

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



Elaborado para:



Elaborado por:



Consultoría Colombiana S.A.

**Bogotá D.C.
Mayo de 2017**

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

PLAN DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA

TABLA DE CONTENIDO

	PÁG.
11.2 OTROS PLANES.....	5
11.2.4 Plan de ahorro y uso eficiente del agua	5
11.2.4.1 Introducción	5
11.2.4.2 Objetivos	6
11.2.4.3 Alcance	7
11.2.4.4 Datos globales del uso del recurso hídrico	7
11.2.4.5 Fuente de abastecimiento y caudal a captar	9
11.2.4.6 Residuos líquidos generados	11
11.2.4.7 Marco normativo	12
11.2.4.8 Directrices del programa de ahorro y uso eficiente del agua	14
11.2.4.9 Organización y responsabilidad del plan	15
11.2.4.10 Análisis de las actividades del proyecto	16
11.2.4.11 Medidas de manejo para el ahorro y uso eficiente del agua	20
11.2.4.12 Seguimiento y monitoreo del PAUEA	36

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

PLAN DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁG.
Tabla 11.2-1 Demanda de agua total en el proyecto	9
Tabla 11.2-2 Sitios propuestos para captación y caudal a solicitar	9
Tabla 11.2-3 Sitios propuestos para vertimiento	11
Tabla 11.2-4 Usos dados al Recurso Hídrico	17
Tabla 11.2-5 Caudales a Utilizar	17
Tabla 11.2-6 Volumen total de agua a verter	20
Tabla 11.2-7 Monitoreo - ocupaciones de Cauce	28
Tabla 11.2-8 Parámetros fisicoquímico, bacteriológicos e hidrobiológicos	29
Tabla 11.2-9 Parámetros a monitorear y límites permisibles para aguas residuales domésticas para vertimiento en aguas superficiales	35
Tabla 11.2-10 Parámetros a monitorear y límites permisibles para aguas residuales industriales para vertimiento en aguas superficiales	35
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	37
Tabla 11.2-12 Matriz de monitoreo y seguimiento de las medidas culturales y participativas	39
Tabla 11.2-13 Matriz de monitoreo y seguimiento de las medidas para protección global del recurso hídrico	40
Tabla 11.2-14 Matriz de monitoreo y seguimiento de las medidas de tratamiento ambiental y sanitario	41

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

PLAN DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁG.
Figura 11.2-1 Localización general del proyecto	8
Figura 11.2-2 Localización de puntos de captación de agua.....	10
Figura 11.2-3 Localización de los puntos de vertimientos propuestos.....	12
Figura 11.2-4 Esquema tipo de captación de agua con carrotanque	18
Figura 11.2-5 Medidas globales para las buenas prácticas de ahorro y uso eficiente del agua	21
Figura 11.2-6 Medidas culturales y participativas.....	25
Figura 11.2-7 Medidas para la protección global del recurso	27
Figura 11.2-8 Medidas de tratamiento ambiental y sanitario	31
Figura 11.2-9 Planta - Desarenador para tratamiento primario	32
Figura 11.2-10 Perfil - Desarenador para tratamiento primario	32
Figura 11.2-11 Unidades sanitarias portátiles	33

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.

11.2.4 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, 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 San Jerónimo y Santa Fe de Antioquia (Unidad Funcional 2.1 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 aplicable y las directrices generales que enmarcan el plan.

11.2.4.1 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 Unidad Funcional 2.1 del Proyecto Autopista al Mar 1, se encuentra ubicado entre los municipios de San Jerónimo y Santa Fe de Antioquia en el departamento de Antioquia, 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).

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 diagnóstico 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.

11.2.4.2 Objetivos

Como objetivos del presente plan se establecen los siguientes:

11.2.4.2.1 Objetivos generales

- Formular el Plan de Uso Eficiente y Ahorro del Agua para el proyecto de construcción de la segunda calzada entre los municipios de San Jerónimo y Santa Fe de Antioquia (Unidad Funcional 2.1 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.

11.2.4.2.2 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 constructivas, 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 domésticas e industriales.
- Proveer adecuados tratamientos de residuos líquidos aplicables a las diferentes etapas del proyecto.
- Minimizar las pérdidas del recurso hídrico durante su captación, transporte y almacenamiento en las diferentes áreas del Proyecto.

11.2.4.3 Alcance

El presente Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua, hace parte integral del Estudio de Impacto Ambiental que abarca la construcción de la segunda calzada entre San Jerónimo y Santa Fe de Antioquia (Unidad Funcional 2.1 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 del cuidado del medio ambiente, teniendo como principios la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, en este caso el recurso hídrico.

