

**APOYO AL PRE- PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS DEL SUELO  
URBANO DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER**

Angelitza Solano Quintero

1094833033

Facultad de ingenierías y Arquitectura

***Nota del Autor***

Angelitza Solano Quintero, Programa de Ingeniería ambiental, Departamento de Ingeniería Civil, Ambiental y Química, Universidad de Pamplona

Este trabajo fue realizado con el apoyo de la Unidad de Servicios Públicos y la Administración Municipal de Puerto Santander

Cualquier mensaje con respecto a este trabajo debe ser enviado al correo electrónico del autor que a continuación se indica [angelitzasolano@outlook.com](mailto:angelitzasolano@outlook.com)

**apoyo al pre- plan de saneamiento y manejo de vertimientos del suelo urbano del  
municipio de puerto santander**

Angelitza Solano Quintero

1094833033

Facultad de ingenierías y Arquitectura

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al  
título de **Ingeniero ambiental**

**Director:** Jarol Derley Ramón Valencia

PhD, Ingeniero Ambiental

María Esther Rivera

PhD, en Hidrología

Universidad de Pamplona

Facultad de Ingenierías y Arquitectura

Programa de ingeniería ambiental

2021

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

***Dedicatoria***

*Le dedico a Dios este triunfo quien me dio las fuerzas para avanzar, en tiempos difíciles fue mi refugio, en momentos en los que no veía claro me ayudo a ver el camino correcto. A mis padres, ellos que incondicionalmente estuvieron a mi lado desde que emprendí este sueño.*

### ***Agradecimientos***

*Le agradezco eternamente a Dios por darme la sabiduría y permitirme culminar este logro. También a mis padres porque me apoyaron y pusieron su confianza en mí. ¡Gracias!*

## Tabla de contenido

<b>Resumen</b> .....	14
<b>Introducción</b> .....	15
<b>Planteamiento del problema</b> .....	16
<b>Justificación</b> .....	17
<b>Objetivos</b> .....	18
<b>Objetivo General</b> .....	18
<b>Objetivos Específicos</b> .....	18
<b>Antecedentes</b> .....	19
<b>Antecedentes</b> .....	19
<b>Marco teórico</b> .....	22
<b>Principales parámetros para medir características de las aguas residuales (según Resolución 1433 de 2004)</b> .....	26
<b>Marco legal</b> .....	27
<b>Marco conceptual</b> .....	32
<b>Marco contextual</b> .....	37
Delimitación .....	37
Generalidades de la empresa .....	38
<b>Metodología</b> .....	40
<b>Recopilar la información existente acerca del servicio de acueducto y alcantarillado del municipio.</b> .....	41

<b>Revisión del estado actual el sistema de acueducto y alcantarillado implementado en el municipio de Puerto Santander.....</b>	<b>42</b>
<b>Realizar un diagnóstico a la fuente receptora y determinar las proyecciones de la carga contaminante generada por el vertimiento o tramo del cuerpo de agua receptor. ....</b>	<b>45</b>
<b>Plantear programas y actividades a corto y mediano plazo para la reducción de carga contaminante dentro del plan de saneamiento y manejo de vertimientos del municipio de Puerto Santander. ....</b>	<b>46</b>
<b>Resultados .....</b>	<b>47</b>
<b>Resultados objetivo 1: “Recopilación de información existente acerca del servicio de acueducto y alcantarillado del municipio”. ....</b>	<b>47</b>
Descripción del municipio.....	47
Características generales del municipio .....	49
Aspecto socioeconómico.....	52
<b>Resultados objetivo 2: “Revisión del sistema de acueducto y alcantarillado implementado en el municipio de Puerto Santander”.....</b>	<b>58</b>
Sistema de acueducto.....	58
Sistema de alcantarillado .....	69
<b>Análisis de la caracterización de los puntos de vertimientos. ....</b>	<b>84</b>
<b>Resultados Objetivo 3: “Diagnóstico a la fuente receptora y proyecciones de la carga contaminante generada por el vertimiento o tramo del cuerpo de agua receptor”.....</b>	<b>85</b>
Cantidad .....	85
Calidad.....	87
Macroinvertebrados .....	107

Proyección de cargas contaminantes.....	109
<b>Resultados Objetivo 4:</b> Programas, proyectos y actividades .....	128
PROGRAMA 1. MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL SERVICIO A TRAVES DEL FORTALECIMIENTO DE LA UNIDAD DE SERVICIOS PÚBLICOS.....	129
PROGRAMA 2. REDUCCION DE VERTIMIENTOS PUNTUALES Y CONSTRUCCION DE PLANTAS DE TRATAMIENTO PARA EL MUNICIPIO PUERTO SANTANDER .....	130
PROGRAMA 3. OPTIMIZACIÓN DE LAS REDES EXISTENTES DEL ALCANTARILLADO DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER.....	131
PROGRAMA 3. OPTIMIZACIÓN DE LAS REDES EXISTENTES DEL ALCANTARILLADO DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER.....	131
PROGRAMA 4. MONITOREO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS.....	132
PROGRAMA 4. MONITOREO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER .....	132
PROGRAMA 5. EDUCACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN AMBIENTAL EN TORNO AL RECURSO HÍDRICO .....	133
PROGRAMA 5. EDUCACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN AMBIENTAL EN TORNO AL RECURSO HÍDRICO .....	133
<b>Seguimiento de actividades e indicadores proyectados .....</b>	<b>135</b>
PROGRAMA 5. EDUCACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN AMBIENTAL EN TORNO AL RECURSO HÍDRICO .....	142
<b>Análisis de Resultados.....</b>	<b>145</b>
<b>Alcances y limitaciones.....</b>	<b>147</b>
<b>Alcances .....</b>	<b>147</b>



<b>Limitaciones</b> .....	147
<b>Conclusiones</b> .....	149
<b>Recomendaciones</b> .....	151
<b>Bibliografía</b> .....	152

**Listado de tablas**

<b>Tabla 1.</b> Indicadores de calidad del Agua .....	22
<b>Tabla 2.</b> Valores en los vertimientos de aguas residuales domésticas.....	24
<b>Tabla 3.</b> Marco normativo a nivel nacional.....	28
<b>Tabla 4.</b> Personal de la unidad de servicios públicos.....	38
<b>Tabla 5.</b> Descripción física de Puerto Santander .....	48
<b>Tabla 6.</b> Proyección población del municipio de Puerto Santander.....	53
<b>Tabla 7.</b> Nivel de complejidad.....	53
<b>Tabla 8.</b> Métodos de cálculo según el nivel de complejidad.....	54
<b>Tabla 9.</b> Población proyectada .....	55
<b>Tabla 10.</b> Ubicación geográfica de la fuente receptora del municipio de Puerto Santander ....	60
<b>Tabla 11.</b> Ubicación geográfica de la captación.....	61
<b>Tabla 12.</b> Ubicación geográfica el desarenador.....	63
<b>Tabla 13</b> Pozos de inspección.....	75
<b>Tabla 14.</b> Caracterización cuenca Río Zulia .....	90
<b>Tabla 15.</b> Resultados caracterización Puerto León.....	91
<b>Tabla 16.</b> Métodos de cálculo según el nivel de complejidad del sistema.....	109
<b>Tabla 17.</b> Proyección de la población Método aritmético .....	110
<b>Tabla 18.</b> Proyección de la población Método Geométrico .....	110
<b>Tabla 19.</b> Proyección de la población Método .....	111
<b>Tabla 20.</b> Proyección de la población Método Wappus .....	111
<b>Tabla 21.</b> Promedio de las proyecciones .....	112
<b>Tabla 22.</b> Nivel de complejidad de acuerdo a la Población .....	113
<b>Tabla 23.</b> Dotación por habitante.....	113
<b>Tabla 24.</b> Resumen de las proyecciones de carga Contaminante .....	125

### Listado de Gráficas

<b>Gráfica 1.</b> Representación de La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diaria .....	49
<b>Gráfica 2.</b> Precipitación y número de días con lluvia .....	50
<b>Gráfica 3.</b> El porcentaje de tiempo pasado en varios niveles de comodidad de humedad, categorizado por el punto de rocío. ....	51
<b>Gráfica 4.</b> Luz diurna media / Promedio de insolación Puerto Santander, Colombia .....	51
<b>Gráfica 5.</b> Relación Caudal Semestre I vs Semestre II, 2019 .....	86
<b>Gráfica 6.</b> Resultados ICA 2019 I vs 2019 II .....	92
<b>Gráfica 7.</b> Relación ICA vs Caudal .....	92
<b>Gráfica 8.</b> Relación ICA vs Altura (m.s.n.m) .....	93
<b>Gráfica 9.</b> Temperatura .....	94
<b>Gráfica 10.</b> pH.....	95
<b>Gráfica 11.</b> Relación altura Vs Temperatura.....	96
<b>Gráfica 12.</b> Caudal Vs OD.....	97
<b>Gráfica 13.</b> Relación Coliformes Totales vs Coliformes Fecales.....	99
<b>Gráfica 14.</b> Comportamiento coliformes fecales .....	100
<b>Gráfica 15.</b> Turbiedad .....	101
<b>Gráfica 16.</b> Sólidos Suspendidos Totales.....	102
<b>Gráfica 17.</b> Turbidez Vs SST.....	103
<b>Gráfica 18.</b> Conductividad Vs SST .....	104
<b>Gráfica 19.</b> Demanda Bioquímica de Oxígeno .....	105
<b>Gráfica 20.</b> Demanda Química de Oxígeno.....	106
<b>Gráfica 21.</b> Fósforo Total.....	107
<b>Gráfica 22.</b> Promedio de las proyecciones .....	112
<b>Gráfica 23.</b> Caudal de agua Residual.....	126

<b>Gráfica 24.</b> Proyecciones carga Contaminante DBO y SST .....	126
--	-----

### **Listado de imágenes**

<b>Imagen 1.</b> Imagen Satelital Puerto Santander .....	37
<b>Imagen 2.</b> Ubicación espacial del municipio de Puerto Santander.....	47
<b>Imagen 3.</b> Aducción del sistema de acueducto.....	61
<b>Imagen 4.</b> Desarenador del sistema de acueducto.....	63
<b>Imagen 5.</b> Conducción del sistema de acueducto .....	65
<b>Imagen 6.</b> Planta de tratamiento del municipio de Puerto Santander .....	67
<b>Imagen 7.</b> Planta de tratamiento, tanque de almacenamiento. ....	69
<b>Imagen 8.</b> Esquema general del sistema de alcantarillado del casco urbano del municipio de Puerto Santander. ....	76
<b>Imagen 9.</b> Vertimiento puntual No 1 .....	78
<b>Imagen 10.</b> Vertimiento puntual No 2 .....	79
<b>Imagen 11.</b> Vertimiento puntual No 3 .....	80
<b>Imagen 12.</b> Vertimiento puntual No 4 .....	81
<b>Imagen 13.</b> Localización del vertimiento puntual No 5.....	83
<b>Imagen 14.</b> Vertimiento puntual No 6 .....	83

### **Listado de figuras**

<b>Figura 1.</b> Organigrama .....	39
<b>Figura 2.</b> Metodología para el ajuste del PSMV .....	40
<b>Figura 3.</b> Sistema de acueducto del municipio de Puerto Santander.....	59

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

### Resumen

El plan de saneamiento y manejo de vertimientos es un documento creado por el CONPES 3177 de 2002, plan nacional de manejo de aguas residuales municipales y el decreto 3100 de 2003 tasas retributivas por contaminación, y desarrollo por la resolución 1433 de 2004 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial establecidos para el saneamiento y tratamiento de los vertimientos, incluyendo la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales descargadas al sistema público de alcantarillado. Este proyecto se basa en realizar un ajuste al PSMV del municipio de Puerto Santander, con el fin de establecer una formulación, financiamiento, control y vigilancia del PSMV del municipio de Puerto Santander para avanzar en el control de la contaminación, de manera que se mejore la calidad de los cuerpos de agua receptores y garantizar el aprovechamiento sostenible del recurso hídrico. Para ello, se tuvo en cuenta el PSMV del 2008 con el que trabaja actualmente el municipio, se realizó en primera instancia la revisión de la documentación con la finalidad de actualizar la línea base con los nuevos decretos y normas establecidas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, se determinaron las debilidades y las actividades que se requieren para dar cumplimiento y ejecución; Ya que se encontraron deficiencias en el sistema de acueducto y alcantarillado y la disposición de las aguas residuales, de igual forma se generaron las recomendaciones para actualizar el PSMV para el año 2021 en el municipio de Puerto Santander, resaltando la necesidad de realizar una caracterización de las fuentes receptoras de los vertimientos de agua residual, y llevar a cabo la ejecución de un sistema de tratamiento para las mismas

**Palabras clave:** Agua Residual, Alcantarillado, Índice de Calidad de Agua, Programa, Vertimiento.

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

### **Introducción**

Los altos niveles de contaminación en las fuentes hídricas cada vez se van convirtiendo en un problema mayor, representando riesgos ambientales y riesgos en la salud. En Colombia, se presentan importantes niveles de contaminación de los cuerpos de agua que afectan la disponibilidad del recurso hídrico en términos de calidad para sus diferentes usos, generando un riesgo potencial sobre la salud de la población y deteriorando su calidad de vida y la de los ecosistemas. Es por ello, que el Gobierno Nacional en cabeza del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, han creado Políticas Nacionales que reglamenten la formulación e implementación de estrategias para el control de la contaminación hídrica, vinculando objetivos sociales, económicos, ambientales y de impacto sobre la salud ambiental.

La Política favorece el fortalecimiento de la capacidad regional para avanzar en el control de la contaminación, de manera que se mejore la calidad de los cuerpos de agua receptores con el propósito de garantizar el aprovechamiento sostenible del recurso hídrico, mitigar riesgos sobre la salud pública, y favorecer los procesos ecológicos.

El plan de saneamiento y manejo de vertimientos es un documento de gran importancia para las empresas prestadoras del servicio público como herramienta para la gestión de programas de diagnóstico y alternativas, para determinar el desarrollo de acciones correctivas. El municipio de puerto Santander es consciente de la problemática ambiental debido al mal manejo de las descargas de aguas residuales a las fuentes hídricas, por lo que decide iniciar el proceso de ajuste al plan de saneamiento y manejo de vertimientos con el propósito de implementar estrategias que lleven a la reducción progresiva de la contaminación ambiental.

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

### **Planteamiento del problema**

El municipio de Puerto Santander cuenta con una amplia cobertura de acueducto a largo de su casco urbano, a pesar de ello el servicio ofrecido no es eficiente ya que carece de instrumentos para mejorar la calidad de estos, conjuntamente no se factura de forma real el consumo del usuario. Por otro lado las redes de alcantarillado presenta carencias por conexiones erradas, infiltración de las aguas lluvias en el sistema y el deterioro en la infraestructura, debido a que ya cumplió con la vida útil. En primera instancia la formulación del plan de saneamiento se realizó en el año 2008, hasta el día de hoy no se han completado las respectivas mejoras y no se ha cumplido con lo establecido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, En el municipio existen varios puntos de vertimientos de aguas residuales que conducen a las fuentes hídricas (Rio Zulia y Rio Grita) sin ningún tipo de tratamiento, generando malos olores, contaminación del suelo, contaminación del agua y provocando afectación en la salud de los habitantes.

De acuerdo a lo anterior se plantea como pregunta de investigación

¿El ajuste del PSMV de Puerto Santander permitirá reducir y mitigar las problemáticas socio ambientales y económicos que se han venido presentando en el territorio municipal además del cumplimiento de la normativa actual vigente?

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

### **Justificación**

La formulación del PSMV, es un proyecto prioritario para la administración municipal, con el fin de mitigar el impacto que genera el vertimiento de las aguas residuales municipales en la fuente hídrica al ser dispuesta sin ningún tratamiento. Evita que se impongan sanciones por parte de la autoridad ambiental competente al no cumplir con lo estipulado en El artículo 2.2.3.3.4.18. Del Decreto 1076 de 2015 dónde se indica la responsabilidad del prestador del servicio público domiciliario de alcantarillado, como usuario del recurso hídrico, dar cumplimiento a la norma de vertimiento vigente y contar con el respectivo permiso de vertimiento o con el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos-PSMV, el cual es presentado por el prestador del servicio y aprobado por la autoridad ambiental competente. Por lo anteriormente expuesto es prioridad para la alcaldía municipal de Puerto Santander generar un diagnostico puntual acerca del manejo de sus vertimientos para realizar una inversión a futuro mejorando la calidad de vida de los usuarios además de corregir el impacto negativo que ha generado a lo largo estos años en el medio ambiente.



## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

### **Objetivos**

#### **Objetivo General**

Formular el plan de saneamiento y manejo de vertimientos del municipio de puerto Santander, con el propósito de plantear estrategias para el buen manejo de las aguas residuales.

#### **Objetivos Específicos**

Recopilar la información existente acerca del servicio de acueducto y alcantarillado del municipio.

Verificar el estado actual del sistema de acueducto y alcantarillado implementado en el municipio de Puerto Santander.

Realizar un diagnóstico a la fuente receptora y determinar las proyecciones de la carga contaminante generada por el vertimiento

Plantear programas y actividades a corto y mediano plazo para la reducción de carga contaminante dentro del plan de saneamiento y manejo de vertimientos del municipio de puerto Santander.

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

### **Antecedentes**

#### **Antecedentes**

La selección de un sistema de tratamiento de aguas residuales municipales en cualquier país depende en gran medida de su economía, las condiciones sociales, incluso educativas que imperen en éste. Diferentes técnicas químicas, fisicoquímicas, biológicas y combinaciones de todas las anteriores han sido usadas en todos los países del mundo dependiendo de su economía particular con algunos resultados (Beltran, 2013).

Los países en vía de desarrollo que no poseen los recursos económicos para construir estas plantas de tratamiento han relegado, éste y otros asuntos ambientales a un segundo plano en importancia, pues las ventajas no son fácilmente perceptibles, ni hay significación económica inmediata (Beltran, 2013). Además, otras necesidades como la construcción de vías, la consecución de alimento, educación y salud, son más necesarias y apremiantes. En éste orden de ideas, la incorporación de sistemas de tratamiento de aguas residuales de costosa y alta tecnología en países en vías de desarrollo suena absurda pues no es compatible con la realidad económica y la disponibilidad técnica del país. Por lo tanto, hay una necesidad de desarrollar y de idear “un sistema de tratamiento apropiado” para las aguas residuales de los países en vías de desarrollo, que sea técnica y económicamente viable con la realidad de la región (Olga Lucia Ordoñez Fierro & Maily Jazmin Eraso Quintero, 2009).

