. de trabajadores capacitados sobre las medidas establecidas PAUEA /No. de trabajadores contratados)x100		Registro de inducción y capacitaciones realizadas al personal del proyecto
Realización del 100%	=100%	(No. de campañas		Actas de las diferentes campañas de concientización

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.0	

MEDIDAS CULTURALES Y PARTICIPATIVAS				
de las campañas informativas sobre el uso eficiente del agua		realizadas/No. de campañas programadas)x100		de uso adecuado del recurso hídrico Registro fotográfico

Fuente: Consultoría Colombiana S. A. 2016

Tabla 11.2-13 Matriz de monitoreo y seguimiento de las medidas para protección global del recurso hídrico

MEDIDAS PARA PROTECCIÓN GLOBAL DEL RECURSO				
LA NO INTERVENCIÓN DE CUERPOS HÍDRICOS NO AUTORIZADOS				
Meta	Valor	Indicador	Responsable	Tipo de Registro
Cero captaciones de agua en cuerpos de agua no autorizados	=0	Numero de captaciones no autorizadas	Contratistas del proyecto Interventoría HSE	Registros de interventoría HSE Registros fotográficos
Cero afectación de coberturas vegetales de protección de cuerpos de agua	=0	Afectaciones de coberturas vegetales de protección de cuerpo de agua (m ²)		
MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE LOS CUERPOS DE AGUA SUSCEPTIBLE A AFECTACION				
Meta	Valor	Indicador	Responsable	Tipo de Registro
Monitoreo del 100% de los cuerpos o puntos de agua susceptibles a afectación.	=100%	Cuerpos o puntos de agua monitoreados/ Puntos o cuerpos de agua a monitorear)x100	Contratistas del proyecto Interventoría HSE	Informe de Análisis fisicoquímico, bacteriológico e hidrobiológico de los cuerpos de agua, en un laboratorio externo certificado por el IDEAM Certificados del Laboratorio acreditado
Cumplimiento del 100% los parámetros de calidad fisicoquímica y bacteriológica para los diferentes usos en los puntos o cuerpos de agua susceptibles a afectación según Decreto 1594/84	=100%	(Número de parámetros que cumplen los límites establecidos en el Decreto 1594 de 1984 / Número de parámetros monitoreados que cuentan con límite normativo)* 100%		
	=100%	(Numero de monitoreos realizados/Numero de monitoreos programados)x100		
Cumplimiento al	=100%	(Numero de		

MEDIDAS PARA PROTECCIÓN GLOBAL DEL RECURSO				
100% del caudal captado según lo pactado (3 l/s)		registros que cumplen con el caudal captado autorizado/ Numero de registros realizados)x100%		captado Registros del caudalímetro para cada evento de captación
	=100%	(Numero de captaciones con registro/Numero de captaciones realizadas)x100		
Utilización del 100% del agua captada	=100%	(Consumo de agua promedio (m ³ /mes)/ Consumo de agua permitido (m ³ /mes))*100%		Bitácora de volumen utilizado Registros del medidor de flujo Reportes diarios de Interventoría HSE

Fuente: Consultoría Colombiana S. A. 2016

Tabla 11.2-14 Matriz de monitoreo y seguimiento de las medidas de tratamiento ambiental y sanitario

MEDIDAS DE TRATAMIENTO AMBIENTAL Y SANITARIO				
Meta	Valor	Indicador	Responsable	Tipo de Registro
Tratamiento del 100% del volumen de aguas residuales (domésticas e industriales) generadas	=100%	(Volumen Tratado adecuadamente / Volumen de Residuos Líquidos generados) x100	Contratistas del proyecto Interventoría HSE	Registro fotográfico de las actividades. Registros de medición de caudal generado y tratado.
Disposición adecuada del 100% del volumen de aguas residuales (industriales y domésticas) tratadas	=100%	(Volumen de agua tratada dispuesta adecuadamente/ Volumen de residuos líquidos generados) x100		Registro fotográfico de las actividades Bitácora de volumen a verter
Ejecución del 100% de los monitoreos	=100%	(Monitoreos realizados/ monitoreos programados) x100		Soporte de mantenimiento de la planta REDFOX Resultado de los monitoreos

MEDIDAS DE TRATAMIENTO AMBIENTAL Y SANITARIO				
				<p>mensuales.</p> <p>Seguimiento en el reporte diario de los análisis in situ de parámetros fisicoquímicos</p>
<p>Cumplimiento del 100% de los parámetros de calidad de agua previa disposición final</p>	<p>=100%</p>	<p>(Número de parámetros que cumplen la normatividad/ Número de parámetros establecidos en la normatividad vigente) x100</p>		<p>Actas de mantenimiento de sistemas de tratamiento y justes de dosificación de químicos.</p> <p>Resultado de los monitoreos al efluente del sistema de tratamiento.</p> <p>Seguimiento en el reporte de los análisis in situ de parámetros fisicoquímicos</p>

Fuente: Consultoría Colombiana S. A. 2016