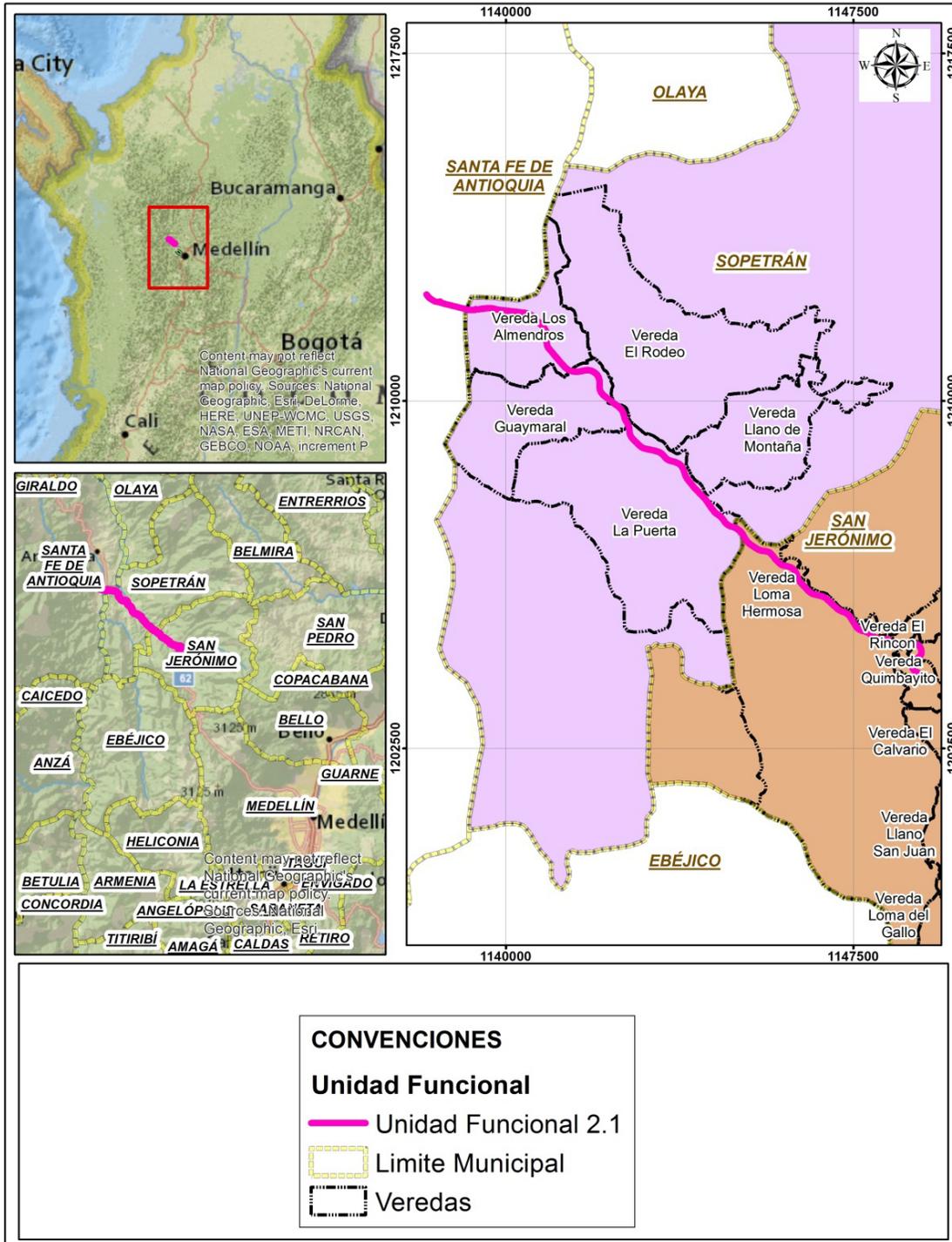
Las estrategias de Ahorro y Uso Eficiente del Agua (AUEA), cubrirán las actividades de operación que se desarrollaran en el área de Planta (incluye planta de triturado, concreto y asfalto) y la operación de las unidades sanitarias que puedan existir en las áreas del proyecto. El Programa de Ahorro y 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.

11.2.4.4 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



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016.

11.2.4.5 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	27,15
Demanda Total	27,18

Fuente: Consultoría Colombiana, 2016.

Como fuente de abastecimiento se ha considerado tres cuerpos de agua superficial, correspondientes al río Cauca, el río Aurrá y la quebrada Seca. Sobre el río Aurrá se han considerado tres puntos de captación con el fin de facilitar el desarrollo de las actividades constructivas del proyecto teniendo en cuenta que este discurre de forma paralela al trazado de la vía. La localización de los puntos y el uso proyectado en cada caso, se presenta en la Tabla 11.2-2 y Figura 11.2-2. Para efectos de la solicitud de permiso se considera una franja de 50 metros alrededor del punto referenciado.