La definición de la tecnología apropiada para los países en vías de desarrollo es tan confusa que puede conducir a veces a la adopción de la tecnología incorrecta si no se percibe adecuadamente; por ello la necesidad de implementar técnicas adecuadas en la selección de tecnologías apropiadas, donde cobra especial relevancia no solo el análisis económico de costos, donde los principales determinantes serán el tamaño, el flujo de diseño asociado a la población servida, la calidad del agua residual a tratar y la calidad con que se debe devolver al cuerpo receptor, sino las circunstancias sociales, humanas y técnicas de cada región, al igual que las

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

políticas del gobierno a largo plazo que son fundamentales para el funcionamiento y mantenimiento de los sistemas implementados (Olga Lucia Ordoñez Fierro & Maily Jazmin Eraso Quintero, 2009). Muchas de las aguas son provenientes de uso residencial de las cuales están constituidas por desechos de humanos, baños, cocina, entre otros. Este tipo de agua posee una característica particular de la cual el contenido de sólidos es inferior al 1%. Si bien su caudal y composición es variable, puede tener cierta cantidad de parámetros característicos de dicha agua (Andrés Vargas Ruiz, Viviana Castellanos Giraldo, Ruiz, & Giraldo, 2020).

Según Olga Ordoñez 2009 en Colombia a partir del Decreto 3100 de octubre 30 de 2003, el MAVDT y a través de las Corporaciones Autónomas Regionales, se comenzó a exigir a las Empresas prestadoras de Servicios Públicos de los municipios colombianos, los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimiento PSMV; como el conjunto ordenado de programas, proyectos y actividades, cuya inversión aparezca correctamente soportada y conlleve a avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos, incluyendo la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales descargadas al sistema público de alcantarillado, tanto sanitario como pluvial, conforme a los objetivos y metas de calidad definidos para la cuenca, tramo o cuerpo de agua receptor: y monitoreados mediante un concreto plan de monitoreo y seguimiento El desarrollo de un plan de saneamiento básico y su posterior ejecución es propiamente responsabilidad de las autoridades ambientales territoriales, ya que es un indicador de desarrollo y progreso en un municipio, debido a que mejora la salud pública y la conservación de condiciones medioambientales en el entorno, generando una mejor calidad de vida para sus habitantes. Actualmente 3,6 millones de personas en Colombia no tienen cobertura de acueducto, y alrededor de 5,6 millones de colombianos no cuentan con servicio de alcantarillado. De acuerdo con los datos mencionados anteriormente y según el DNP; el 24,91% y 25,82% de la población rural en Colombia no tiene acceso y/o cobertura de servicio de alcantarillado y acueducto respectivamente, por falta de gestión, planeación y prospectiva de los

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

entes administrativos gubernamentales que influye negativamente en la calidad de los habitantes que residen en las zonas rurales de Colombia (Jaramillo, S. Guzmán, J., 2018).

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

**Marco teórico**

La calidad del agua en sistemas de alcantarillado se define como la condición general del agua que se emplee para usos concretos. Se determina por la fisicoquímica y la biología de la masa de agua a que se refiera tale como demanda biológica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), solidos suspendidos totales (SST) y todos aquellos que la autoridad ambiental exija (Empresas Públicas de Medellín E.S.P, 2014).

El índice de calidad del agua es un número (entre 0 y 1) que señala el grado de calidad de un cuerpo de agua, en términos de bienestar humano independientemente de su uso. Este número es una agregación de las condiciones físicas, químicas y en algunos casos microbiológicos del cuerpo de agua, el cual da inicios a los problemas de contaminación (IDEAM , 2014).

**Tabla 1.***Indicadores de calidad del Agua*

Índices de calidad	Clasificación
1,00 – 0,91	Buena
0,91- 0,71	Aceptable
0,71- 0,51	Regular
0,50 – 0,26	Mala
0,25 – 0,00	Muy mala

*Nota.* Esta tabla muestra los rangos de los índices de calidad de agua. Tomado del IDEAM.

Se denominan cargas contaminantes al caudal promedio por la concentración de una sustancia, elemento o parámetro contaminante por el factor de conversión de unidades y por el

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

tiempo diario de vertimiento del usuario. Para las plantas de tratamiento de aguas residuales, se determina analizando las cargas contaminantes de cada parámetro en efluente del sistema siendo este resultado puntual para la reducción de contaminación en las fuentes hídricas.

Según la resolución 1433 de 2004 el PSMV es el conjunto de actividades y proyectos necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos, estos programas incluyen el transporte, recolección, tratamiento y disposición final de las aguas residuales descargadas al sistema de alcantarillado o al cuerpo de agua que recoge estas aguas. Este plan debe estar sujeto a las metas y objetivos de calidad y uso que defina la autoridad ambiental competente.

- Se identifica los principales involucrados en la gestión de saneamiento ambiental y manejo de vertimientos líquidos a los cuerpos de agua. ☞ Se realiza un análisis de la situación actual del cuerpo de agua receptor.
- Se realiza un diagnóstico del sistema de alcantarillado y una descripción de las infraestructuras existentes, número de vertimientos, tramos y cuerpos de agua receptores.
- Identificación de la totalidad de vertimientos puntuales de aguas residuales.
- Caracterización de las descargas de aguas residuales y de las corrientes y su estado.
- Determinar las proyecciones de la carga contaminante generada, recolectada, transportada y tratada por vertimiento o tramo del cuerpo de agua receptor.
- Determinar objetivos de reducción del número de vertimientos
- Realizar una descripción de los programas, proyectos y actividades que se van a desarrollar, con los cronogramas y las fases a cortos, mediano y largo plazo.
- Formular los indicadores de seguimiento que reflejen el avance de las actividades y los objetivos propuestos de acuerdo con la normatividad vigente.

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

Cuando se desarrollen las actividades y objetivos propuestos en el PSMV, se debe realizar un control y seguimiento de estos, este seguimiento se realiza cada seis meses por parte de la autoridad ambiental competente para determinar el avance de las actividades programadas y para verificar la reducción de la carga contaminante en el cuerpo de agua receptor.

Se realizan programas de monitoreo de los tramos del cuerpo de agua receptor en los cuales se haya ejecutado el PSMV, en función de los objetivos y metas de calidad establecidas según la normatividad.

**Tabla 2.**

*Valores en los vertimientos de aguas residuales domésticas.*

PARÁMETRO	UNIDADES	AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS - ARD,	AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS - ARD,
		Y AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS - ARND DE LOS PRESTADORES DEL SERVICIO PÚBLICO DE ALCANTARILLADO, CON UNA CARGA MAYOR A 625,00 Kg/día Y MENOR O IGUAL A 3.000,00 Kg/día DBO <sub>5</sub>	Y AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS - ARND DE LOS PRESTADORES DEL SERVICIO PÚBLICO DE ALCANTARILLADO, CON UNA CARGA MAYOR A 3.000,00 Kg/día DBO <sub>5</sub>
<b>Generales</b>			
pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00 <sup>2</sup>	6,00 a 9,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O <sub>2</sub>	180,00	150,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L O <sub>2</sub>	90,00	70,00
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	90,00	70,00
Sólidos Sedimentables (SSED)	mL/L	5,00	5,00
Grasas y Aceites	mg/L	20,00	10,00
Compuestos Semivolátiles Fenólicos	mg/L		Análisis y Reporte
Fenoles Totales	mg/L		Análisis y Reporte
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
<b>Hidrocarburos</b>			
Hidrocarburos Totales (HTP)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)	mg/L		Análisis y Reporte
BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno)	mg/L		Análisis y Reporte
Compuestos Orgánicos Halogenados Adsorbibles (AOX)	mg/L		Análisis y Reporte
<b>Compuestos de Fósforo</b>			
Ortofosfatos (P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Fósforo Total (P)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
<b>Compuestos de Nitrógeno</b>			
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Nitrógeno Amónico (N-NH <sub>3</sub> )	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Nitrógeno Total (N)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
<b>Iones</b>			
Cianuro Total (CN)	mg/L	0,50	0,50
Cloruros (Cl)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Sulfuros (S <sup>2-</sup> )	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

<b>Metales y Metales</b>			
Aluminio (Al)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Cadmio (Cd)	mg/L	0,10	0,10
Cinc (Zn)	mg/L	3,00	3,00
Cobre (Cu)	mg/L	1,00	1,00
Cromo (Cr)	mg/L	0,50	0,50
Hierro (Fe)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Mercurio (Hg)	mg/L	0,02	0,02
Níquel (Ni)	mg/L	0,50	0,50
Plata (Ag)	mg/L		Análisis y Reporte
Plomo (Pb)	mg/L	0,50	0,50
<b>Otros Parámetros para Análisis y Reporte</b>			
Acidez Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Alcalinidad Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Dureza Cálctica	mg/L CaCO <sub>3</sub>	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Dureza Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Color Real (Medidas de absorción a las siguientes longitudes de onda: 436 nm, 525 nm y 620 nm)	m <sup>-1</sup>	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte

*Nota.* La tabla 2 muestra los valores establecidos para las aguas residuales domésticas para cada parámetro. Tomado de la Res 631 de 2015. Fuente: Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible.

### Tipos de vertimientos líquidos

- Aguas negras o fecales.
- Agua de lavado doméstico
- Agua de limpieza de calles (aguas blancas)
- Agua de lluvia y lixiviados.
- Aguas residuales de origen doméstico y comercial.

### Composición de residuos líquidos

Los residuos líquidos están compuestos por carga orgánica proveniente de actividades familiares en las viviendas del Municipio de Puerto Santander y de la actividad comercial generada. Presentan compuestos sintéticos, carga inorgánica como detergentes y grasas, agentes tenso activos. Presencia de hidrocarburos, fenoles que provocan los problemas de olor.



APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

**Principales parámetros para medir características de las aguas residuales (según**

**Resolución 1433 de 2004)**

- DBO5.
- DQO.
- SST
- Coliformes fecales.
- Oxígeno disuelto.
- pH.

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

### Marco legal

#### **Objetivos de Desarrollo del Milenio:**

En el año 2000, Colombia junto con otros 188 países firmaron la Declaración del Milenio, por la cual se consagraban ocho objetivos de desarrollo comunes a largo plazo para ser cumplidos en el 2015. Este ejercicio contó con el apoyo y coordinación de Naciones Unidas, el Banco Mundial, el Fondo Monetario Internacional y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.

**Documento Conpes Social 91 “Metas y Estrategias para el logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio – 2015”:** el país, ratificando lo acordado en la Cumbre del Milenio, desarrolló este documento con el fin de establecer los objetivos, metas e indicadores que conlleven al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio. De las ocho (8) estrategias del Conpes Social 91, que son marco de política para los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, se encuentran:

#### **Objetivo 7. Garantizar la sostenibilidad ambiental**

**Medio Ambiente:** Incorporar los principios del desarrollo sostenible en las políticas y los programas nacionales, y propender por la reducción del agotamiento de los recursos naturales y de la degradación de la calidad del medio ambiente.

**Saneamiento Básico:** Reducir a la mitad el porcentaje de personas que carecen de acceso al agua potable y saneamiento básico

Incorporar a la infraestructura de acueducto, a por lo menos 7.7 millones de nuevos habitantes urbanos, e incorporar 9.2 millones de habitantes a una solución de alcantarillado urbano.

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

Incorporar 2.3 millones de habitantes a una solución de abastecimiento de agua y 1.9 millones de personas a una solución de saneamiento básico, incluyendo soluciones alternativas para las zonas rurales, con proporciones estimadas del 50% de la población rural dispersa.

**Tabla 3.**

*Marco normativo a nivel nacional*

Norma	Argumento
<b>Constitución Política Nacional:</b>	En los artículos 78, 79 y 80 establece que el Estado tiene, entre otros deberes, los de proteger la diversidad e integridad del ambiente; fomentar la educación ambiental; prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental; imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados al ambiente. Art 311: Al municipio como entidad fundamental de la división políticoadministrativa del Estado le corresponde prestar los servicios públicos que determine la ley, construir las obras que demande el progreso local, ordenar el desarrollo de su territorio, promover la participación comunitaria, el mejoramiento social y cultural de sus habitantes y cumplir las demás funciones que le asigne la Constitución y las leyes.
<b>Decreto - Ley 2811 de 1974</b>	Denominado Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Contiene las acciones de prevención y control de la contaminación del recurso hídrico, para garantizar la calidad del agua para su uso posterior.
<b>Ley 9 de 1979:</b>	Conocida como Código Sanitario Nacional. Establece los procedimientos y las medidas para llevar a cabo la regulación y control de los vertimientos.
<b>Decreto 1594 de 1984:</b>	Norma reglamentaria del Código Nacional de los Recursos Naturales y de la ley 9 de 1979, desarrolla los aspectos relacionados con el uso del agua y los residuos líquidos. En cuanto a aguas residuales, define los límites de vertimiento de las sustancias de interés sanitario y ambiental, permisos de vertimientos, tasas retributivas, métodos de análisis de laboratorio y estudios de impacto ambiental.
<b>Ley 99 de 1993:</b>	Reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

	<p>recursos naturales renovables. otorga a las autoridades ambientales Regionales, en su calidad de máxima autoridad ambiental en el área de su jurisdicción, la facultad de ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental del uso del agua, el suelo, el aire y los demás recursos naturales renovables, las cuales comprenderán el vertimiento, emisión o incorporación de sustancias o residuos líquidos, sólidos o gaseosos, en cualquiera de sus formas, a las aguas en cualquiera de sus formas, al aire, o a los suelos, así como los vertimientos que puedan causar daño o poner en peligro el normal desarrollo sostenible de los recursos naturales renovables o impedir u obstaculizar su empleo para otros usos.</p>
<b>Ley 142 de 1994:</b>	<p>Régimen de los servicios públicos domiciliarios. Establece la competencia de los municipios para asegurar la prestación eficiente del servicio domiciliario de alcantarillado, que incluye el tratamiento y disposición final de las aguas residuales. Además, define que las entidades prestadoras de servicios públicos domiciliarios deben proteger el ambiente cuando sus actividades lo afecte (cumplir con una función ecológica).</p>
<b>Decreto 1600 de 1994:</b>	<p>Reglamenta parcialmente el Sistema Nacional Ambiental – SINA, en cuanto a los Sistemas Nacionales de investigación Ambiental y de Información Ambiental. Define en el IDEAM el manejo de la información ambiental nacional, y la normalización de los procedimientos relacionados con la información ambiental.</p>
<b>Ley 373 de 1997:</b>	<p>Uso Eficiente y Ahorro del agua. Contribuye a la disminución de aguas residuales, y fomenta el desarrollo del reúso de las aguas residuales como una alternativa de bajo costo que debe ser valorada.</p>
<b>Resolución 372 de 1998:</b>	<p>Por la cual se actualizan las tarifas mínimas de las tasa retributivas por vertimientos líquidos, estableciendo los valores para DBO5, y SST, los cuales se incrementarán anualmente conforme le IPC.</p>
<b>Resolución 1096 de 2000:</b>	<p>Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS: El RAS es el documento técnico que fija los criterios básicos y requisitos mínimos que deben reunir los</p>

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

	<p>proyectos del sector de agua potable y saneamiento básico. En el caso de sistemas de tratamiento de aguas residuales, el RAS título E, tratamiento de aguas residuales, tiene en cuenta los procesos involucrados en la conceptualización, diseño, construcción, supervisión técnica, puesta en marcha, operación y mantenimiento.</p>
<p><b>Ley 715 de 2001:</b></p>	<p>Establece el Sistema General de Participaciones constituido por los recursos que la Nación transfiere a las entidades territoriales. En el rubro Participación de propósito general se destinan recursos para agua potable y saneamiento básico, con los cuales al municipio le corresponde promover, financiar o cofinanciar proyectos de descontaminación de corrientes afectados por vertimientos, así como programas de disposición, eliminación y reciclaje de residuos líquidos y sólidos, entre otros programas.</p>
<p><b>CONPES 3177 de 2002 - Acciones Prioritarias y Lineamientos para la Formulación del Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales (PMAR):</b></p>	<p>Define las acciones prioritarias y los lineamientos para la formulación del Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales (PMAR) con el fin de promover el mejoramiento de la calidad del recurso hídrico de la Nación. Este documento establece cinco acciones prioritarias enmarcadas en la necesidad de priorizar la gestión, desarrollar estrategias de gestión regional, revisar y actualizar la normatividad del sector, articular las fuentes de financiación y fortalecer una estrategia institucional para la implementación del Plan Nacional de Manejo de aguas Residuales.</p>
<p><b>Decreto 1729 de 2002:</b></p>	<p>Por el cual se reglamenta la ordenación de las cuencas hidrográficas bajo liderazgo de la Autoridad Ambiental competente, como un instrumento de planeación del uso y manejo sostenible de los recursos naturales, buscando un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico y social de los recursos naturales renovables y la conservación de la estructura físico biótica de las cuencas hidrográficas, particularmente del recurso hídrico.</p>
<p><b>Ley 812 de 2003 - Ley del Plan Nacional de Desarrollo 2002 –2006 Hacia un Estado Comunitario:</b></p>	<p>Establece en el objetivo de impulsar el crecimiento económico sostenible, estrategia de sostenibilidad ambiental, y como acción prioritaria del programa Manejo Integral del Agua, la prevención y control de la contaminación a través de la formulación e implementación del Plan de</p>

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

	manejo de aguas residuales, según los lineamientos del CONPES 3177.
<b>Decreto 3100 de 2003:</b>	Reglamenta los artículos 42 y 43 de la Ley 99 de 1993, respecto a la implementación de tasas retributivas por vertimientos líquidos puntuales a un cuerpo de agua. La tasa retributiva consiste en un cobro por la utilización directa o indirecta de las fuentes de agua como receptoras de vertimientos puntuales y por sus consecuencias nocivas para el medio ambiente. El Decreto establece el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos. La resolución 372 de 1998 establece el monto de las
<b>Resolución 1433 del 2004</b>	Por el cual se reglamenta el artículo 12 del decreto 3100 de 2003, sobre planes de saneamiento y manejo de vertimientos, PSMV, y se adoptan otras determinaciones.
<b>Decreto 3440 de 2004</b>	por medio de la cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales, se presentan algunas definiciones, la forma de calcular la tarifa de las tasas retributivas y de la tarifa regional y se dan algunas especificaciones sobre formas de cobro, análisis de las muestras, recaudo, entre otros aspectos.
<b>Resolución 0631 de marzo 17 del 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible:</b>	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.