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

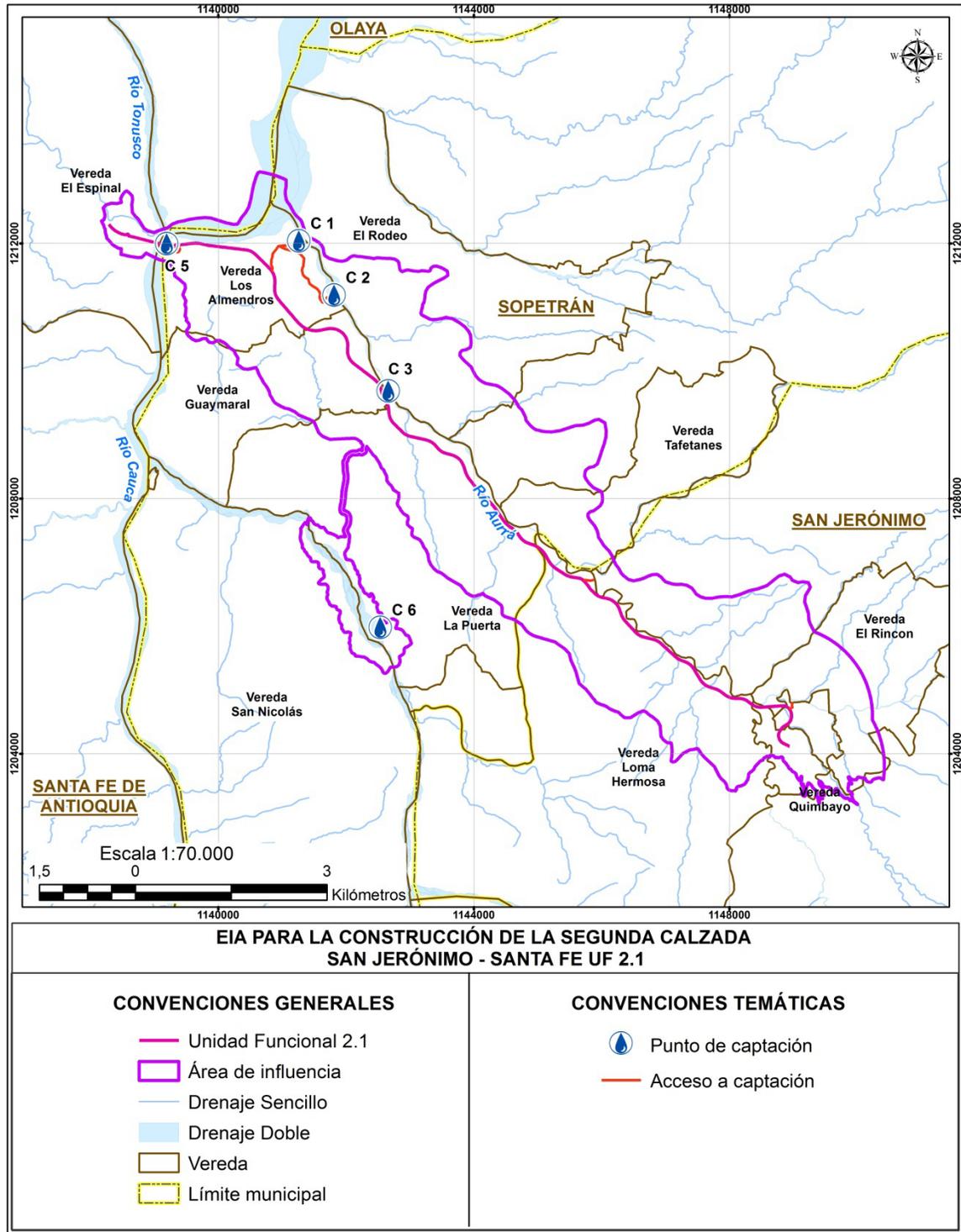
ID	Corriente	Vereda/Municipio	Coordenadas Magna Sirgas origen Oeste*		Uso	
			X	Y	I	D
CAP 1	Río Aurrá	Los Almendros - Sopetrán	1212043,42	1141259,78	1,5	
CAP 2	Río Aurrá	Los Almendros - Sopetrán	1211192,96	1141811,87	1,5	
CAP 3	Río Aurrá	El Rodeo - Sopetrán	1209689,94	1142660,16	1,45	0,03
CAP 5	Río Cauca	Los Almendros- Sopetrán	1211996,95	1139190,99	2,7	
CAP 6	Quebrada Seca	La Puerta - Sopetrán	1205982,590	1142534,120	20	
TOTAL CAUDAL DE CAPTACIÓN					27,15	0,03

*Coordenadas de referencia desde las cuales se definirá el punto definitivo de captación en una franja de 50 metros aguas arriba y 50 metros aguas abajo, de acuerdo a las condiciones de la zona al momento de la construcción.

I: Industrial D: Doméstico

Fuente: Consultoría Colombiana, 2016.

Figura 11.2-2 Localización de puntos de captación de agua



Fuente: Consultoría Colombiana, 2016.

11.2.4.6 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 de los puntos de vertimiento y adicionalmente en la Figura 11.2-3 se puede apreciar su ubicación espacial. Para efectos de la solicitud de permiso, se considera una franja de vertimiento de 50 m alrededor del punto referenciado.

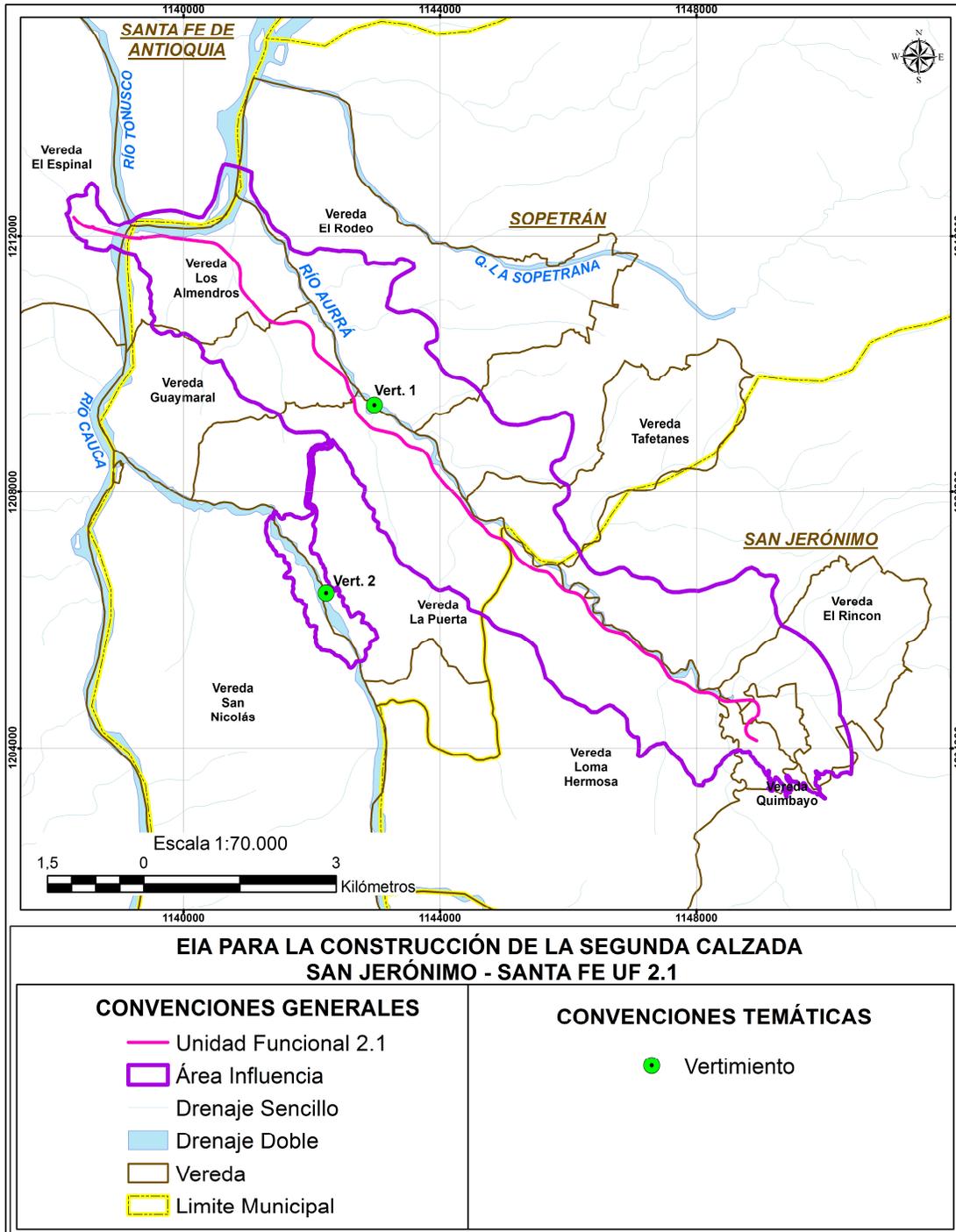
Tabla 11.2-3 Sitios propuestos para vertimiento

Id	Instalación asociada	Corriente receptora	Coordenadas Magna Sirgas origen Oeste*		Municipio
			X	Y	
1	Planta 2	Río Aurrá	1142977,92	1209359,97	La Puerta – Sopetrán
2	Planta triturado	Quebrada Seca	1142225,1	1206424,8	La Puerta – Sopetrán

**Coordenadas de referencia desde las cuales se definirá el punto definitivo de vertimiento en una franja de 50 metros aguas arriba y 50 metros aguas abajo.*

Fuente: Consultoría Colombiana, 2016.

Figura 11.2-3 Localización de los puntos de vertimientos propuestos



Fuente: Consultoría Colombiana, 2016.

11.2.4.7 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 gestión del recurso hídrico.

Igualmente tiene 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 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.

11.2.4.8 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 municipio de San Jerónimo y Santa Fe de Antioquia; unidad funcional 2.1 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.

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

11.2.4.9 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
- Monitoreo y seguimiento de calidad del recurso hídrico
- Resultados y valoración del desempeño ambiental del programa

11.2.4.9.1 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.

11.2.4.9.2 Actividades asociadas a las diferentes etapas del proyecto donde tiene influencia el PAUEA

A continuación se referencian algunas de las actividades del Proyecto, que serán cobijadas

con el presente Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua, el detalle de las actividades se presenta como parte del estudio de impacto ambiental en el capítulo 2.

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

Durante esta actividad 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 2” (incluye planta de trituración, concreto y asfalto y, parque de vigas)**

Para esta actividad, los supervisores de las plantas y frentes de trabajo, así como 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.

- **Actividades de excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos, compactación, movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos**

Al igual que la operación del área de Planta 2, los supervisores HSE durante la ejecución de las diferentes labores, asegurarán el cumplimiento de las responsabilidades establecidas dentro del PAUEA.

11.2.4.10 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.

11.2.4.10.1 Entradas del sistema

El proyecto vial a ejecutar requiere el uso de agua para las actividades relacionadas en la Tabla 11.2-4. Como se indicó previamente, el recurso se obtendrá de las corrientes superficiales Aurrá (A través de tres puntos), Cauca (Un punto) y quebrada Seca (Un punto) previa autorización de la autoridad ambiental.

Tabla 11.2-4 Usos dados al Recurso Hídrico

Actividad	Suministro	Uso
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos	Línea de Conducción de Agua – Captación Directa sobre cuerpo de agua superficial	Humectación de áreas de trabajo y vías
Plantas de concreto, triturado y asfalto, y parque de vigas		Doméstico (Baños)
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación		Agua de Curado
Construcción de obras de drenaje		Agua de mezcla para preparación de Concreto
Construcción de estructuras de concreto		Reutilización de las aguas provenientes de la planta de concreto
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos		Lavado de Maquinaria y equipos
		Hidratación de Rellenos
		Lavado de Maquinaria y Equipos

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016.

11.2.4.10.1.1 Caudales y volúmenes a utilizar en el sistema

Los caudales de agua a consumir en las actividades del proyecto, se muestran en la Tabla 11.2-5. Los caudales mostrados son valores máximos.

Tabla 11.2-5 Caudales a Utilizar

Actividades	Uso del Agua	Caudal Requerido	
		Requerimiento de Agua	Caudal a Utilizar l/s)
Adecuación y construcción de vías de acceso	Humectación de Vías		
Plantas de concreto, triturado y asfalto, y parque de vigas	Agua de Curado		
	Agua de Mezcla para Preparación de Concretos		
	Doméstico (Baños)	Uso Doméstico	0,030
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	Hidratación de Rellenos	Uso Industrial	27,15
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos	Humectación de Vías	Demanda Total	27,18
	Lavado de Maquinaria y Equipos		

Fuente: Consultoría Colombiana, 2016.

El volumen estimado de agua que se requiere durante la etapa de construcción de la segunda calzada entre San Jerónimo y Santa Fe de Antioquia será de 27,18 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.