*Nota.* La tabla 3, resume el marco legal establecido en Colombia sobre PSMV.

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

### **Marco conceptual**

Para la realización de este proyecto se tienen en cuenta los siguientes elementos teóricos y contextuales que soportan la acción metodológica:

**Agua residual:** Las aguas residuales o agua residual son aquel tipo de agua que se haya contaminada con elementos tóxicos tales como materia fecal y orina de seres humanos, e incluso de animales, considerándose también como el producto sobrante de las actividades cotidianas de subsistencia humana. Tales aguas contaminadas, no solo poseen presencia de agentes contaminantes orgánicos sino también disponen de otras sustancias residuales provenientes del ámbito doméstico, industrial, agua de lluvia, y la típica infiltración de agua en el terreno, las cuales resultan nocivas para los seres vivos (Fibras y normas de Colombia S.A.S., 2018)

Se denomina **alcantarillado o red de alcantarillado** (alcantarilla, del árabe al - qantara, el puente, en diminutivo castellano, es decir, el puentecito) al sistema de estructuras y tuberías usadas para el transporte de aguas residuales o servidas, desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se vierten a cauce o se tratan. (Gaira, 2018) Según las norma de diseño de Sistema de alcantarillado de las empresas públicas de Medellín un alcantarillado de aguas combinadas es un sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte, tanto de las aguas residuales como de las aguas lluvias. Un Alcantarillado de aguas lluvias es una red compuesta por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte de aguas lluvias. El Alcantarillado de aguas residuales está compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte de las aguas residuales domésticas y/o industriales Finalmente un Alcantarillado separado se constituye por una red de aguas residuales y otra de aguas lluvias que recolectan en forma independiente en un mismo sector (Empresas Públicas de Medellín E.S.P., 2014).

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

La **Red local de alcantarillado** es un conjunto de tuberías y canales que conforman el sistema de evacuación de las aguas residuales, pluviales o combinadas de una comunidad, y al cual desembocan las acometidas del alcantarillado de los inmuebles. Y una Red pública de alcantarillado se denomina un grupo de colectores domiciliarios y matrices que conforman el sistema de alcantarillado (Empresas Públicas de Medellín E.S.P., 2014) .

**Residuos líquidos:** Es la combinación que se tiene entre agua y residuos que provienen de centros poblacionales, sectores comerciales, colegios, entre otros.

**Saneamiento hídrico:** Actividades o procesos de limpieza que impiden la obstrucción en los cuerpos de agua y recolectar los elementos de agua de un cuerpo hídrico.

**Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR):** En esta instalación, ubicada estratégicamente se remueven contaminantes presentes en las aguas residuales, a través de métodos biológicos y fisicoquímicos, con el fin de que el agua en tratamiento no presente riesgos para la salud humana y el medio ambiente al disponerla en un receptor natural. Una PTAR o Planta de tratamiento de aguas residuales se define como las “unidades de transformación de los efluentes industriales y domésticos, unidades de transformación de la materia orgánica, y en algunos casos de separación de un componente mineral. Vistas localmente, cuyo objetivo es de preservar algún cauce de agua, por obligación legal” (Conil, 2017).

**Control de contaminación hídrica:** Principios encargados del manejo adecuado de la calidad del agua, basados en la identificación, clasificación y prioridad de los problemas relacionados con la calidad y el control de la contaminación, evaluando el impacto y generando estrategias para su debido control.

**Fuente:** Comisión económica para América Latina y El Caribe. Instrumentos económicos para el control de la contaminación del agua: condiciones y casos de aplicación. (En línea). Disponible en: <http://www.cepal.org>.



## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

**Carga contaminante:** Es la concentración presente en un caudal de agua de una sustancia contaminante durante un tiempo determinado.

**Materia orgánica:** Compuesta por moléculas fabricadas por los seres vivos a base de carbono.

**Materia inorgánica:** Son fabricadas por la naturaleza en reacciones químicas, no están hechas a base de carbono y son sales, minerales, entre otros.

**Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (P.T.A.R):** Son instalaciones que tienen como función el tratamiento de aguas negras con el fin de mejorar sus características.

**Sistema de tratamiento de aguas residuales:** Tiene como función crear un entorno saludable y cómodo para los habitantes proporcionando bienestar, protegiendo el medio ambiente ya que permite el proceso de tratamiento de aguas residuales.

**Aguas contaminadas:** Son aquellas aguas a las cuales se les ha modificado sus características químicas, físicas o biológicas.

**Características Químicas:** pH, oxígeno disuelto, materia orgánica, metales pesados.

**Características Físicas:** Temperatura, calor, olor, sabor, turbiedad. **Biológicas:** patógenos, plancton, organismos vivos vegetales.

**EI PSMV** es un agregado de proyectos y actividades, con su cronograma e inversiones necesarias para mejorar el saneamiento y tratamiento de los vertimientos, incluyendo la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales descargadas al sistema público de alcantarillado, tanto sanitario como pluvial, los cuales deberán estar acoplados con los objetivos y las metas de calidad y uso que defina la autoridad ambiental competente para el cuerpo de agua. (Ministerio de ambiente)

Un cuerpo **receptor** es cualquier masa de agua natural o de suelo que recibe la descarga del afluente final (Empresas Públicas de Medellín E.S.P., 2014).

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

Es importante saber que un **vertimiento** es la evacuación deliberada de desechos u otras sustancias al ambiente (Empresas Públicas de Medellín E.S.P., 2014) .

### **Características físico químicas de las aguas residuales**

**Materia orgánica:** Este parámetro es el causante de la escasez de oxígeno en los cuerpos de agua, es el elemento más relevante de los elementos contaminantes de las aguas residuales, está constituido principalmente por Carbono, hidrogeno, oxígeno, nitrógeno y azufre, que corresponde a los restos de origen animal y vegetal, aceites, grasas y detergentes.

**Oxígeno disuelto:** Este es el principal parámetro presente en los ecosistemas acuáticos, la cual a un nivel adecuado asegura la sobrevivencia de la mayor parte de organismos, se usa para averiguar el nivel de contaminación de los cuerpos hídricos.

**Demanda bioquímica de oxígeno (DBO):** Determina la cantidad de materia orgánica contenida en una muestra de agua, determinada por el consumo de oxígeno que hacen los microorganismos para degradar los compuestos biodegradables.

**Demanda química de oxígeno (DQO):** Es una medida que también determina la cantidad de materia orgánica contenida, los resultados sobre esta prueba se obtienen más rápidamente que al realizar pruebas de DBO ya que esta se obtiene aproximadamente en 3 horas.

**Sólidos:** En la mayoría de veces la materia orgánica se presenta en forma de sólidos, estos pueden ser: suspendidos, volátiles, fijos y/o sedimentables.

**Potencial de hidrogeno (pH):** Permite el control de los procesos en el tratamiento de las aguas residuales, el pH optimo es de 6.5 – 8.5 unidades.

**Nitrógeno:** Es el componente principal de las proteínas y es un nutriente esencial para las algas y bacterias que intervienen en la depuración de agua residual.

**Fosforo:** Es un nutriente esencial para el crecimiento de los microorganismos

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

**Características microbiológicas de las aguas residuales**

**Bacterias:** Son los principales responsables de la degradación y estabilización de la materia orgánica presente en las aguas residuales y se encarga de la mayor parte de la descomposición.

**Hongos:** Estos son predominantes en las aguas residuales de tipo industrial debido a los valores bajos de pH y la escasez de nutrientes.

**Protozoos:** Se alimentan de bacterias y materia orgánica lo cual mejora la calidad microbiológica de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales.

**Actinomicetos:** Estas bacterias causan problemas en los reactores de lodos activados, generando espuma y pérdida de sedimentabilidad del lodo haciendo que estos se incrementen en el efluente.

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

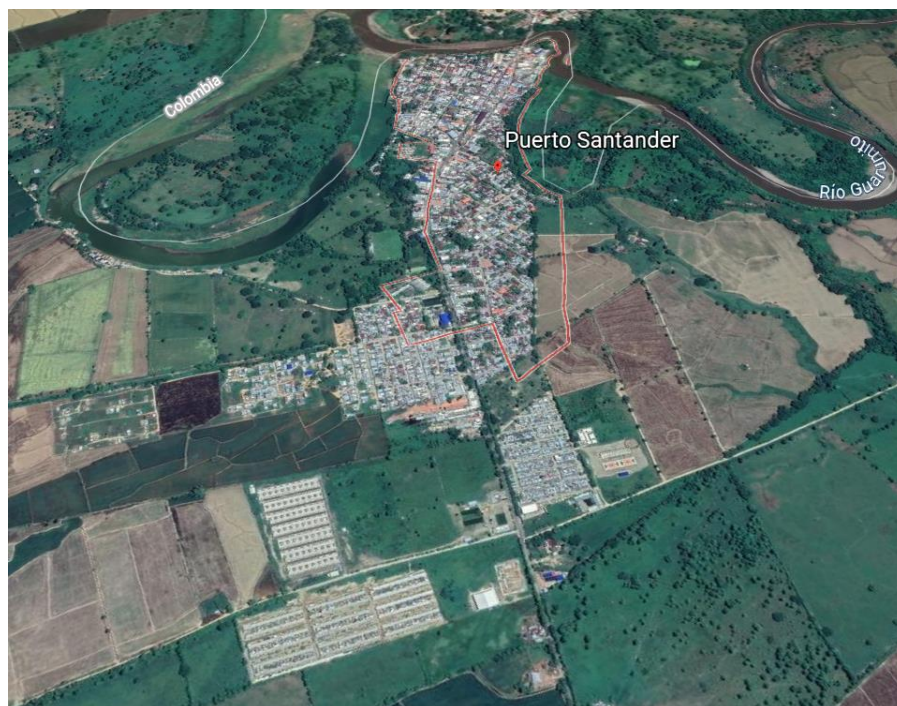
### Marco contextual

#### *Delimitación*

El plan de saneamiento y manejo de vertimientos, tendrá un alcance funcional de la alcaldía de Puerto Santander y sus dependencias.

#### *Imagen 1.*

#### *Imagen Satelital Puerto Santander*



*Nota.* La imagen 1, muestra la vista satelital del municipio de Puerto Santander. Tomado de Google Earth

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

**Generalidades de la empresa**

La unidad de servicios públicos es la entidad encargada de la prestación del servicio de alcantarillado del municipio, también es el operador de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y aseo, su dependencia se creó y reglamento mediante el decreto 038 del 14 de agosto de 1998 expedida por el alcalde Raúl Ortiz Bastos.

La unidad de servicios públicos cuenta con nueve (9) personas que permiten desarrollar los procesos relacionados en la operación administrativa, financiera y técnica del servicio de acueducto, la cual está conformada de la siguiente manera.

**Tabla 4.**

*Personal de la unidad de servicios públicos.*

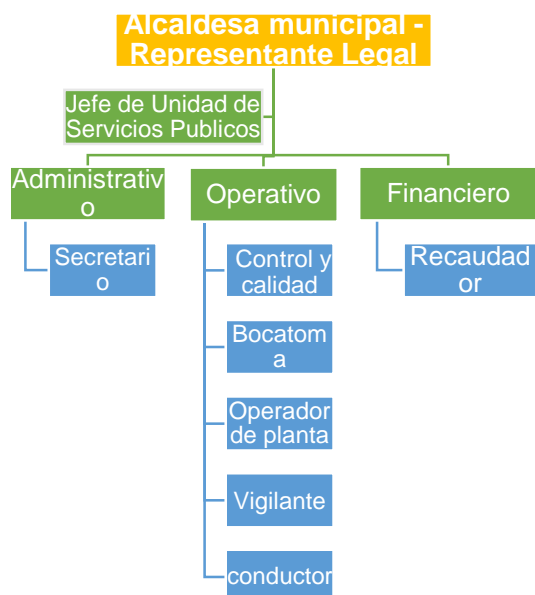
Nombre	Cargo
<b>Henry Andrey Vera Gómez</b>	Jefe de la unidad de servicios
<b>Miguel salcedo</b>	Contratista bocatoma
<b>Gerson Arturo Villamizar</b>	Contratista operador de planta
<b>Henry Rey Quintero</b>	Operador de planta
<b>Efraín Ibarra</b>	Vigilante
<b>Marilú rivera</b>	Apoyo administrativo
<b>Dagoberto Santana Fierro</b>	Conductor
<b>Víctor Manuel Ortiz</b>	Ayudante
<b>Joel Bravo</b>	Ayudante

*Nota.* En la tabla 4, se muestra el talento humano perteneciente a la Unidad de Servicios Públicos de Puerto Santander.

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

**Figura 1.**

Organigrama



*Nota.* El esquema anterior muestra el organigrama del talento humano perteneciente a la Unidad de Servicios Públicos de Puerto Santander.

- **Ubicación**

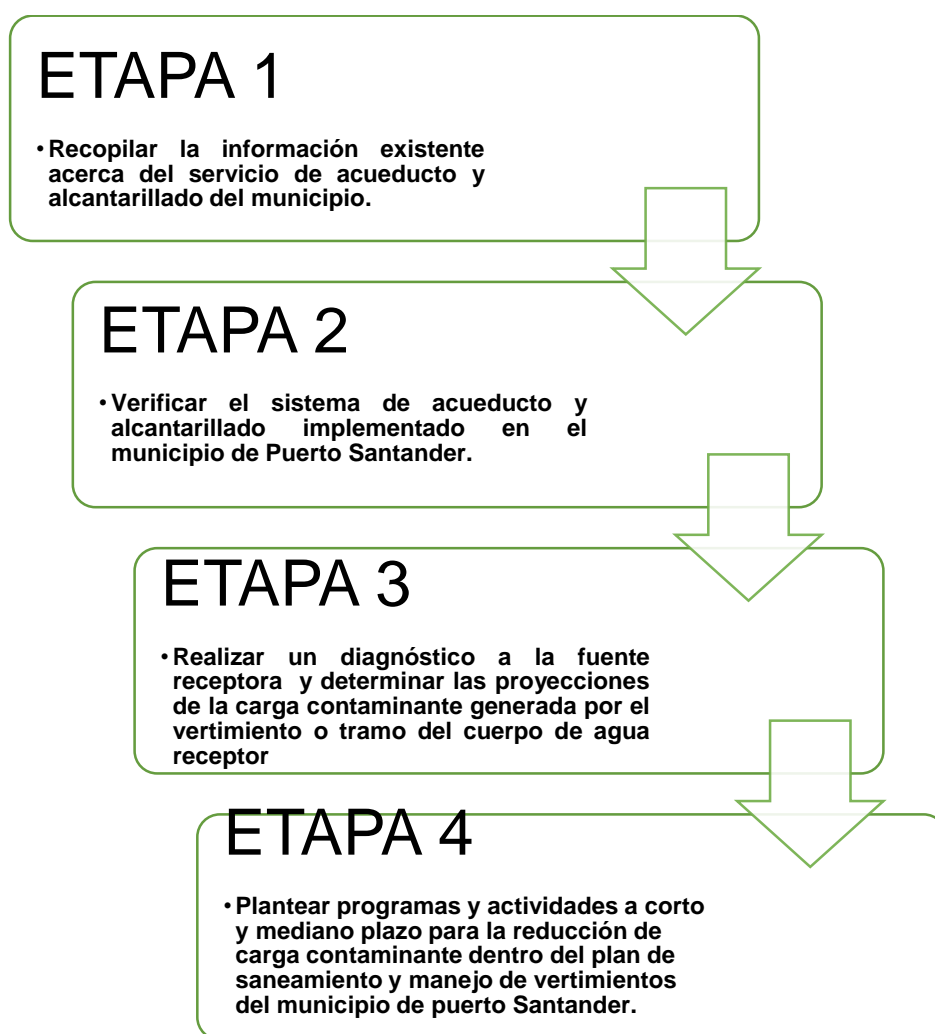
La unidad de servicios públicos se encuentra ubicada en la vereda el DAVE a 500m del casco urbano del municipio de puerto Santander.

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

**Metodología**

Para el ajuste del PSMV del municipio de puerto Santander se tomó como base la guía metodológica para la formulación y/o ajuste de los planes de saneamiento y manejo de vertimientos elaborada por el ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial y los términos de referencia expedidas por CORANTIOQUIA.

**Figura 2.** Metodología para el ajuste del PSMV



*Nota.* En la figura 2, se presenta el esquema metodológico de la presente investigación.

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

### **Recopilar la información existente acerca del servicio de acueducto y alcantarillado del municipio.**

Inicialmente se realiza el análisis de involucrados, en el que se identifican las partes o actores públicos y privados que están involucrados tanto en la formulación del plan como en el desarrollo de este, y cuál es la responsabilidad de cada uno de estos. En este apartado, se registran las instituciones y actores que logró articular al desarrollo del PSMV, describiendo el rol que desempeñará cada uno de estos en la ejecución del mismo.

Para esta etapa se requiere de información, por ello se requiere de lo siguiente:

- ✓ Solicitar información a la Unidad de Servicios Públicos
- ✓ Revisión de información acerca de las condiciones hidrometeorológicas, socioeconómicas y culturales de la zona de estudio
- ✓ Revisión de información contenida en otras fuentes

Dentro de las fuentes de información para la elaboración del documento PSMV se encuentran:

- Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH: con esta información, se podrá complementar o ajustar el diagnóstico del sistema de alcantarillado y documentar el estado de los cuerpos de agua receptores.
- Planes Maestros de Acueducto y Alcantarillado -PMAA actualizados
- Planes de Uso Eficiente y Ahorro del Agua – PUEAA.
- Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas - POMCA



## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

### **Revisión del estado actual el sistema de acueducto y alcantarillado implementado en el municipio de Puerto Santander.**

En este apartado se presenta el diagnóstico del sistema de alcantarillado municipal de Puerto Santander. Este análisis es el punto de partida de la formulación dado que incluye la identificación de las necesidades de obras y acciones a desarrollar, y la información más relevante de la población, infraestructura. De esta manera se garantiza que la planeación del documento se base en la situación real de Puerto Santander, sus carencias y necesidades, para dar soluciones efectivas a situaciones ya conocidas de acuerdo a las prioridades del municipio. Es por esto, que se requiere contar con diagnósticos precisos e íntegros que permitirán orientar posteriormente la proyección de los programas, proyectos y actividades.