11.2.4.10.1.2 Sistema de captación y conducción

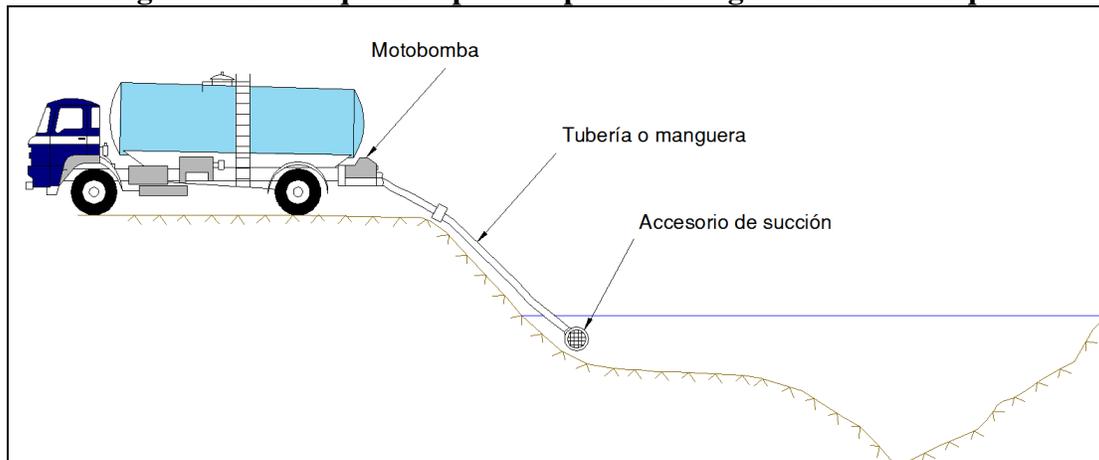
Dependiendo de la logística, distancias y necesidades en la etapa de construcción del proyecto, la captación de agua se realizará a través de sistemas de bombeo portátil (Fotografía 11.2-1) o desde carrotanque

Fotografía 11.2-1 Esquema tipo de captación de agua por motobomba



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

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



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-13 Manejo de la Captación*).

Los sistemas de conducción o transporte llevarán los caudales captados a una unidad de tratamiento de aguas según sea la necesidad de uso (doméstica e industrial); en las actividades industriales se podrá utilizar floculadores portátiles, que entreguen 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 captará y utilizará directamente.

El otro sistema de tratamiento sugerido consiste en una planta de tratamiento compacta convencional, que cuenta con unidades independientes de filtración y clarificación, de fácil operación y mantenimiento. La filtración del sistema propuesto se logra mediante la utilización de un lecho de arenas seleccionadas y la clarificación se logra mediante la utilización de un lecho de carbón activado de alta adsorción molecular. 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 carrotaque 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).

11.2.4.10.2 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 631 de 2015 y Decreto 3930 de 2010).

11.2.4.10.2.1 Caudales y volúmenes de agua generados a la salida

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.

Para el caso de las aguas residuales industriales, se considera un caudal equivalente al 10% sobre el caudal de captación para el caso del área denominada Planta 2, que incluye planta

de trituración, concreto y asfalto, es decir **0,715 L/s**, los cuales son aportados principalmente por la planta de concreto, de manera continua durante la etapa de construcción del proyecto. En el caso de la planta de trituración se considera un caudal de vertimientos igual al de captación, teniendo en cuenta que el uso del recurso corresponderá al lavado de los materiales objeto de trituración sin implicar su inclusión a un proceso productivo.

En cuanto al agua residual doméstica, se calculó a partir de la dotación y caudal captado (Ver Numeral 11.2.4.5 Fuente de abastecimiento y caudal a captar), 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

El volumen total de agua a verter, 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

Tipo de Agua a Verter	Caudal a Verter (L/s)
Doméstica	0,0255
Industrial	20,715
Volumen Total	20,7405

Fuente: Consultoría Colombiana, 2016.

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

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.

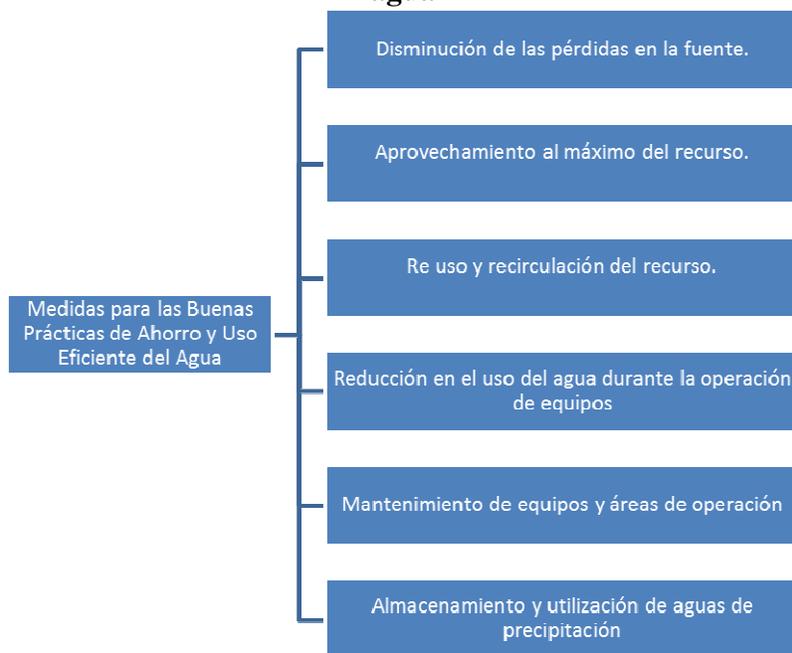
A partir de las estrategias establecidas anteriormente, a continuación se establecen las medidas que comprende el presente programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua.

11.2.4.11.1 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 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 pérdidas 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.

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 domésticas, 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 óptimo 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 el área de la planta 2 (principalmente la asociada a la planta de concreto y asfalto) puede ser empleada para el mismo proceso, para lo cual se deberá implementar una línea de recirculación de aguas, igualmente podrán ser empleadas para uso en riego y compactación, refrigeración de equipos, 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 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 periódico 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 las vías 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.

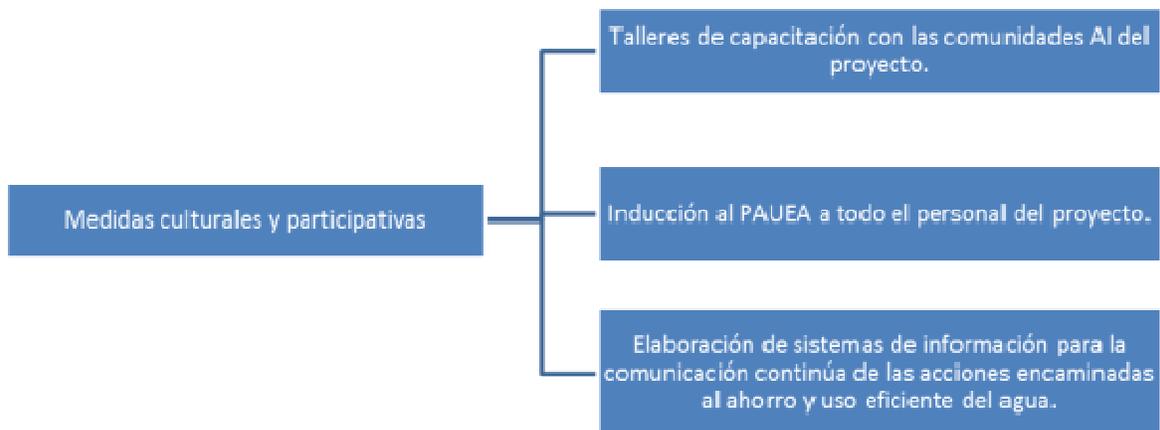
11.2.4.11.2 Medidas culturales y participativas

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

11.2.4.11.3 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 que se encuentren en cercanías al área del proyecto.

En caso de presentarse un descenso superior o igual al 50% del caudal medio del cuerpo de agua en el cual se autoriza la concesión de agua, se suspenderán las actividades de captación y se informará a la autoridad ambiental, en este caso la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquía (CORANTIOQUÍA).

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

Las aguas tratadas, no podrán ser dispuestas en cuerpos de agua diferentes a los autorizados. 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 el río Aurrá y/o sobre la quebrada Seca, 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

Descripción de la Obra	Nombre de la fuente hídrica	Coordenadas Magna Sirgas origen Oeste	
		X	Y
Puente- Estructura 30	Quebrada La Muñoz I	1148918,08	1204479,31
Puente- Estructura 31	Quebrada La Muñoz II	1148814,69	1204746,67
Puente- Estructura 32	Quebrada La Guaracú II	1148347,60	12047455,19
Puente- Estructura 34	Quebrada El Sable	1148092,28	1204854,14
Puente- Estructura 35	Quebrada La Espalda	1147756,46	1204995,40
Puente – Estructura 36	Quebrada La Espalda II	1147599,71	1205040,61
Puente- Estructura 37	Quebrada La Guaira	1147195,95	1205469,81
Puente- Estructura 38	Quebrada El Sapo	1147016,09	1205651,41
Puente – Estructura 44	Rio Cauca	1139121,40	1211989,00
Box coulvert	Acequia Tafetanes	1144795,87	1207321,47
Alcantarilla	Cañada El Oro	1144569,05	1207521,59
Alcantarilla	Acequia NN	1144177,97	1208011,63
Alcantarilla	Acequia NN	1143812,79	1208437,15
Alcantarilla	Arroyo NN	1142576,13	1209650,17
Alcantarilla	Drenaje NN 22	1140283,20	1211864,50
Alcantarilla	Drenaje NN 114	1138741,50	1212084,00
Ampliación alcantarilla	Drenaje NN 118	1142312,54	1209242,60
Ampliación alcantarilla	Drenaje NN 117	1142013,31	1207424,21
Extracción de materiales*	Quebrada Seca	1142000,00	1207000,00
		1143000,00	1205300,00
		1142600,00	1205300,00
		1141600,00	1207000,00

*Se presentan las coordenadas del polígono de explotación autorizado (HFDA-05) teniendo en cuenta que dentro de esta franja se podrán desarrollar las actividades de explotación de materiales.

Fuente: Consultoría Colombiana S. A. 2016

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

Los monitoreos que se realizaran deberán comprender los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos e hidrobiológicos característicos de cada cuerpo de agua y se deberán realizar durante la etapa de construcción del proyecto. Estos deberán ser sometidos a verificación con la línea base (monitoreo base) establecida en el Estudio de Impacto Ambiental, 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 (Decreto 1076 de 2015 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 esta 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, 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	
Caracterización física	Temperatura
	Sólidos suspendidos, disueltos, sedimentables y totales
	Conductividad eléctrica
	pH
	Turbidez
	Color Real (m^{-1})
	Características organolépticas
Caracterización Química	Oxígeno disuelto (OD)
	Demanda química de oxígeno (DQO)
	Demanda biológica de oxígeno (DBO)
	Nitrógeno Total Kjeldahl (NTK)
	Fósforo Total
	Potasio
	Grasas y Aceites
	Alcalinidad y Acidez
	Dureza Cálctica y Dureza Total
	Fenoles Totales
	Metales y Metaloides (Arsénico, Bario, Cadmio, Cinc, Cromo, Cobre, Mercurio, Niquel, Plata, Plomo y Selenio)
Caracterización bacteriológica	Coliformes Totales
	Coliformes Fecales
Caracterización bacteriológica	Perifiton
	Plancton
	Bentos
	Macrófitas
	Fauna íctica

Fuente: Resolución 751 del 2015.

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 del proyecto se implementarán las medidas correctivas.

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

Con el fin de garantizar la protección de los cuerpos de agua, se deberán respetar las rondas de protección de cuerpos loticos y lenticos (30 metros) y manantiales o nacederos (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, salvo en aquellas áreas en las que se obtenga los permisos ambientales correspondientes.

En el caso de los puntos de captación la ubicación del carrotanque se deberá hacer a mínimo 10 metros del cauce con el fin de no afectar la vegetación protectora. Para la conducción de los vertimientos desde el sitio de generación hasta el punto de entrega al cuerpo de agua se empleará manguera o tubería tendida sobre el suelo, buscando zonas que presenten intervención de tal forma que no sea necesaria la afectación de coberturas vegetales.