Para realizar este diagnóstico se debe tener en cuenta los factores que presentan mayor relevancia dentro de la formulación de los PSMV, y que permiten conocer la situación actual del municipio, en cuanto al sistema de tratamiento existente y sistema de alcantarillado, el número de usuarios que realmente están conectados al sistema de alcantarillado.

Para esto se requiere:

- ✓ Solicitar información a la Unidad de Servicios Públicos
- ✓ Revisión del plano del sistema de acueducto y alcantarillado existente en el municipio
- ✓ Visita a la planta de tratamiento de agua Potable
- ✓ Visita de inspección a los puntos de vertimiento presentes en el municipio de Puerto Santander

Finalmente se realiza el diagnóstico del sistema de alcantarillado que consiste en el análisis y evaluación del estado físico y funcional del sistema de alcantarillado, a fin de determinar las necesidades de obras y acciones, el orden de priorización de las mismas para la ejecución e indicando cantidades, longitudes, capacidades y características principales. El diagnóstico, analiza y contempla el manejo de las aguas lluvias a fin de evitar problemas futuros con los

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

caudales de diseño de los sistemas de tratamiento de las aguas residuales, y con las proyecciones de cargas contaminantes.

El diagnóstico incluye

**Descripción de la infraestructura existente:** Se identifican los componentes generales, puesto que estos, permiten soportar futuras decisiones de inversión en cuanto a renovación o reparación de ciertos componentes y/o elementos de la red de alcantarillado.

- ✓ Disponibilidad del catastro de redes, especificando el año de creación del mismo, la frecuencia de actualización, el nivel de actualización del mismo y la antigüedad del sistema de alcantarillado en años.
- ✓ Tipo de sistema de alcantarillado existente (sanitario, pluvial o combinado), describiendo los componentes y el estado actual de los mismos en términos de vida útil, material de fabricación, estado de conservación, funcionalidad y operación.
- ✓ Registro de la cantidad y el aporte (caudal en l/s) de las conexiones industriales, comerciales, institucionales y erradas.
- ✓ Documentación del número, longitud, vida útil, diámetro, material y eficiencia de los colectores primarios, colectores secundarios, interceptores, emisario final.
- ✓ Contabilización y descripción del número de pozos o cámaras de inspección y sumideros, mencionando el estado de conservación y operación.

**Identificación de problemas críticos en el sistema de alcantarillado:** se registra de manera clara, precisa y objetiva la siguiente información:

- ✓ Identificación, localización y descripción de las zonas con cotas de conexión no disponibles a las redes de alcantarillado.
- ✓ Identificación y localización de las zonas urbanas no servidas por el sistema de

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

alcantarillado y describir las razones por las cuales no se presta el servicio. Si existen proyecciones de ampliación de cobertura hacia estos sectores se debe mencionar el tiempo previsto para ello. Esta información de usuarios sin alcantarillado deberá ser extraída conjuntamente con el municipio, los tramos del sistema de alcantarillado que superan la capacidad de conducción.

- ✓ Identificación, localización y descripción de las filtraciones de agua residual en el subsuelo, los problemas de contaminación de aguas subterráneas, los problemas de inestabilidad del terreno, los tramos del sistema de alcantarillado con deficiencia en obras de canalización y sumideros, los tramos del sistema de alcantarillado que requiere reposición de redes debido a que ya cumplió la vida útil. Mencionar el tiempo que se tiene previsto para su ejecución.

### **Identificación y caracterización de puntos de vertimiento:**

Se identifican, localizan (coordenadas geográficas en sistema WGS 84) y describen la totalidad de los vertimientos puntuales existentes en el área de prestación del servicio de alcantarillado (tanto en la zona urbana como rural), estableciendo claramente su origen (Vertimientos de agua combinada, Vertimientos de agua lluvia, Vertimientos de agua residual).

A cada uno de los puntos de vertimiento identificados, se les debe establecer las fuentes de aguas receptoras y tipificarlas desde el punto de vista geomorfológico, si son continuas o intermitentes, lénticas y/o lólicas, y a que cuenca o microcuenca pertenecen y de las consideraciones especiales a que haya lugar en las respectivas corrientes, tramos o cuerpos de agua receptoras.

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

**Realizar un diagnóstico a la fuente receptora y determinar las proyecciones de la carga contaminante generada por el vertimiento o tramo del cuerpo de agua receptor.**

- ✓ Solicitud de información sobre caracterización de la cuenca del río Zulia ante la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (CORPONOR)
- ✓ Revisión y análisis de información de fuentes secundarias
- ✓ Revisión de la normativa para identificar el estado actual de la cuenca del río Zulia en su paso por el municipio de Puerto Santander

Este componente, corresponde al estudio de las condiciones hidrológicas de la principal fuente receptora de los vertimientos de aguas residuales y/o pluviales, de acuerdo con las siguientes consideraciones:

- ✓ Resultados de las caracterizaciones realizadas, y el cumplimiento de la Resolución 631 de 2015.
- ✓ Cargas contaminantes en kg al mes para cada cuerpo de agua receptor después del vertimiento, específicamente para los parámetros de interés para el cobro de la Tasa Retributiva (DBO5 y SST)
- ✓ Estado de la corriente, tramo o cuerpo de agua receptor en términos de calidad y tipo o grado de tratamiento (pretratamiento, primario, secundario y terciario), que se debe implementar de acuerdo al ICA . Es importante relacionar con los objetivos de calidad estipulados.

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

**Plantear programas y actividades a corto y mediano plazo para la reducción de carga contaminante dentro del plan de saneamiento y manejo de vertimientos del municipio de Puerto Santander.**

Se presenta una descripción detallada de los programas, proyectos y actividades que se van a ejecutar en el marco del PSMV.

Con base en lo establecido en el diagnóstico y acorde a las particularidades del municipio, se identifican y describen las obras y acciones prioritarias que deben adelantarse en el municipio, en aras de avanzar como mínimo en la calidad y continuidad de la prestación del servicio, la ampliación de cobertura del servicio, la reposición y ampliación de redes, la reducción de cargas contaminantes y vertimientos puntuales, el monitoreo de fuentes hídricas y vertimientos y el tratamiento de las aguas residuales.

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

### Resultados

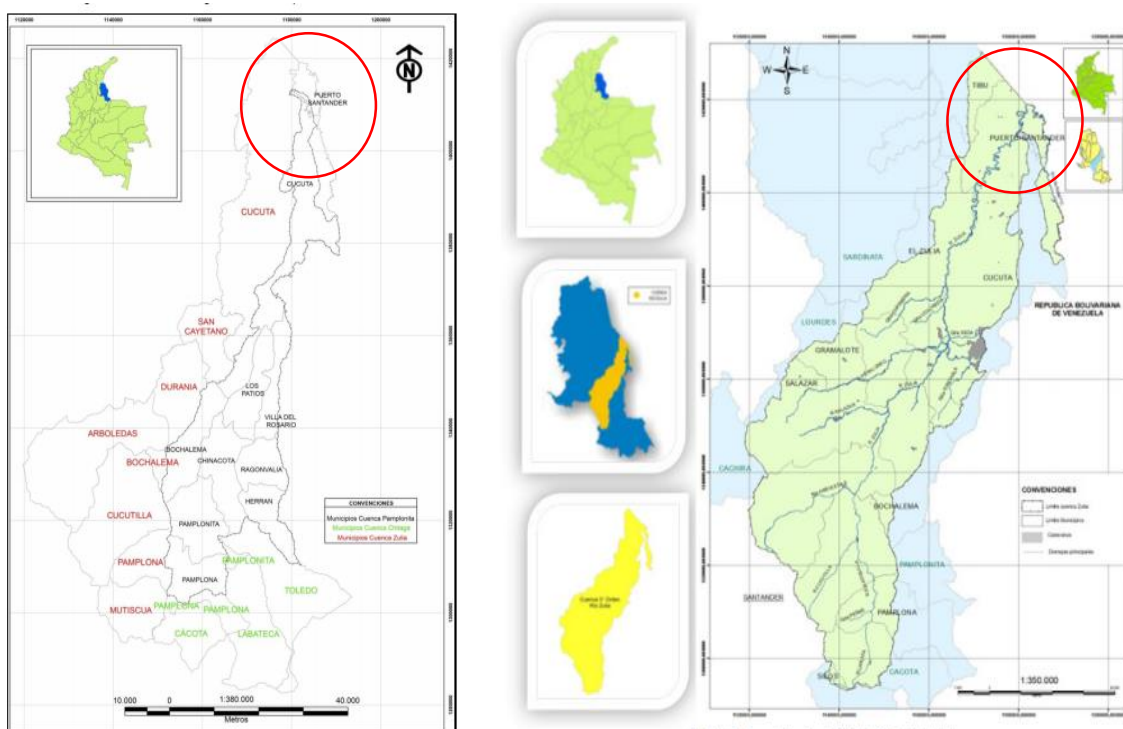
**Resultados objetivo 1:** “Recopilación de información existente acerca del servicio de acueducto y alcantarillado del municipio”.

Como resultado de este objetivo se obtuvo la descripción del municipio, características generales de Puerto Santander y análisis del componente socioeconómico. A continuación, se presenta la síntesis de la información recopilada.

### Descripción del municipio

#### Imagen 2.

*Ubicación espacial del municipio de Puerto Santander*



*Nota.* La imagen 2, muestra la ubicación a nivel espacial y a nivel de cuenca del municipio de Puerto Santander. Tomado de *POMCH Río Zulia*, 2010.

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

El municipio de Puerto Santander se halla conformado en gran parte por la zona rural, pues posee una gran riqueza en tierras aptas para la agricultura y la ganadería extensiva, y suficiente agua, ya que se encuentra bañada por los ríos Pamplonita, Grita y Zulía; así como también numerosos caños que sirven para el riego de los cultivos pasterizados allí sembrados. El casco urbano de Puerto Santander se encuentra situado al norte del municipio en la frontera física de Colombia con Venezuela, en donde se encuentra situado bocas del Grita estado Táchira y en la parte Nor-Occidental del departamento de Norte de Santander.

**Tabla 5.**

*Descripción física de Puerto Santander*

<b>Descripción física</b>	
<b>Altitud</b>	40 – 60 m.s.n.m.
<b>Coordenadas</b>	X: 1.406.00, Y: 1.178.00, X: 1.420.000, Y: 1.188.000
<b>Extensión</b>	29,27 hectáreas
<b>Distancia</b>	55 km de la ciudad de Cúcuta
<b>Población</b>	11092 habitantes

*Nota.* La tabla 5 muestra la descripción física del municipio de Puerto Santander. Incluye los valores correspondientes a Altitud, coordenadas, extensión, distancia y población.

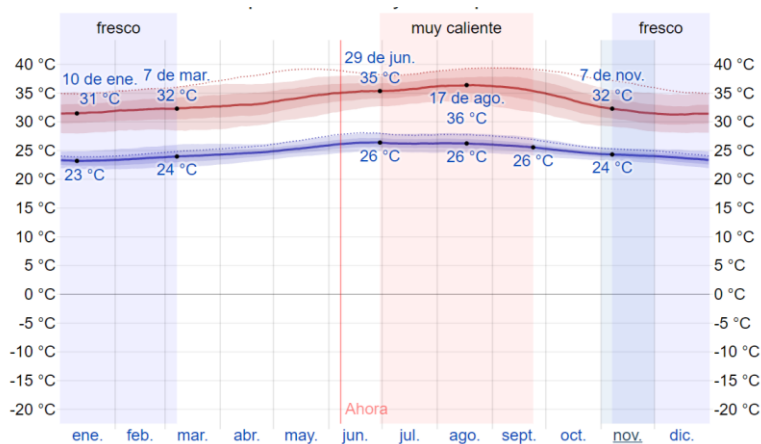
## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

**Características generales del municipio****Temperatura:**

En cuanto a la temperatura, la troposfera se caracteriza por presentar una alta temperatura del aire, debido al bajo promedio de altitud (menor a 100 m.s.n.m). La temperatura máxima promedio es de 36°C y la temperatura mínima promedio es de 26°C.

**Gráfica 1.**

*Representación de La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diaria*

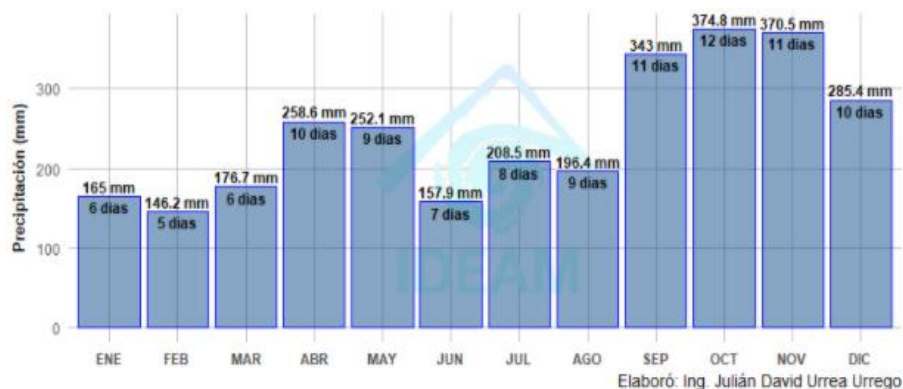


*Nota.* La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul), promedio diario con las bandas de los percentiles 25° a 75°, y 10° a 90°: Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes. Tomado de *Weather Spark*

**Precipitación media:** La precipitación se presenta en una distribución monomodal o tropical. La precipitación media está entre 2.560 – 2.750 mm/año.



## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

**Gráfica 2.***Precipitación y número de días con lluvia*

*Nota.* La gráfica anterior presenta la Precipitación y número de días con lluvia mensual multianual (1981- 2010) estación Puerto Santander. Fuente: *visor OSPA IDEAM, 2011*

**Humedad:**

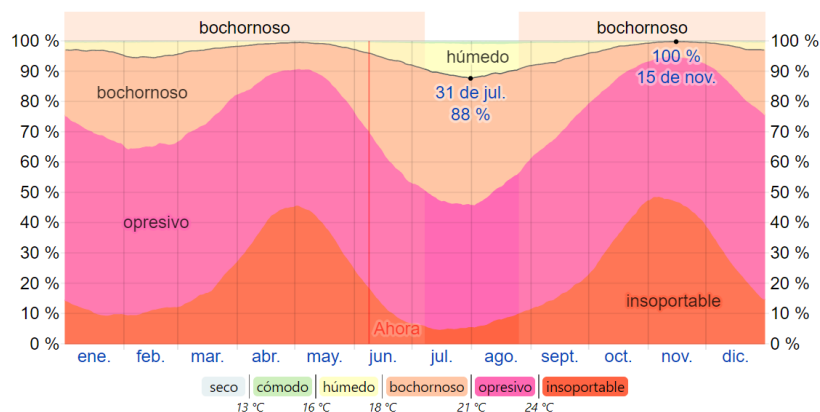
La humedad se basa en el nivel de comodidad de la humedad en el punto de rocío, ya que éste determina si el sudor se evaporará de la piel enfriando así el cuerpo. Cuando los puntos de rocío son más bajos se siente más seco y cuando son altos se siente más húmedo. A diferencia de la temperatura, que generalmente varía considerablemente entre la noche y el día, el punto de rocío tiende a cambiar más lentamente, así es que, aunque la temperatura baje en la noche, en un día húmedo generalmente la noche es húmeda.

Los tiempos menos húmedos se da entre julio y agosto, y los más húmedos en noviembre.

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

**Gráfica 3.**

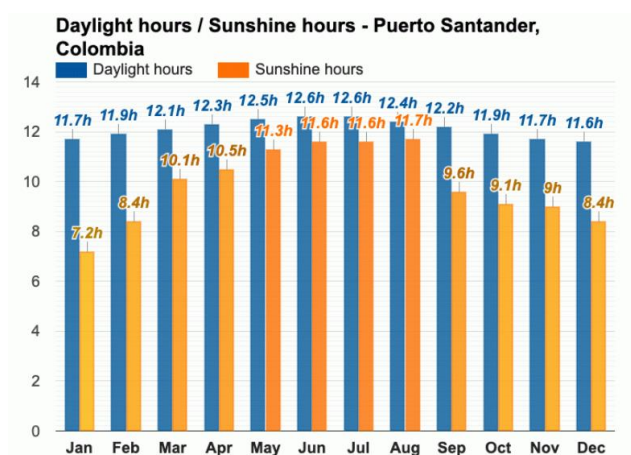
El porcentaje de tiempo pasado en varios niveles de comodidad de humedad, categorizado por el punto de rocío.



Nota. El porcentaje de tiempo pasado en varios niveles de comodidad de humedad, categorizado por el punto de rocío. Fuente: *Weather Spark* (<https://es.weatherspark.com/>)

**Brillo solar.****Gráfica 4.**

Luz diurna media / Promedio de insolación Puerto Santander, Colombia



## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

*Nota.* Las barras azules representan las horas de luz y las barras naranjas el brillo solar.

*Fuente: weather- atlas*

**Evaporación:** El municipio de Puerto Santander presenta un valor promedio anual de evaporación de 1532,4 mm; el mes de agosto registra el valor medio mensual más alto 145,9 mm, En los meses de diciembre y marzo se registran los valores más bajos de evaporación, con 84 y 78.1 respectivamente, debido principalmente a la alta nubosidad que impide la penetración directa de los rayos solares. Mientras que en los meses de agosto y marzo se presenta los valores medios mensuales de máxima evaporación con 169, 1 y 166.9, marzo es el mes que presenta mayor inestabilidad multianual en el comportamiento climático.

### **Topografía**

El modelo de la superficie terrestre es el resultado de la dinámica de todos los factores endógenos y exógenos que conllevan a las geóformas actuales.

En el área, los procesos morfogenéticos han tenido una acción constructiva producto de la constante acumulación de materiales durante el cuaternario, encontrándose formas muy recientes.

La Geomorfología se cartografió a través de las aerofotografías N° 120 y 122 del vuelo C-2595 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi "IGAC" A ESCALA 1:10000 y de visitas a campo. La cartografía fue elaborada con la metodología de Van Zuidam (1.989), Villota (1.991).

### **Aspecto socioeconómico**

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

**Demografía**

Con base a la información suministrada por el DANE, la población para el municipio de puerto Santander es la siguiente:

**Tabla 6.**

*Proyección población del municipio de Puerto Santander*

<b>Puerto Santander</b>	<b>Población</b>
Zona urbana	10313
Zona rural	779
<b>Total</b>	<b>11092</b>

Nota. Proyección de población para el 2020 del municipio de Puerto Santander. Fuente: DANE,

2020

**Proyección de población.**

La metodología utilizada en la estimación de la población para las proyecciones se basa en la implementación de los métodos de evaluación adoptados por el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2000, título B. La información base para la implementación de dichas proyecciones es la obtenida de las estadísticas de los censos realizados por parte del departamento administrativo nacional de estadísticas- DANE.

**Nivel de complejidad.****Tabla 7.**

*Nivel de complejidad*

Nivel de complejidad	Población zona urbana	Capacidad económica usuarios
<b>Bajo</b>	<2.500	Baja
<b>Medio</b>	2.501 a 12.500	Baja
<b>Media alto</b>	12.501 a 60.000	media
<b>Alto</b>	>60.000	Alta

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

*Nota.* La tabla 7 contiene los niveles de complejidad de acuerdo a la población de la zona urbana. *Tomado de: RAS 2000*

De acuerdo a la tabla anterior, el municipio se encuentra en un nivel de complejidad medio.

### Métodos para la proyección de población.

**Tabla 8.**

*Métodos de cálculo según el nivel de complejidad*

<b>Métodos a emplear</b>	<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Medio/A</b>	<b>Alto</b>
Aritmético, geométrico y exponencial	x	x		
Aritmético, geométrico, exponencial y otros			X	X
Por competentes (demográfico)			X	X
Detallar por zonas y detallar densidades			x	X
Método Gráfico	x	x		

*Nota.* En la tabla 8, se presentan los métodos de cálculo para la proyección de la población de acuerdo al nivel de complejidad. *Fuente: RAS 2000*

Como el PSMV se implementará por fases, tendrá un periodo mínimo de 10 años y se calculará la población para el año 2031.

Se calculará la población proyectada mediante el método geométrico, la ecuación que se emplea es la siguiente:

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

**Método geométrico**

$$PF = PU * (1 + r)^{tf-tu}$$

Donde:

Pf= es la población a calcular.

Pu= es la población actual.

r= tasa de crecimiento.

Tf= el año en el cual se quiere calcular la población.

Tu= es el año actual base para el cálculo del futuro.

La tasa de crecimiento establecida por el DANE es de 1,96% para los municipios de Norte de Santander.

**Tabla 9.**

*Población proyectada*

<b>AÑO PROY.</b>	<b>Pf</b>
<b>2021</b>	14133,6796
<b>2022</b>	14642,4921
<b>2023</b>	15169,6218
<b>2024</b>	15715,7282
<b>2025</b>	16281,4944
<b>2026</b>	16867,6282
<b>2027</b>	17474,8628
<b>2028</b>	18103,9578
<b>2029</b>	18755,7003
<b>2030</b>	19430,9055
<b>2031</b>	20130,4181

*Nota.* La tabla 9 resume la proyección de la población al año 2031 por el método geométrico.

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

El nivel de complejidad es medio alto, incluyendo la proyección.

### **Salud.**

El municipio de Puerto Santander cuenta con un Puesto de Salud, ubicado en el casco urbano, que atiende también dentro de su área de influencia la población veredal y la de corregimientos vecinos como Puerto Villamizar y Banco de Arena. Este centro de salud es utilizado con frecuencia por residentes de la región venezolana de Bocas del Grita, Orope y La Fría. Los servicios de salud mediante la IPS puerto Santander ESE Norte, tienen atenciones en salud de primer nivel donde cuentan con 3 médicos para atención los cuales, atienden por turnos en el servicio de urgencias, y atención consulta, se cuenta con servicio de laboratorio clínico, odontología, vacunación, toma de citologías.

Hay 8 auxiliares de enfermería y una enfermera profesional, se cuenta con dos ambulancias, las EPS que prestan sus servicios en el municipio son comparta y nueva EPS. En la parte de salud pública se cuenta con personal del área de salud, designados para hacer vigilancia y seguimiento a los casos notificados por diferentes eventos a nuestro municipio. Se cuenta con un equipo de recursos humano que lidera las estrategias del manejo de la pandemia Covid-19. Cada EPS tiene servicio de farmacia para cada uno de sus usuarios, se cuenta también con una firma auditora que es quien presta apoyo y acompañamiento al municipio para la vigilancia de la prestación de los servicios a la comunidad.

### **Educación.**

El municipio de Puerto Santander cuenta con seis centros de enseñanza, así:

Zona Rural:

- Escuela Vegas del Pamplonita.

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

- Escuela integrada José Eliecer Gaitán.

Zona Urbana:

INSTITUCIÓN EDUCATIVA COLEGIO PUERTO SANTANDER

### **Subsedes**

- Escuela Monseñor Leonardo Gómez Serna.

- Escuela Urbana Integrada

En matrícula, el municipio cuenta con 1867 estudiantes matriculados de los cuales 140 hacen parte de la población migrante.

En el casco urbano también se encuentra el centro de desarrollo infantil San José (CDI) que mediante convenio con el ICBF presta los servicios de atención integral primera infancia.

Cabe resaltar que en el casco urbano también se cuenta con una escuela privada la casita campestre del saber donde brindan educación preescolar y primaria.

### **Economía**

La economía del municipio gira alrededor del comercio de ventas al por menor, y la mayoría de ellos depende del cliente venezolano, pero actualmente se encuentra cerrado el paso fronterizo debido a la pandemia (COVID-19) que está atravesando el mundo, la cual agudizó una crisis económica que ha afectado en gran proporción a los comerciantes. Otras de



## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

las actividades que se realizan es la agropecuaria principalmente la ganadería, cultivo de arroz y pesca artesanal.

**Resultados objetivo 2:** “Revisión del sistema de acueducto y alcantarillado implementado en el municipio de Puerto Santander”.

Como resultado del objetivo 2 se obtuvo el diagnóstico del estado actual del sistema de acueducto que para el caso de estudio se compone de captación, desarenador, conducción, PTAP y tanque de almacenamiento; para el sistema de alcantarillado se especifica la disponibilidad de catastro de redes, tipo de sistema, pozos de inspección, colectores, zonas urbanas no servidas, tramos con deficiencias y puntos de vertimientos del municipio de Puerto Santander

### ***Sistema de acueducto.***

El acueducto se encuentra a cargo de la Alcaldía Municipal que presta el servicio al casco urbano a través de una oficina de servicios públicos domiciliarios. La tarifa es igual para todos los usuarios, debido a que el municipio no cuenta con estratificación socioeconómica y tampoco se ha creado legalmente la empresa que administre el servicio, que es la encargada de adelantar el régimen tarifario, con base en las disposiciones de la Comisión Reguladora de Agua Potable y Saneamiento Básico, y en atención a lo dispuesto por la Ley 142/94.

El municipio de Puerto Santander cuenta actualmente con una muy buena infraestructura para el servicio de agua potable, ubicado en la vereda el DAVE a 500m del casco urbano, Para la facilidad de operación del sistema de acueducto se dispone de un tanque elevado Para el suministro de agua potable en la totalidad de la población, la distribución se regula por válvulas

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

ubicadas en diferentes puntos del sistema. Se realizan turnos alternados por los barrios del casco urbano. En la parte rural, El Diamante cuenta con una planta de tratamiento compacto, donde toman el agua del pozo y 20 familias gozan del suministro; en vegas del Pamplonita consumen agua de pozo, la vereda el Dave también consumen agua de pozo.

El abastecimiento del sistema de acueducto del municipio de Puerto Santander se realiza por medio de las captaciones de agua cruda del Rio Zulia, mediante succión por bombas centrifugas accionadas por motores cummins, ubicado dentro de una barcaza flotante.

El municipio cuenta con una línea de aducción de PVC de 10" de diámetro, 8,000 metros de longitud y llega a la estructura del desarenador.

Seguido de este proceso el flujo de agua es conducido 15 metros por una tubería de 12" de diámetro en HF hacia la planta de tratamiento de agua potable, la cual es de tipo convencional.

Después de tratada, el agua es almacenada en cuatro tanques de concreto y los cuales se conecta la red de distribución en tubería PVC de 10" de diámetro para el abastecimiento del casco urbano del municipio de puerto Santander.

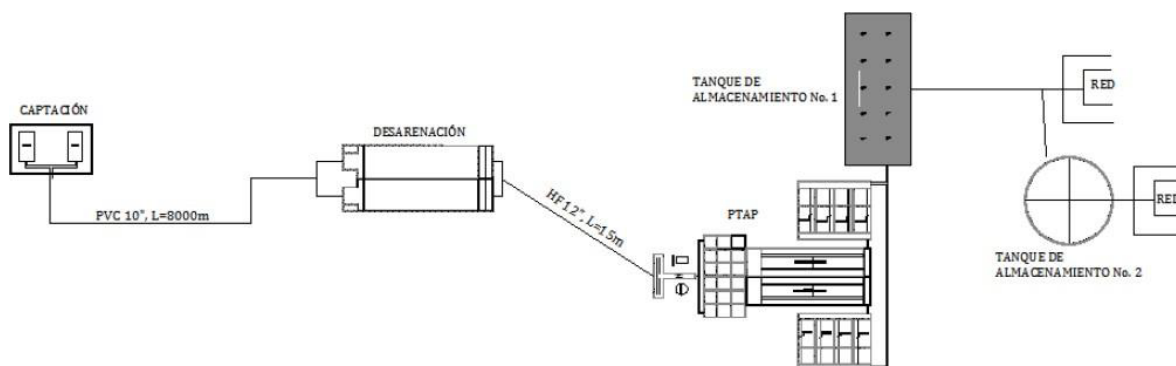
El agua es distribuida a los usuarios mediante tuberías de PVC, y a la entrada a la vivienda se cuenta con una cajilla que tiene llave de paso, mas no cuenta con micro medición.

No se ha logrado implementar el sistema de macro y micro medición que permitiría además de realizar un cobro razonable por el servicio en términos del consumo de cada usuario, concienciar a los habitantes sobre las inadecuadas prácticas en torno al manejo del recurso hídrico, daños frecuentes en las instalaciones hidráulicas domiciliarias que no se atienden con prontitud y en general la inconsciencia de los usuarios con el manejo del recurso incluso en sus viviendas.

### **Figura 3.**

*Sistema de acueducto del municipio de Puerto Santander*

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER



*Nota.* Esquema funcional del sistema de acueducto del municipio de puerto Santander. Fuente: PUEAA del municipio de puerto Santander, 2020.

### Fuente de abastecimiento

El municipio realiza la captación de agua cruda del Rio Zulia. En las zonas aledañas se realizan actividades mineras, agrícolas y ganaderas, presenta una pendiente suave.

El flujo de agua varía drásticamente ya que en temporada de verano los caudales disminuyen considerablemente y en invierno se presentan crecientes peligrosos.

### Tabla 10.

*Ubicación geográfica de la fuente receptora del municipio de Puerto Santander*

Fuente de abastecimiento	Longitud	Latitud
1	72° 27'22.00"	8° 18' 41.13"

*Nota.* Coordenadas geográficas de la fuente receptora del acueducto municipal. Fuente: PUEAA del municipio,2020.

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

**Captación**

La captación es de tipo barcaza flotante cuenta con un equipo de bombeo que dirige el flujo de agua al desarenador, se presenta dificultad ya que no cuenta con vía de acceso; existen actividades agrícolas y pecuarias cercal al margen de la fuente de abastecimiento, el paso de animales o personas es permitido. Se cuenta con dos bombas centrifugas accionadas por motores cummins con potencia de 175 HP, una en funcionamiento y la otra se encuentra fuera de servicio debido a gran cantidad de sedimentos y material suspendido que trae el rio.

La captación está ubicada en las siguientes coordenadas:

**Tabla 11.**

*Ubicación geográfica de la captación*

<b>Punto de Captación</b>	<b>N</b>	<b>E</b>
<b>1</b>	1.411.446	1.179.587

*Nota.* Coordenadas geográficas del punto de captación para el abastecimiento del acueducto municipal. Fuente: *PUEAA del municipio,2020.*

**Imagen 3.**

*Aducción del sistema de acueducto*

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER



*Nota.* La imagen 3 muestra la infraestructura de aducción del sistema de acueducto del municipio de Puerto Santander.

Su estructura se encuentra en muy mal estado y no sirve la rejilla de cribado, actualmente se encuentra en funcionamiento, se realiza mantenimiento cada 8 días y se recomienda realizar las reparaciones de un motor y dos bombas centrifugas

### **Desarenador**

El desarenador del nuevo sistema de acueducto del casco urbano de puerto Santander está construido en concreto reforzado, cuenta con dos módulos, cada módulo tiene zona de entrada, de sedimentación, de almacenamiento de lodos y salida, la zona de sedimentación tiene medidas de 13,16 m de largo, 3,5 m de ancho y profundidad útil de sedimentación de 2.04 m. cuenta con una válvula de lavado, tubería de rebose y válvula en las tuberías de salida de cada módulo

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

El sistema de acueducto cuenta con una estructura de desarenador en paralelo, fue construida en el año 2.012 y se encuentra ubicado en las instalaciones de la PTAP.

El sistema cuenta con compuertas, válvulas de desagüe, y dispositivo de control de flujo, los excesos no son descargados en la fuente.

El desarenador se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas:

**Tabla 12.**

*Ubicación geográfica el desarenador*

<b>Desarenador</b>	<b>N</b>	<b>E</b>
<b>1</b>	1.415.440	1.183.591

*Nota.* Coordenadas geográficas del punto del desarenador. Fuente: *PUEAA del municipio, 2020.*

En esta unidad, no se presentan corrientes o turbulencia en la zona del desarenador, el área se encuentra protegida y aislada del paso de personas o animales. No se presentan fugas en válvulas o compuertas.

Se realizan operaciones de mantenimiento cada 15 días, el sistema no presenta problemas de capacidad, operación, mantenimiento, funcionamiento o estabilidad.

**Imagen 4.**

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

### *Desarenador del sistema de acueducto*



*Nota.* La imagen 4 muestra la infraestructura del desarenador del sistema de acueducto del municipio de Puerto Santander. Fuente: *PUEAA Puerto Santander, 2020.*

### **Conducción**

La conducción del desarenador a la planta de tratamiento de agua potable se hace por medio de una tubería de HF de 12" de diámetro con una longitud de 15 m que trabaja por gravedad.

La tubería fue instalada en el año 2.012, no cuenta con sistema de ventosas, purgas o cámaras de inspección.

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

No se presentan daños en la tubería o accesorios, la tubería se encuentra protegida completamente; el sistema de conducción no presenta problemas de capacidad, seguridad, estabilidad, operación o mantenimiento.

### **Imagen 5.**

*Conducción del sistema de acueducto*



*Nota.* En la imagen se muestra la infraestructura de conducción del sistema de acueducto del municipio de Puerto Santander. Fuente: *PUEAA Puerto Santander, 2020.*

### **Planta de tratamiento de agua potable**



## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

La planta de potabilización del municipio de puerto Santander, es una planta convencional con los procesos de coagulación, floculación, sedimentación de alta tasa, filtración rápida y desinfección con cloro gaseoso.

El agua cruda ingresa a la planta por medio de una tubería en hierro galvanizado de 8" de diámetro a un canal en fibra de vidrio donde se realiza el aforo y mezcla rápida por medio de una canaleta Parshall W=6". Posteriormente, el agua ingresa a dos floculadores tipo Alabama con nueve cámaras cada uno de 3,30 m de altura total, 1,20 m de largo y 1,10 m de ancho.

La planta cuenta con dos sedimentadores de alta tasa con dimensiones generales: 2,50 m X 8,02 m y 3,30 m de profundidad

El sistema de filtración está compuesto por dos baterías de cuatro filtros rápidos retro-lavables (ocho filtros en total). Cada filtro tiene unas dimensiones generales: 1,50 m x 2,54 m y 4,35 de profundidad total

La capacidad de la planta se ve limitada por la capacidad máxima del floculador. A continuación, se presenta los parámetros hidráulicos del floculador para un caudal de 54 L/s.

- Tiempo de retención: 20 minutos
- Gradiente entre cámaras: 69.95 s-1
- Pérdidas totales del floculador: 0,50 m

Las estructuras se encuentran en buen estado. Se cuenta con 4 operarios los cuales se encuentran capacitados y los turnos de trabajo no cubren las 24 horas del día ya que cuentan con un horario laboral de 7:00 am-6:00 pm, cuentan con manuales de operación, mantenimiento, higiene, seguridad y salud ocupacional los cuales son aplicados.

Cada tres días se realiza control de calidad al agua, el sistema presenta problemas de calidad del agua según la información suministrada por los operarios.

La planta de tratamiento cuenta con los procesos de:

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

**Mezcla rápida:** Este proceso de mezcla rápida se realiza por medio de una canaleta Parshall, aguas abajo de la canaleta es aplicado el coagulante y floculante al flujo de agua.

**Floculación:** La planta tiene dos floculadores tipo Alabama los cuales cuentan con 9 módulos cada uno con dimensiones generales de: 1,20 m de largo, 1,10 m de ancho y 3,20 m de profundidad.

**Sedimentación:** Se realiza por medio de dos sedimentadores de flujo horizontal, con dimensiones generales de 2,51 m de ancho y 9,55 m de largo.

**Filtración:** La planta de tratamiento cuenta con 4 unidades de filtración rápida de dimensiones generales de: 1,55 m de ancho, 2,45 m de largo y 4,37 m de profundidad

La planta de tratamiento se encuentra actualmente en funcionamiento y se realiza mantenimiento cada 15 días, pero se recomienda reparar las fugas.

### **Imagen 6.**

*Planta de tratamiento del municipio de Puerto Santander*



*Nota.* En la imagen se muestra la infraestructura de la Planta de Tratamiento de Agua Potable existente en el municipio de Puerto Santander. Fuente: *PUEAA Puerto Santander, 2020.*

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

### **Tanque de almacenamiento**

El sistema de acueducto del municipio de Puerto Santander cuenta con 4 tanques de almacenamiento uno tipo superficial, uno semienterrado y dos tipo elevado con una capa oficial.