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.

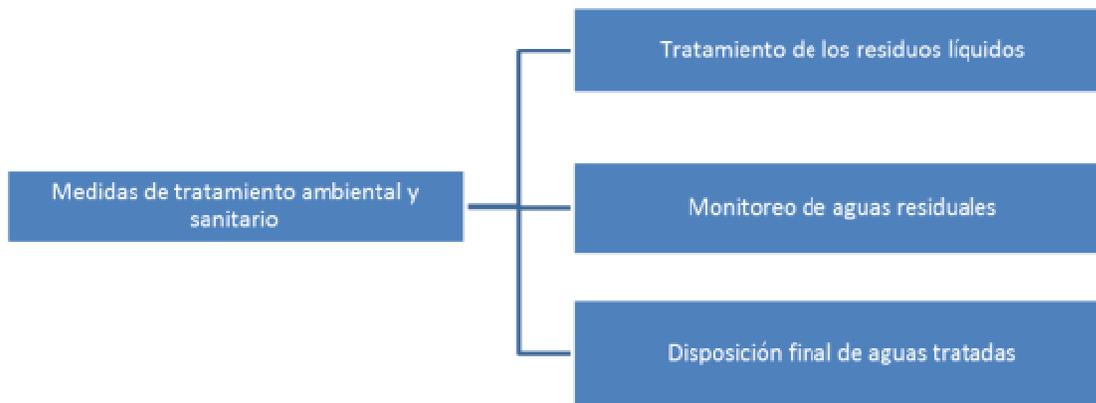
- **Seguir lineamientos de la corporación autónoma regional del centro de Antioquía (CORANTIOQUÍA) y/o ANLA.**

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.

11.2.4.11.4 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**

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

Aguas residuales industriales

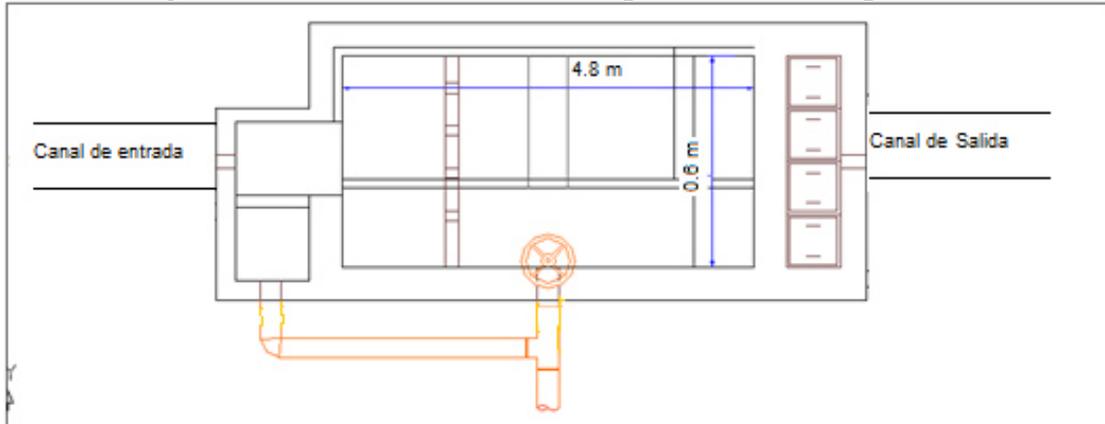
Las estructuras de tratamiento propuestas para las aguas residuales industriales, con el fin de evitar la contaminación y/o deterioro de los cuerpos de agua, se resumen a continuación, para mayor información puede ser consultado el capítulo 7. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales del estudio de impacto ambiental.

En la planta de concreto (dentro del área de la Planta 2) 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 sedimentadores (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.

En la planta de trituración, se adecuaron igualmente canales de conducción y estructuras sedimentadoras en las cuales se manejara el agua producto de las actividades de lavado del material durante el proceso de acondicionamiento granulométrico.

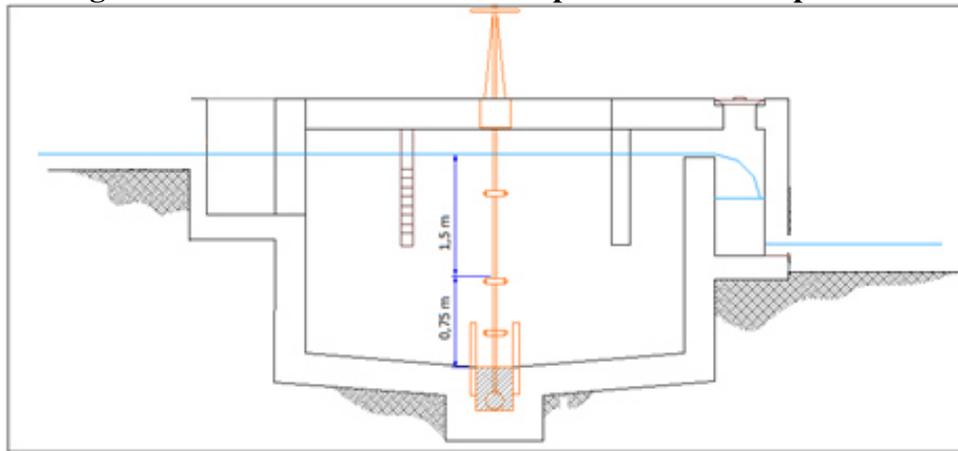
Las trampas de grasas y los desarenadores tendrán un mantenimiento periódico, para garantizar su adecuado funcionamiento; los residuos aceitosos serán almacenados herméticamente y entregados a empresas especializadas para su disposición final, mientras que los lodos resultantes se secarán (en la zona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

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

Durante la etapa de construcción se contará con baños portátiles en las diferentes áreas de intervención del proyecto, incluyendo las áreas de Planta (Planta 2 y Planta de trituración), como los que se muestran en la Figura 11.2-11, sin embargo, se contempla un caudal mínimo de vertimiento en el caso que la empresa a cargo del suministro y mantenimiento no se haga responsable de ellos; dicho caudal, se podrá tratar mediante una planta compacta (Red Fox), planta compacta de lodos activados o se enviarán por una línea a un tanque 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. Cualquiera que sea el sistema que se adopte para el tratamiento de las aguas residuales domésticas, este se acondicionará en el área definida como Planta 2, la cual incluye el parque de fabricación de vigas.