El tanque No. 1 es de tipo semienterrado en concreto reforzado impermeabilizado, construido en el 2005, con una capacidad de 683.87m<sup>3</sup>

El tanque No. 2, tipo superficial, construido en concreto de 3000 psi concreto reforzado impermeabilizado, en el año 2010 y posee una capacidad de 1094,21 m<sup>3</sup>. Alcanza los niveles máximos en 12 horas aproximadamente.

El tanque No. 3. Es elevado y fue construido en el 2015, cuenta con una capacidad de 246,24 m<sup>3</sup>.

El tanque No. 4. Ubicado a una altura de 20 m sobre la superficie del terreno, es circular y contiene una capacidad de 251.32 m<sup>3</sup>, tiene un diámetro de 8 metros y una altura útil de 5 metros. Construido en 1996, presenta fisuras. Se encuentra ubicado sobre el sector 5. Este tanque permite dar un servicio más óptimo al sector 5 de la red, al cual llega agua por gravedad.

Actualmente se realiza mantenimiento cada semestre y se recomienda reparar fugas existentes.

El sistema de almacenamiento no presenta problemas de estabilidad, funcionamiento u operación, pero si es recomendable la construcción de un tanque de almacenamiento para mayor capacidad.

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

**Imagen 7.** *Planta de tratamiento, tanque de almacenamiento.*



*Nota.* En la imagen se muestra la infraestructura del tanque de almacenamiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable existente en el municipio de Puerto Santander. Fuente: *Unidad de Servicios Públicos Puerto Santander, 2020*

### **Sistema de alcantarillado**

De acuerdo con los datos recolectados las disposiciones de las redes de alcantarillado en el casco urbano del Municipio poseen ocho (8) emisarios finales que descargan a los ríos Zulia Y Grita. El sistema presenta carencias por conexiones erradas, falta de cajas de inspección, infiltración de las aguas lluvias en el sistema y el gran problema que es el agotamiento de la infraestructura porque es una red obsoleta, que ya cumplió con la vida útil.

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

### **Disponibilidad del catastro de redes**

Se cuenta con un catastro de redes el cual está incluido en el plan maestro de alcantarillado del 2011, donde se propuso la construcción de 77 tramos con tubería de PVC ya que las tuberías con las que se contaban eran de material gress el cual cumplió con su vida útil

### **Tipo de sistema de alcantarillado existente**

El sistema de alcantarillado de la zona urbana de Puerto Santander es de tipo sanitario, La evacuación de las aguas lluvias de las viviendas se hace directamente hacia las calles y eventualmente hacia las corrientes superficiales que cruzan el municipio, por otro lado la mayor parte de la población tiene empalmada las aguas lluvias a la red de alcantarillado sanitario existente.

- ✓ Para el 2011 Se propone la recolección en un sólo punto de la totalidad de descargas residuales que existen sobre los ríos Grita, Zulia y el caño Miel. Esta solución requiere la unión de las diferentes descargas por medio de colectores nuevos y además el bombeo de las descargas actuales D2 y D3, mediante las estaciones EBAR1 y EBAR2 respectivamente.

Adicionalmente, se solicitó la construcción de 77 tramos nuevos de tubería con un total de 3705m de longitud, la construcción de un colector que lleve las aguas residuales desde los puntos D13 y D14 hasta el colector principal que se proyecta por la carrera 3ª y que continua por la calle 5ª hacia el oriente del pueblo.

- ✓ En el 2014 se realizó el cambio e instalación de tubería de PVC con diámetro de 8" en el barrio el bosque en la carrera 2 entre calle 4 y 5 y limpieza de pozos de inspección en los barrios el bosque, el centro y la piragua del municipio de puerto Santander

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

- ✓ En el 2015 se realizó LIMPIEZA, CONSTRUCCIÓN Y ARREGLOS VARIOS DE ALCANTARILLAS DEL SECTOR BARRIO EL CARMEN Y UNA PARTE DE BARRIO NUEVO POR obstrucción Y DERUMBE EN VARIOS CAJAS INSPECCION PERTENECIENTES AL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER-NORTE DE SANTANDER” donde se modificó lo siguiente
  - Arreglo en instalación chaqueta unión tubería de aguas negras de 10" corte y reparo
  - Realización de caja inspección en ladrillo prensado de 1x1x1 con tapa en concreto e= 0,08
  - Destape de red en tubería de 10" en alcantarillado con 4 puntos críticos barrio el Carmen y barrio nuevo aproximado 60 metros de obstrucción
  - Arreglo de tubo novafort de 10" con anillo metálico y dado en concreto realización de cajas inspección de 0,60\*0,60\*0,60 m.
  
- ✓ CONSTRUCCION DE UN POZO DE INSPECCION Y 42 METROS LINEALES DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR DEL BARRIO DE MIRAFLORES DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER- NORTE DE SANTANDER SEGÚN CODIGO UNSPSC 72141120 SERVICIO DE CONSTRUCCIÓN DE LÍ-NEAS DE ALCANTARILLADO”
  - Pozo de inspección h=1.40 m, con diámetros de 1.10 a reducción 0.80 m con tapa en hf y concreto de d=0.60m
  - Suministro e instalación de tubería novafor d=160 mm
  
- ✓ En el 2017 se realizó la CONSTRUCCION DEL ALCANTARILLADO Y PAVIMENTO RIGIDO EN LA CARRERA 4A ENTRE CALLE 10 Y CALLE 9A BARRIO EL CARMEN DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER (NS)

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

- tubería pvc para alcantarillado 10
- tubería pvc para alcantarillado 6"
- silla yee de 10"\*6"
- aja de inspección 40\*40\*40

- ✓ CONSTRUCCION REDES DE ALCANTARILLADO EN LA CARRERA 5 ENTRE CALLES 5 Y 6 Y LA CALLE 5 ENTRE CARRERAS 4 Y 5 DE BARRIO NUEVO DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER (NS)

Se realizó la construcción de redes de alcantarillado debido a que los cumplimientos de la vida útil de sus materiales presentan fugas que han venido generando hundimientos y fracturas en la estructura del pavimento que conllevan a daños en automotores, fracturas en transeúntes y mal aspecto al municipio ante la recepción de turistas; así mismo filtración de aguas residuales hacia las viviendas aledañas al sector

- Tubería pvc para alcantarillado 10
  - Tubería pvc para alcantarillado 6"
  - Silla yee de 10"\*6"
  - Caja de inspección 40\*40\*40
- ✓ REALIZAR OBRAS COMPLEMENTARIAS PARA OPTIMIZAR UN TRAMO DE ALCANTARILLADO DE LA CALLE 11 DEL BARRIO EL CARMEN DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER.
- Instalación de tubería sanitaria de 8"

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

- ✓ En el 2018 se realizó la CONSTRUCCION DE POZO DE ALCANTARILLADO EN EL SECTOR DENOMINADO NUEVO MUNDO DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER (NS)

Dentro de las redes de alcantarillado del municipio se encuentra la que transporta las aguas residuales de la urbanización el 16 de julio y la urbanización de villa teresa que suman un total de 574 viviendas en las cuales ya se encuentran habitando algunas familias que dan uso de sus servicios, dicha red pasa por el asentamiento suburbano denominado nuevo mundo hasta el punto de descarga, en este trayecto existe aproximadamente una distancia de 400 mts, lo cual ocasiona problemas debido a que la norma dicta que cada 100 mts por lo mínimo debe de existir un pozo de inspección para no generar presiones dentro de la red ya que este tipo de obras deben trabajar a gravedad y no a presión, cabe adicionar que este tipo de estructuras facilitan los trabajos de mantenimiento que se hacen necesarios periódicamente. Por lo explicado anteriormente en el sector de nuevo mundo se han generado una serie de inconvenientes como taponamientos y filtraciones lo que ha conllevado a la inestabilidad del terreno generando un cráter y represamiento de las aguas residuales

- ✓ En el 2019 se realizó la OPTIMIZACION RED DE ALCANTARILLADO EN LA CARRERA 4 ENTRE CALLES 9 Y 10 DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

Se realizó la construcción de redes de alcantarillado debido a que el cumplimiento de la vida útil de sus materiales presenta fugas que han venido generando hundimientos y fracturas en la estructura del pavimento que conllevan a daños en



## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

automotores, fracturas en transeúntes y mal aspecto al municipio ante la recepción de turistas; así misma filtración de aguas residuales hacia las viviendas aledañas al sector.

- Tubería PVC para alcantarillado 12" ML 144,00
- ✓ PAVIMENTACION Y REPOSICION DE ALCANTARILLADO DE LA CARRERA 7 ENTRE CALLES 6A Y 6B DE BARRIO NUEVO, MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER, DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER

Se evidencia un gran deterioro en este sector debido a la filtración de aguas de escorrentía

- ✓ CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE REDES DE ALCANTARILLADO EN LA CALLE 5 ENTRE CARRERAS 1 Y 3 DEL BARRIO EL BOSQUE Y CALLE 6B ENTRE CALLE 6 Y 6A DE BARRIO NUEVO DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER (NS)"

Se realizó la construcción de redes de alcantarillado debido a que el cumplimiento de la vida útil de sus materiales presentan fugas que han venido generando hundimientos y fracturas en la estructura del pavimento que conllevan a daños en automotores, fracturas en transeúntes y mal aspecto al municipio ante la recepción de turistas; así mismo filtración de aguas residuales hacia las viviendas aledañas al sector. Se plantea la demolición y retiro de tubería de alcantarillado existente, instalación de tubería pvc alcantarillado en un diámetro de 8" (pulgadas), tubería de 6" (pulgadas) con su respectiva silla yee para conexión de domiciliarias; así mismo se utilizarán algunos pozos existentes que están en buen estado y se remplazaran los que estén en mal

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

**Pozos de inspección**

En la actualidad el municipio de puerto Santander cuenta con 258 pozos de inspección. En la siguiente tabla se presenta el resumen de los pozos de inspección con sus respectivas características.

**Tabla 13***Pozos de inspección*

<b>EVALUACION</b>	<b>NUMERO DE POZOS</b>
<b>Pozos sellados u ocultos</b>	38
<b>Cajas a remplazar por pozos</b>	5
<b>Pozos con tapas en mal estado</b>	2
<b>Pozos que requieren escalones de acceso</b>	119
<b>Pozos que requieren limpieza y reconstrucción de cañuelas</b>	39
<b>Pozo con cono en mal estado</b>	1
<b>Pozos con cilindro sin paleta o en mal estado</b>	35

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

*Nota.* La tabla anterior resume as cantidades de los pozos de inspección. *Fuente: Plan maestro de alcantarillado*

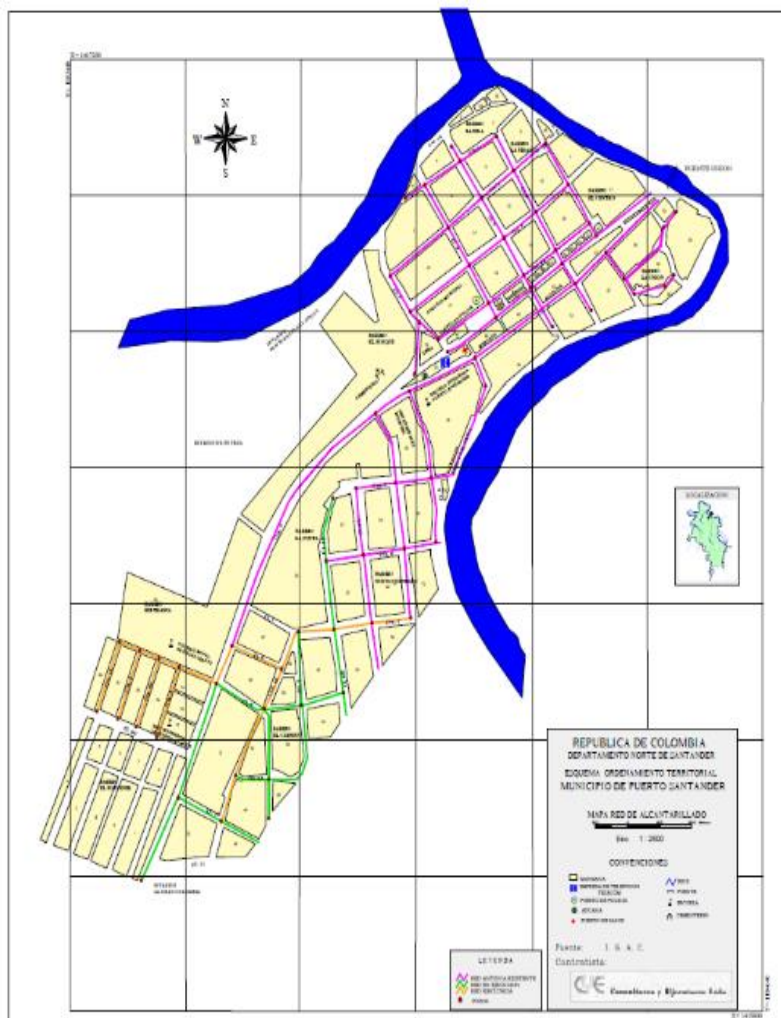
### **Colectores**

El sistema de alcantarillado de este municipio cuenta con colectores instalados con diámetro de 12” en toda su red. Estos colectores en su mayoría se encuentran en buen estado estructural.

**Imagen 8.**

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

*Esquema general del sistema de alcantarillado del casco urbano del municipio de Puerto Santander*



*Nota.* En la imagen 8 se presenta el plano general del sistema de alcantarillado del municipio de Puerto Santander. *Fuente:* Alcaldía Municipal de Puerto Santander

### Zonas urbanas no servidas

En la zona urbana del municipio de puerto Santander existe el barrio denominado Nuevo mundo el cual se organizó debido a que una familia contaba con una gran extensión de terreno y los dueños decidieron vender a varias personas por lotes, y así se fue formando el barrio, por lo tanto, no son legales ante la alcaldía municipal por esta razón el barrio no cuenta

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

con sistema de acueducto y alcantarillado. El tiempo previsto para la construcción de la red de alcantarillado correrá después de que se haga el trámite de legalización de terreno. Aunque en el 2018 se realizó la construcción de 5 pozos de inspección de alcantarillado en la primera cuadra del barrio y se instaló tubería de PVC de 10”

### **Tramos del sistema de alcantarillado con deficiencia en obras de canalización y sumideros.**

En el barrio unión, brisas del grita, la isla y la punta no se registran obras de construcción donde se realicen cambios de red de alcantarillado, por lo tanto estos barrios cuentan con tuberías de gres que probablemente ya cumplieron con su vida útil y pueden estar provocando filtraciones de agua residual en el subsuelo generando contaminación de aguas subterráneas, se tiene previsto ejecutar obras de instalación y cambios en la red.

### **Puntos de vertimientos**

Luego de realizar un trabajo de campo completo, se estableció que existen vertimientos puntuales directos a los cuerpos de agua en el casco urbana, generando contaminación en el suelo y cuerpos de agua, en donde el componente ambiental se está viendo afectado, y la emisión de olores ofensivos afectan la calidad del aire.

#### ***Vertimientos puntuales urbanos***

#### ***Vertimiento puntal No 1***

### **Imagen 9.**

*Vertimiento puntal No 1*

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

Ubicado

*Nota.*

sobre las  
coordenadas  
geográficas N  
08°21'48,7" O  
72°24'40,97" D14

Este

vertimiento recibe las aguas residuales domiciliarias y pluviales del Colegio, Beltrania, Porvenir, 16 de julio y Villa Teresa. El caudal de este vertimiento es considerable. Es un vertimiento que no está canalizado es su totalidad, entrega las aguas en un terreno con pastizales ubicado en zona aferente a Beltrania

**Vertimiento puntual No 2*****Imagen 10.***

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

### *Vertimiento puntual No 2*



*Nota.* Ubicado sobre las coordenadas geográficas N 08°21'43.92" O 72°24'26.55"

Este vertimiento corresponde a las aguas residuales y pluviales del Barrio El Carmen, Brisas del Grita y Barrio nuevo, no está canalizado con tubería en su totalidad, en las proximidades a la fuente receptora, el vertimiento fluye a través de un canal natura; sus aguas vierten a Caño Miel, afluente del río Zulia, este vertimiento se compone de pequeños vertimientos de aguas pluviales y sanitarias D9, D10 D11 y D12

### **Vertimiento puntual No 3**

***Imagen 11.***

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

*Vertimiento puntual No 3*

*Nota.* Ubicado sobre las coordenadas geográficas N 08° 21' 38.50" O 72° 24'30,11"

Este vertimiento se compone de las aguas residuales y pluviales de el Barrio El Carmen, Brisas del Grita y Barrio nuevo, no está canalizado con tubería en su totalidad, desagua en caño Miel, afluente del río Zulia, este vertimiento se compone de pequeños metimientos de aguas pluviales y sanitarias D9, D10 D11 y D12, DX. El caudal de este vertimiento es considerable, respecto a los demás vertimientos.

**Vertimiento puntual No 4**

***Imagen 12.***



## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

*Vertimiento puntual No 4*

*Nota.* Ubicado sobre las coordenadas geográficas N 08° 21'37.08" O 72° 24'28.93"

Este vertimiento presenta mayor cantidad de caudal, vierte las aguas residuales y pluviales del Barrio El Carmen, Brisas del Grita y Barrio Nuevo en Caño Miel (afluente del río Zulia), no está canalizado con tubería en su totalidad, este vertimiento se compone de pequeños vertimientos de aguas pluviales y sanitarias D9, D10 D11 y D12, DX

**Vertimiento puntual No 5**

Este vertimiento recibe las aguas residuales domiciliarias y pluviales del Barrio La Piragua. El caudal de este vertimiento es menor respecto a los demás. Es un vertimiento que está canalizado hasta el punto donde entrega las aguas en un terreno con pastizales ubicado en zona aferente a La Piragua

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

**Imagen 13.**

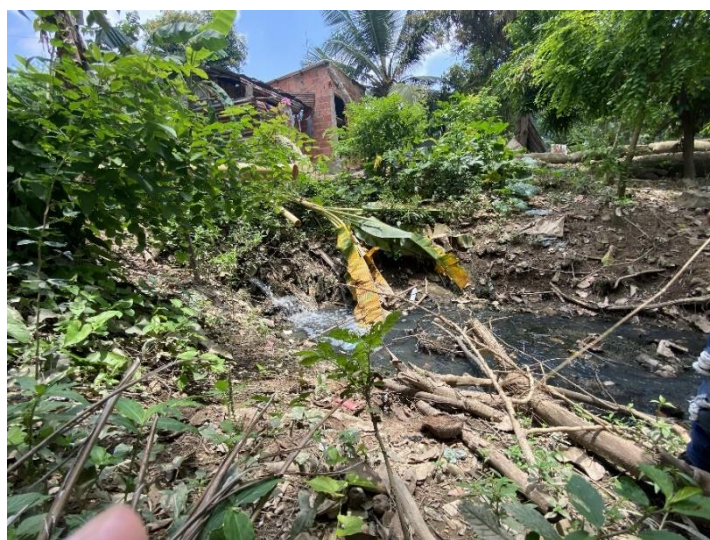
*Localización del vertimiento puntual No 5*



*Nota. Ubicado sobre las coordenadas geográficas N 08°21'56,12" O 72°24'19,39" D8*

**Vertimiento puntual No 6****Imagen 14.**

*Vertimiento puntual No 6*



*Nota. Ubicado sobre las coordenadas geográficas N 08° 21'35.44" O 72°24'28.59"*

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

Este vertimiento recibe las aguas residuales domiciliarias y pluviales del Barrio El Bosque. El caudal de este vertimiento es moderado. Es un vertimiento que no está canalizado es su totalidad, entrega las aguas en terrenos aferentes al Barrio El Bosque y no directamente a una fuente hídrica receptora.

### **Análisis de la caracterización de los puntos de vertimientos.**

Debido a los inconvenientes de ola invernal, ajuste de tipo presupuestal, atención a la emergencia invernal, atención a daños diversos del acueducto, etc. No se logró realizar el respectivo análisis de la caracterización de los puntos de vertimientos y estos se salen del tiempo estipulado para presentar mi trabajo de grado, por lo tanto me base en la fuente oficial la cual es la corporación autónoma regional de Norte de Santander (CORPONOR), de donde tome las caracterizaciones más recientes que es del año 2019, en el cual se encontró hizo un análisis al Rio Zulia.

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

**Resultados Objetivo 3:** “Diagnóstico a la fuente receptora y proyecciones de la carga contaminante generada por el vertimiento o tramo del cuerpo de agua receptor”.

Como resultado de este objetivo propuesto se obtuvo el análisis de la caracterización de la cuenca del río Zulia, teniendo como punto de referencia la Estación Puerto León ubicada en cercanías a la confluencia del río Zulia con el río Pamplonita. Se tuvo en cuenta el análisis de la cantidad, calidad (Temperatura, pH, OD, Coliformes Totales, Coliformes Fecales, Turbidez, SST, Conductividad, DQO, DBO y fósforo total) y macro invertebrados. También se presentan las proyecciones de población y carga contaminante para el periodo comprendido entre el 2021-2031.

Las fuentes hídricas superficiales son las principales receptoras de las aguas residuales tanto domesticas como industriales de los cascos urbanos de los municipios recalando que de los 14 que hacen parte de la cuenca del rio Zulia, ninguno posee un sistema de tratamiento de aguas residuales, sumado a ellos los vertimientos rurales que existan incluidos los agropecuarios.

### ***Cantidad***

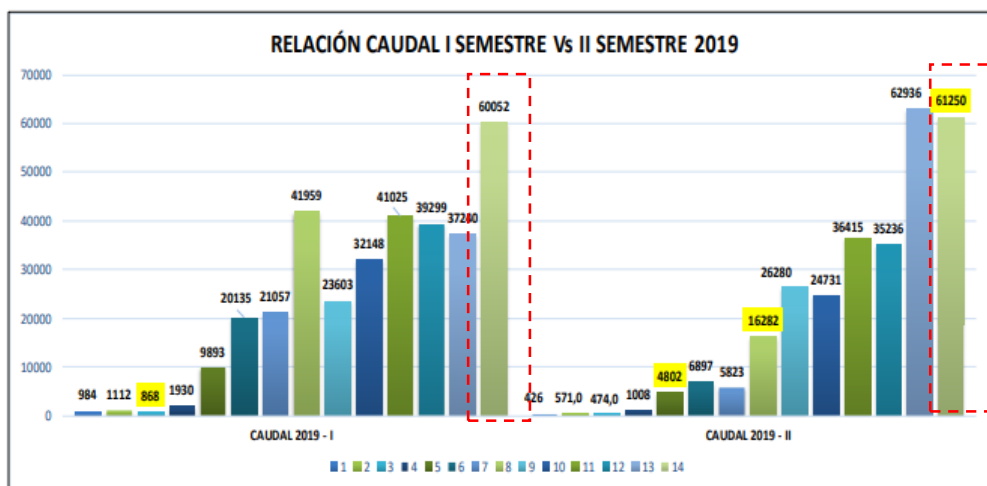
Se presenta una afectación moderada, por la disminución de caudales que están siendo intervenidos principalmente por la captación de agua para uso doméstico, pecuario y agrícola. Donde, la actividad arrocera utiliza importantes cantidades de agua por la técnica de fanguero, captando 14.000 l/s mediante el distrito de adecuación de tierras del río Zulia, esta demanda es constante a lo largo de todo el transcurso del año, presentando picos bajos en los meses de verano (Enero- Marzo, Julio-Septiembre) coincidiendo con las épocas de caudales mínimos.

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

En la parte pecuaria, el principal demandante de agua es la actividad ganadera con 1.572.904,90 m<sup>3</sup>/año seguida por la piscicultura con 909.253,80 m<sup>3</sup>/año, representando una demanda importante de agua para la cuenca por lo cual el grado de afectación es moderado para ambas actividades. En cuanto al sector de bienes y servicios, se tiene en primera medida a los acueductos y distritos de riego con una afectación a los caudales severa, dependiendo de las corrientes de aguas de la cuenca los acueductos de Arboledas, Cucutilla, Cúcuta, Durania, El Zulia, Gramalote, Mutiscua Salazar, San Cayetano y Santiago

### Gráfica 5.

*Relación Caudal Semestre I vs Semestre II, 2019*



Nota. La gráfica 5 sintetiza los valores de caudal obtenidos en aforos para los semestres I y II de 2019. Tomado de CORPONOR, 2019

De acuerdo al análisis con relación al caudal se evidenció disminución de caudal sobre casi toda la Cuenca y afluentes del río Zulia. Lo anterior, debido al tiempo seco que se presentó durante los meses de julio-agosto -septiembre con presencia de lluvias aisladas que se

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

reflejaron en los resultados de la medición de caudales de las diferentes fuentes hídricas, en el ID14 se observa disminución del caudal.

### **Calidad**

Los vertimientos líquidos presentan una afectación severa sobre los indicadores de coliformes totales y fecales, e inciden de manera moderada sobre los indicadores de valoración de la calidad biológica del agua (índice BMWP), ello se debe a la carga de heces humanas incorporadas a los cuerpos de agua por medio de los sistemas de alcantarillado municipales, que vierten sus aguas sin ningún tipo de tratamiento primario a los principales drenajes presentes en la cuenca

Los valores promedio de coliformes totales muestran un deterioro importante en los puntos de **Puerto León** con valores de **19100 NPM** microorganismos/100 ml, originados principalmente por las aguas aportantes de la quebrada Tonchalá y Seca que recogen los vertimientos del sector de Atalaya en la ciudad de Cúcuta y que vierten sus aguas al río Zulia (Puerto León).

La afectación de la calidad del agua del río Zulia está dada por el vertimiento de aguas residuales municipales a los principales cauces que atraviesan la cuenca, catalogado como moderado, pues, se encontraron **29 puntos de descarga** de aguas domésticas, de mataderos, de alcantarillados y de aguas de enfriamiento de Termotasajero S.A ESP, pese a la importancia de las descargas en especial las concernientes al municipio de Cúcuta se encontró que aunque los valores de SST son muy altos en los puntos de vertimientos (**250.46 mg/l** en el punto Doña Nidia), los valores reportados por muestreos sobre el cauce del río Zulia Aguas abajo arrojan valores por debajo de los exigido por la normatividad ambiental vigente (**14.26 mg/l**), indicando la capacidad de asimilación y depuración del cuerpo de agua.

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

Los valores promedio de **DBO** oscilan entre **4,47 mg/l y 7,32 mg/l**, denotando una presencia significativa de cargas orgánicas que el sistema no está asimilando eficientemente. En cuanto a los valores promedio de **DQO** la estación de **Puerto León** presenta los valores más altos con una concentración de **614,4 mg/l** en la estación de Puerto León. Mientras que los valores promedio de **OD** se encontraron por debajo de los parámetros establecidos por el decreto **1594/84** para la conservación de la fauna y flora acuática, aunque para la estación de Puerto León se han acercado de forma riesgosa a las concentraciones definidas por ley.

La termoeléctrica Tasajero presenta también una afectación severa sobre los caudales de la corriente principal del río Zulia, ya que demanda una cantidad de **220.752.000 m3 /año**, en el proceso de enfriamiento de turbinas, no obstante una cantidad importante de esta agua vuelve al cauce del río aguas abajo donde son vertidas por la misma termoeléctrica, pero a una temperatura superior a la original en por lo menos 4°C, lo que ocasiona una afectación a la fauna presente en el río Zulia.

La Corporación llevó a cabo el estudio de Contribución al Diagnóstico de la Cuenca del Río Zulia, el cual contiene un análisis de calidad hídrica hecho a esta corriente, específicamente en los puntos de muestreo sobre los Ríos Cucutilla en los sectores de Arboledas, Salazar y Quebrada Zulasquilla, y tres sitios de muestreo sobre el cauce principal en Cornejo, San Javier y **Puerto León**.

Este análisis permitió identificar las siguientes condiciones ambientales en las principales fuentes hídricas superficiales de la cuenca del río Zulia a partir de muestreos en los anteriores sectores:

- ✓ Valores altos en las **demandas química y biológica de oxígeno**, consecuencia de los vertimientos de aguas residuales hechos tanto a los afluentes como al cauce principal, provenientes de cabeceras, centros poblados y áreas rurales. Cabe resaltar aquí el aporte de nutrientes orgánicos que realiza el distrito de riego del Zulia.

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

- ✓ Valores **permisibles** para el parámetro **oxígeno disuelto**, los cuales, sin embargo, oscilan durante el recorrido de los diferentes afluentes y la misma corriente principal, gracias al aporte de materia orgánica en algunos puntos, al aumento en los niveles de caudal en otros y a la geomorfología del cauce en las partes altas, ya que al ser rocosas permiten la oxigenación del cuerpo de agua.
- ✓ Valores **muy altos** en el análisis biológico del recurso en los puntos sobre la corriente principal, debido a los aportes de carga contaminante hechos por los sistemas de alcantarillado de Durania y Salazar y, las quebradas Tonchalá y Seca que recogen los vertimientos del sector de Atalaya en Cúcuta.

### **Índice de Calidad del Agua (ICA)**

El ICA es un número (entre 0 y 1) que señala el grado de calidad de un cuerpo de agua, en términos del bienestar humano independiente de su uso. Este número es una agregación de las condiciones físicas, químicas y en algunos casos microbiológicas del cuerpo de agua, el cual da indicios de los problemas de contaminación.

Toma en cuenta una gama de factores ambientales a través de variables simples que permiten el análisis de los principales orígenes de la contaminación: oxígeno disponible, materia orgánica, sólidos, mineralización, acidez, entre otros, y características claves de la columna de agua como la temperatura.

La caracterización del río Zulia inició en el río La Plata municipio de Mutiscua identificado como ID1 El Molino, hasta el municipio El Zulia, **ID14 Puerto León** después de la confluencia con el Río Pamplonita, Estas actividades de muestreo se llevaron a cabo durante el periodo comprendido entre junio y julio primera caracterización y septiembre a octubre de 2019 la segunda caracterización



## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

En total se realizaron Quince (15) ensayos para cada ID, nomenclatura utilizada para identificar los puntos de muestreo, entre ellos: Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Conductividad Eléctrica, Turbiedad, Sólidos Suspendidos Totales, Nitrógeno Total, Fósforo Total, Coliformes Totales y Fecales. Complementariamente Aceites y Grasas e Hidrocarburos por el método infrarrojo parámetros de extensión acreditados por el IDEAM recientemente. Los parámetros restantes como Temperatura, Oxígeno Disuelto y pH fueron medidos en campo al igual que el caudal. Posteriormente, se realizó un consolidado de los resultados para la interpretación y cálculo del Índice de Calidad del Agua (ICA), con base a los criterios del IDEAM en corrientes superficiales encontrando los valores consignados en la Tabla N°14

**Tabla 14.**

### *Caracterización cuenca Río Zulia*

ID	NOMBRE	ALTURA (m.s.n.m.)	ICA
1	Río La Plata-El Molino-Área de reserva Ambiental	2659	0,75
2	Río La Plata-Puente Hogar Juvenil Campesino-Área de reserva Ambiental	2449	0,85
3	Río La Plata-Después de los vertimientos de aguas residuales del suelo Urbano-Área de reserva Ambiental	2556	0,82
4	Río La Plata-Truchas El Cerro-Área de reserva Ambiental	2286	0,77
5	Río Zulasquilla-Puente Capira-Basamiento cristalino	1301	0,70
6	Río Cucutilla-Aguas abajo de la confluencia con el Río Zulasquilla-Basamiento cristalino	1264	0,70
7	Río Cucutilla-Después de los vertimientos del suelo Urbano-Basamiento cristalino	1252	0,72
8	Río Zulia-Puente Unión-Basamiento cristalino	793	0,70
9	Río Zulia-Puente Termotajero-Proyecto Área en exploración	267	0,74
10	Río Zulia-Después de los vertimientos de Termotajero-Proyecto Área en exploración	264	0,74
11	Río Zulia-Puente Zulia-Proyecto Área en exploración	183	0,73
12	Río Zulia-Después de los vertimientos del suelo urbano-Proyecto Área en exploración	184	0,78
13	Río Zulia-Antes de la captación represa Distrito de Riego-Proyecto Área en exploración	136	0,75
14	Río Zulia-Puente León después de la confluencia con el Río Pamplonita-Proyecto área reservada	71	0,62

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

*Nota.* Consolidado de los resultados del Índice de Calidad del Agua (ICA). *Tomado de CORPONOR, 2019*

Para la presente investigación, el ID de interés es el ID 14, correspondiente a Puerto León, los resultados se resumen a continuación

**Tabla 15.**

*Resultados caracterización Puerto León*

Río Zulia – Puerto León, después de la confluencia con el río Pamplonita	2019 I		2019 II	
	RESULTADO	CALIFICACIÓN	RESULTADO	CALIFICACIÓN
	0,73	Aceptable	0,62	Regular

*Nota.* Resultados índices ICA 2019 I y 2019 II, Puerto León. *Tomado de CORPONOR, 2019*

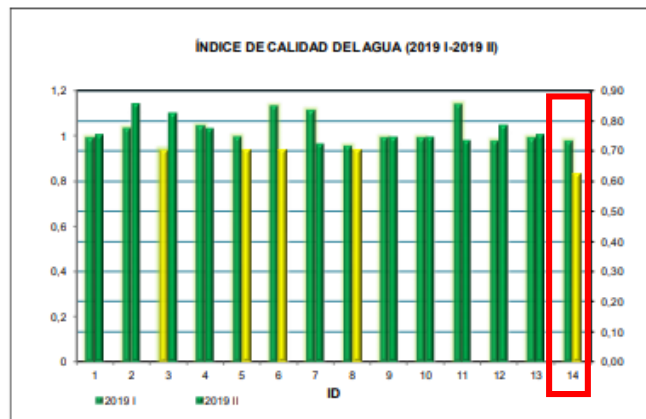
### ICA 2019 I vs 2019II

La problemática del río Zulia es una situación repetida debido a la descarga de vertimientos sobre el cauce desde diferentes municipios y asentamientos urbanos de la ciudad de Cúcuta principalmente los sectores de Cormoranes, San Fernando del Rodeo, los estoraques y otros que vierten sus aguas residuales hacia las quebradas La Cañada, quebrada seca y Tonchalá. El estado del ICA del río Zulia tiene un comportamiento variable debido a las actividades antrópicas principalmente. En la gráfica se observa que ID 14 (Puerto León) desmejoro su Índice de calidad debido a los diversos factores que se describen a lo largo del documento

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

**Gráfica 6.**

*Resultados ICA 2019 I vs 2019 II*

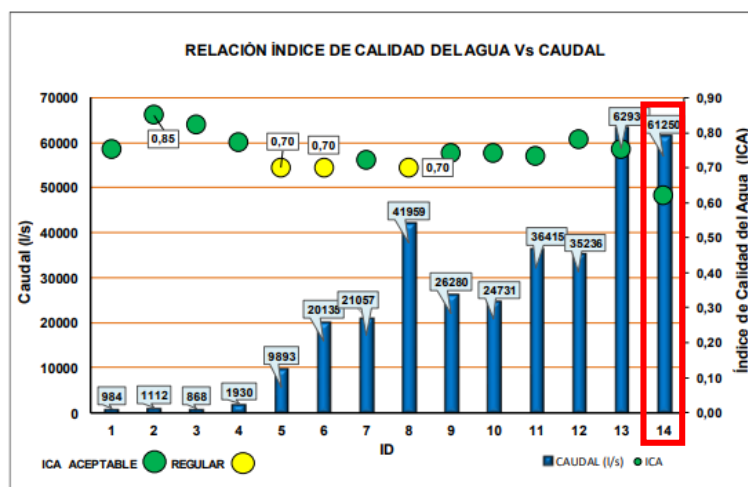


*Nota.* En la gráfica anterior se comparan los resultados del índice del ICA 2019 I vs 2019 II, para el ID 14. *Tomado de CORPONOR, 2019*

***Relación ICA vs Caudal*****Gráfica 7.**

*Relación ICA vs Caudal*

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER



*Nota.* En la gráfica anterior se comparan los resultados del índice del ICA vs Caudal.