Figura 11.2-11 Unidades sanitarias portátiles



Fuente: Consultoría Colombiana S. A. 2016

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 tubería dirigida hacia el punto de entrega al cuerpo de agua receptor.

Manejo de aguas lluvia

Todas las instalaciones de trabajo a adecuar en las áreas de intervención del proyecto, contarán con canales perimetrales y canales de conducción destinados al manejo de las aguas de escorrentía de tal forma que se evite su contaminación. En las zonas de servicio y zonas de almacenamiento de combustibles, se implementaran sistemas de conducción independientes, para conducirlos a sistemas de sedimentación y trampas de grasas en caso de ser necesario.

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.
- Inspección semanal de las condiciones estructurales de las cunetas perimetrales 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.

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, presencia de película de grasa o aceites, sólidos suspendidos 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 acreditado por el IDEAM, que deberá incluir los parámetros anteriormente mencionados, además de los estipulados en la Resolución 631 de 2015 para las aguas residuales domésticas.

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 631 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
		Limite Permissible
		(Resolución 631 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 631 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 631 de 2015 Art. 15)
pH	unidades	6 a 9
DQO	mg/l	150
DBO ₅	mg/l	50
Sólidos suspendidos totales	mg/l	50
Sólidos sedimentables	mg/l	1
Grasas y aceites	mg/l	10
Fenoles totales	mg/l	0,20
Hidrocarburos totales	mg/l	10
Cianuro total	mg/l	0,1
Cloruros	mg/l	250
Fluoruros	mg/l	50
Sulfatos	mg/l	250
Sulfuros	mg/l	1
Antimonio	mg/l	0,3
Arsénico	mg/l	0,1
Bario	mg/l	1
Cadmio	mg/l	0,01

Parámetro	Unidades	Vertimiento en Cuerpo de Agua
		Limite Permisible
		(Resolución 631 de 2015 Art. 15)
Cinc	mg/l	3
Cobalto	mg/l	0,1
Cobre	mg/l	1
Cromo	mg/l	0,1
Estaño	mg/l	2
Hierro	mg/l	1
Mercurio	mg/l	0,002
Niquel	mg/l	0,1
Plata	mg/l	0,2
Plomo	mg/l	0,1
Selenio	mg/l	0,2
Vanadio	mg/l	1
Temperatura	°C	<40

Fuente: Resolución 631 de 17 de marzo de 2015

- **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 las corrientes de agua que sean autorizadas (río Aurrá y quebrada Seca) 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.

11.2.4.12 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 prácticas 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 tratamiento.		Registro de inventario de materiales de adecuación para la captación, transporte, conducción de agua a puntos de suministro y unidades de 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

Buenas prácticas de ahorro y uso eficiente del agua				
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	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. mantenimientos programados)x100	Interventoría HSE	Registro de mantenimientos Registro fotográfico
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	Registro de mantenimiento de instalaciones
	=Numérico (m ³)	Volumen de aguas lluvias aprovechadas para lavado instalaciones, alimentación de unidades sanitarias e hidratación de suelos	Interventoría HSE	Registro fotográfico

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% de las campañas informativas sobre el uso eficiente del agua	=100%	(No. de campañas realizadas/No. de campañas programadas)x100		Actas de las diferentes campañas de concientización 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				
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
Cero afectación de coberturas vegetales de protección de cuerpos de agua no autorizados	=0 (m ²)	Afectaciones de coberturas vegetales de protección de cuerpo de agua (m ²)		Registros fotográficos
MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE LOS CUERPOS DE AGUA SUSCEPTIBLE A AFECTACIÓN				
Meta	Valor	Indicador	Responsable	Tipo de Registro
Monitoreo del 100% de los cuerpos o puntos de agua susceptibles a afectación.	=100%	Línea base: # de monitoreos de cuerpos o puntos de agua antes de la intervención / Total de Puntos o cuerpos de agua susceptibles de intervención) x100 Seguimiento: Cuerpos o puntos de agua monitoreados durante las intervenciones/ Puntos o cuerpos de agua intervenidos)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 Informe comparativo entre valores de línea base y valores de seguimiento
		(Número de registros que cumplen con el caudal captado autorizado/ Número de registros realizados)x100%		Bitácora de volumen captado Registros del caudalímetro para cada evento de captación
		(Número de captaciones con registro/Numero de captaciones realizadas)x100		Bitácora de volumen utilizado Registros del medidor de flujo Reportes diarios de Interventoría HSE
Utilización del 100% del agua captada	=100%	(Consumo de agua promedio (m ³ /mes)/ Consumo de agua permitido (m ³ /mes))*100%		

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 en vertimientos	=100%	(Monitoreos realizados/ monitoreos programados) x100		Soporte de mantenimiento de la unidad de tratamiento propuesta Resultado de los monitoreos mensuales. Seguimiento en el reporte de los análisis in situ de parámetros fisicoquímicos
Cumplimiento del 100% de los parámetros de calidad de agua previa disposición final	=100%	(Número de parámetros que cumplen la normatividad/ Número de parámetros establecidos en la normatividad vigente) x100		Actas de mantenimiento de sistemas de tratamiento y justes de dosificación de químicos. Resultado de los monitoreos al efluente del sistema de tratamiento. Seguimiento en el reporte de los análisis in situ de parámetros fisicoquímicos

Fuente: Consultoría Colombiana S. A. 2016