*Tomado de CORPONOR, 2019*

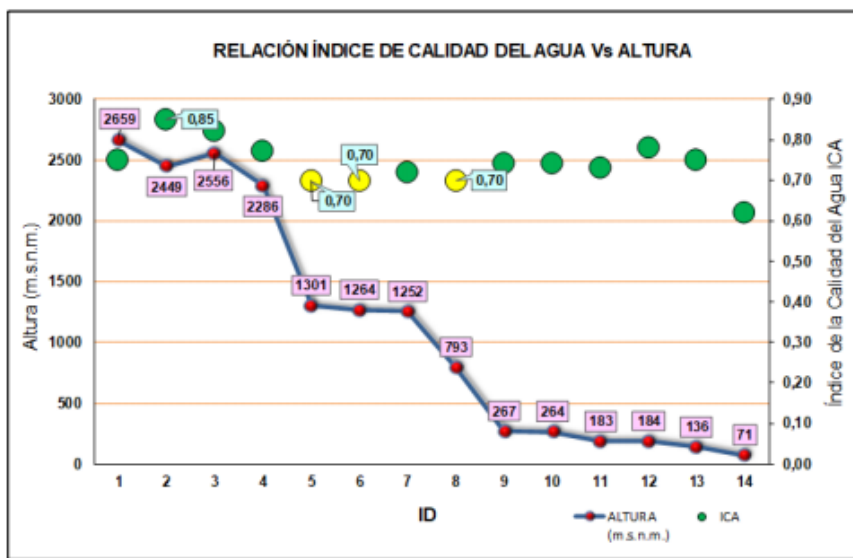
La relación caudal – ICA nos permite analizar de forma clara en relación con la calidad del agua teniendo en cuenta que en casi todos los puntos hubo una variación en sus cuerpos de agua, se observa la afectación de esta disminución de caudal en el índice de calidad del agua especialmente en donde la calidad en el semestre 2019 era aceptable y en el II semestre indica que es regular.

### **Relación ICA Vs Altura**

#### **Gráfica 8.**

*Relación ICA vs Altura (m.s.n.m)*

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER



*Nota.* En la gráfica anterior se comparan los resultados del índice del ICA vs altura en m.s.n.m. Tomado de CORPONOR, 2019

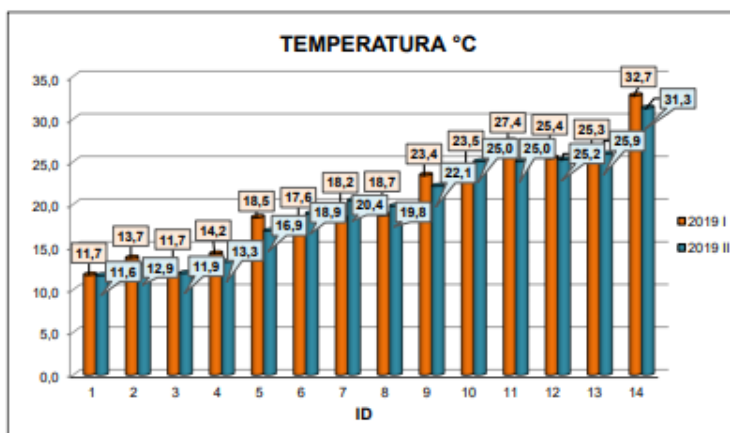
La altura sobre el nivel del mar influye como una variable importante o que teniendo en cuenta las condiciones climáticas, los resultados fisicoquímicos varían considerablemente con respecto al índice de calidad del agua desmejorando esta variable.

### **Temperatura**

La Temperatura es uno de los parámetros físicos que más influye en el agua, ya que a mayor temperatura se acelera el proceso fotosintético y la remoción de materia orgánica. Así mismo, la Temperatura es una variable que es inversamente proporcional a la altura sobre el nivel del mar, siendo reflejado en cada ID muestreado de la corriente hídrica correlacionado a su topografía y el clima. El pico más alto en la parte baja de la cuenca sobre el ID 14 Puerto León con 31,3°C a una altura de 96 msnm, condiciones donde disminuye la solubilidad del Oxígeno.

### **Gráfica 9.**

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

*Temperatura*

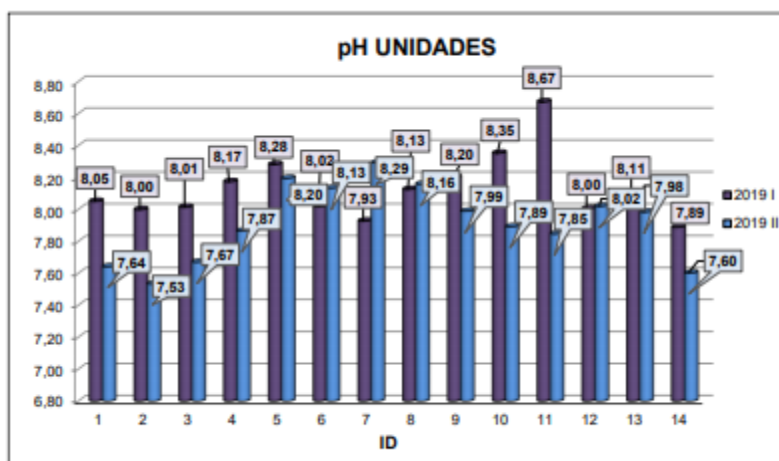
*Nota. Relación Temperatura 2019 I vs 2019 II. Tomado de CORPONOR, 2019*

**pH**

El pH de las aguas superficiales por lo general oscila entre 5,0 y 9,0 permitiendo controlar sus efectos en el comportamiento de otros constituyentes del agua. El pH es una variable que indica acidez o alcalinidad del agua. De acuerdo a los resultados de los ID caracterizados de la fuente hídrica El Zulia, se encontraron cerca a la neutralidad y ligeramente básico conservándose dentro del rango admisible para aguas naturales superficiales y para el medio acuático indicando que no se presentaron alteraciones externas de gran magnitud en el momento del muestreo. Así mismo, los resultados de los parámetros Temperatura y pH se encuentran dentro de los rangos permitidos en el **Decreto 1076 de 2015** Decreto único reglamentario del sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, tanto para pH como para temperatura “

**Gráfica 10. pH**

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER



*Nota. Relación pH 2019 I vs 2019 II. Tomado de CORPONOR, 2019*

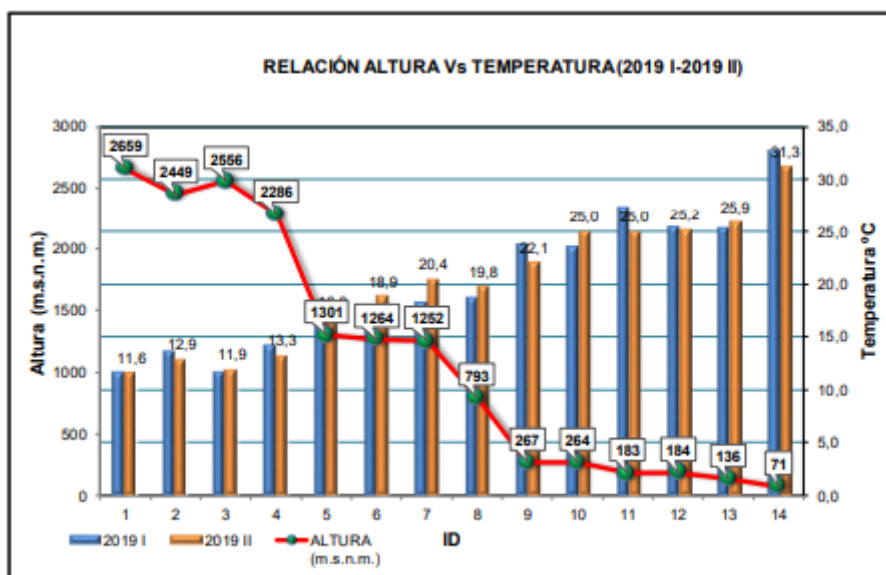
### ***Relación altura Vs Temperatura***

Con respecto a los resultados que se observan en la gráfica y según el concepto de que a mayor altura menor temperatura del agua, obteniendo para el II semestre mayor temperatura en el D14, en este ID Inciden los procesos de la Termoeléctrica Termotasajero S.A. E.S.P, ya que a mayor temperatura hay menos cantidad de oxígeno, por lo tanto afecta a la calidad del agua y a la vida existente en el cuerpo de agua.

### **Gráfica 11.**

*Relación altura Vs Temperatura*

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER



*Nota.* En la gráfica anterior se relaciona la altura en m.s.n.m vs Temperatura. Tomado de CORPONOR, 2019

### **Relación Caudal Vs OD**

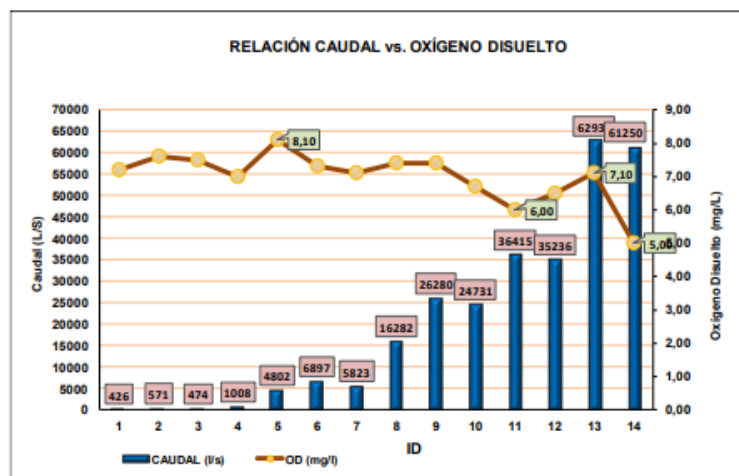
El adecuado nivel de oxígeno disuelto es necesario para una buena calidad del agua. El oxígeno es un mecanismo necesario para todas las formas de vida. Este es un indicador imprescindible para el estudio de los cuerpos de agua, ya que el oxígeno favorece la calidad de la fuente hídrica.

En la gráfica siguiente se observa una variación tanto en el caudal como en los niveles de oxígeno disuelto; estos dos parámetros tienen una relación directamente proporcional, los resultados de la gráfica muestran un aumento en los 14 ID, se presume que el motivo del aumento tanto en el caudal como en el OD es por el tiempo seco con lluvias aisladas en algunos puntos durante los meses julio – agosto – septiembre. Lo anterior con respecto a los resultados del I semestre 2019.

### **Gráfica 12.**



## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

*Caudal Vs OD*

*Nota.* En la gráfica se observa una variación tanto en el caudal como en los niveles de oxígeno disuelto. *Tomado de CORPONOR, 2019*

En los puntos de menor concentración de oxígeno disuelto (OD) hay situaciones antrópicas que influyen en los resultados, debido a la contaminación y el cambio de temperatura. En el ID 14 es el punto de menor concentración de OD debido a las actividades antrópicas que se desarrollan en la zona como pesca, cultivos de arroz captaciones de agua para riego de cultivos, además de las actividades recreativas, vertimientos domésticos etc

***Coliformes Totales vs Coliformes Fecales***

El río Zulia, por su ubicación dentro del departamento Norte de Santander, es de gran importancia para sus municipios, puesto que se ha convertido en fuentes abastecedoras de agua potable, recreacionales, usos agrícolas, ganadería y pecuarios en general. Sin embargo, el río Zulia en algunos sectores es utilizado como punto de descargas de desechos sólidos, vertimientos de aguas domésticas y agroindustriales, provocando su degradación y contaminación. Así mismo, propician el desequilibrio de los ecosistemas y del medio ambiente,

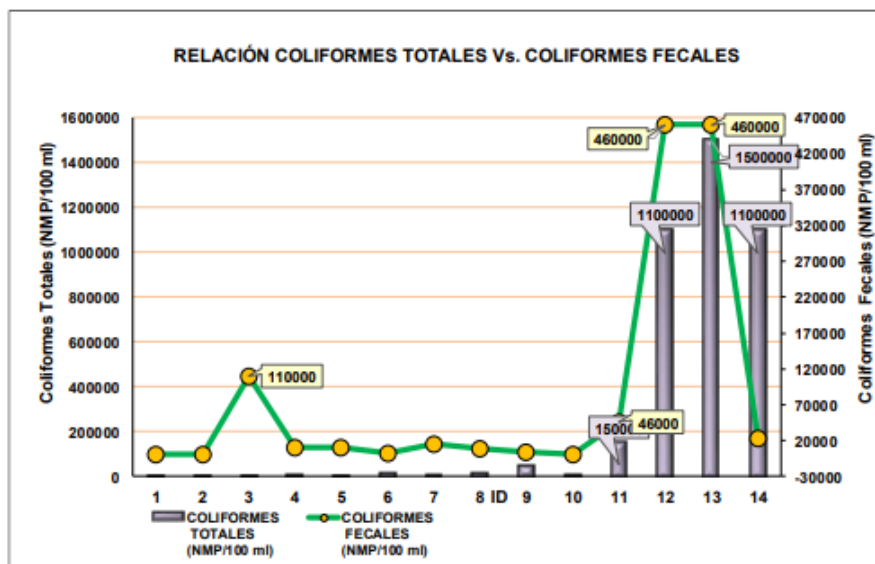
## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

además de las implicaciones que esto puede tener en la salud de los asentamientos humanos colindantes a lo largo de toda la cuenca.

Por lo anterior, en la gráfica 11 se logra analizar que en los picos altos de concentración o presencia de coliformes totales y fecales se encuentran del ID 11 al ID 14 en donde se presume que las causas antrópicas son las que influyen directamente en los resultados de los parámetros analizados, además el tiempo seco con lluvias aisladas en algunos ID en los meses de julio a septiembre aumenta la concentración de coliformes en el agua superficial.

### Gráfica 13.

*Relación Coliformes Totales vs Coliformes Fecales*



*Nota.* Relación Coliformes Totales vs Coliformes Fecales. Tomado de CORPONOR, 2019

### **Coliformes fecales**

En el análisis de los 14 ID, se puede concluir como se observa en la gráfica que los picos más altos se presentaron en los ID11 al ID14 con resultados entre 46000 NMP/100ml y 460000 NMP/100ml respectivamente; se presume que la afectación en el aumento de los

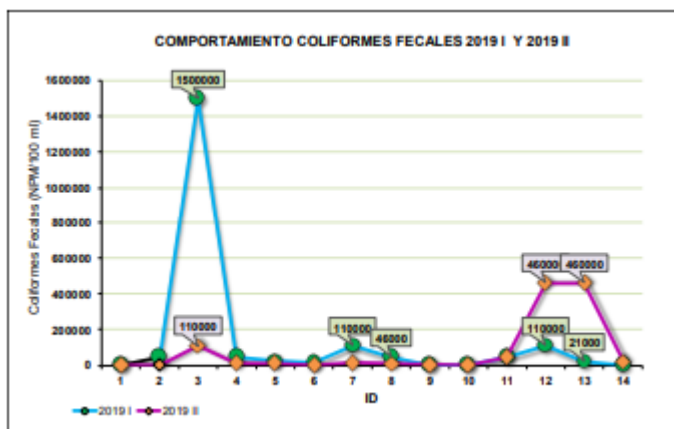
## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

resultados está en las condiciones climáticas entre los meses julio a septiembre de 2019 en el cual hubo tiempo seco con presencia de lluvias aisladas, lo que acelera la concentración de los coliformes fecales, en los puntos en donde se encuentran los picos más altos se observan actividades antrópicas como agricultura, ganadería, zonas de recreación, descarga de vertimientos etc.

El vertimiento de aguas residuales domésticas a lo largo de la cuenca del río Zulia y las actividades industriales aumentan la contaminación de la cuenca en la parte baja (Puerto Santander). Las concentraciones de coliformes fecales son reflejo de la carga de los efluentes de los que también recibe sus vertimientos municipales a lo largo de su recorrido por lo que es difícil que se den procesos de autodepuración

### Gráfica 14.

#### Comportamiento coliformes fecales



Nota. Relación Coliformes Fecales para los 14 ID. Tomado de CORPONOR, 2019

### Turbiedad

El parámetro Turbiedad es originado por las partículas en suspensión o coloides como arcillas, limo o tierra finamente dividida que pueden ser orgánicos e inorgánicos, además

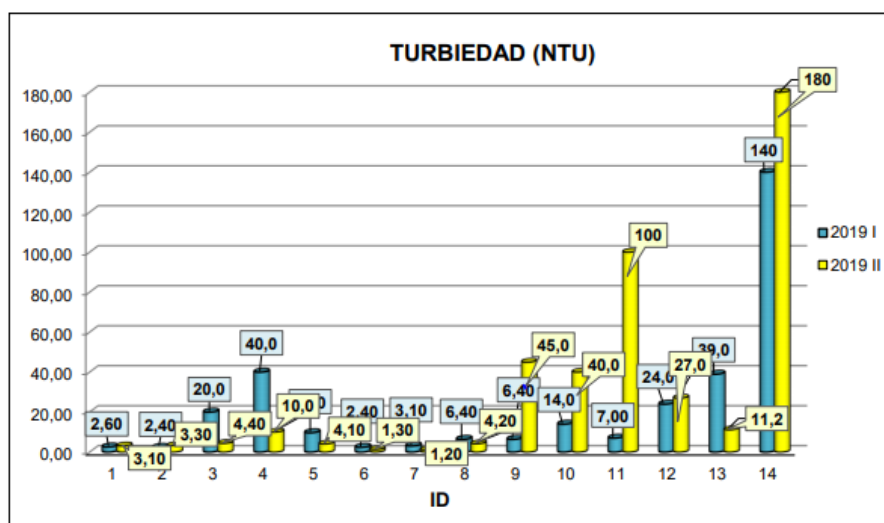
## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

reducen la transparencia del agua en menor o mayor grado incidiendo en el color y así mismo limitando el paso de luz a través de ella lo cual afecta su calidad y el normal desarrollo de la vida acuática.

De acuerdo a resultados y a la gráfica que se presenta a continuación, los valores mayores los arrojó el ID 14 con valores de 180 NTU, siendo este el más significativo, lo anterior, se deduce a que en este punto de control confluyen el río Zulia junto al río Pamplonita, presentando pésimas condiciones, ya que este sitio es una zona de frontera crítica donde el paso de mercancía de contrabando, transeúntes y derivados de hidrocarburos, son una constante.

### Gráfica 15.

#### *Turbiedad*

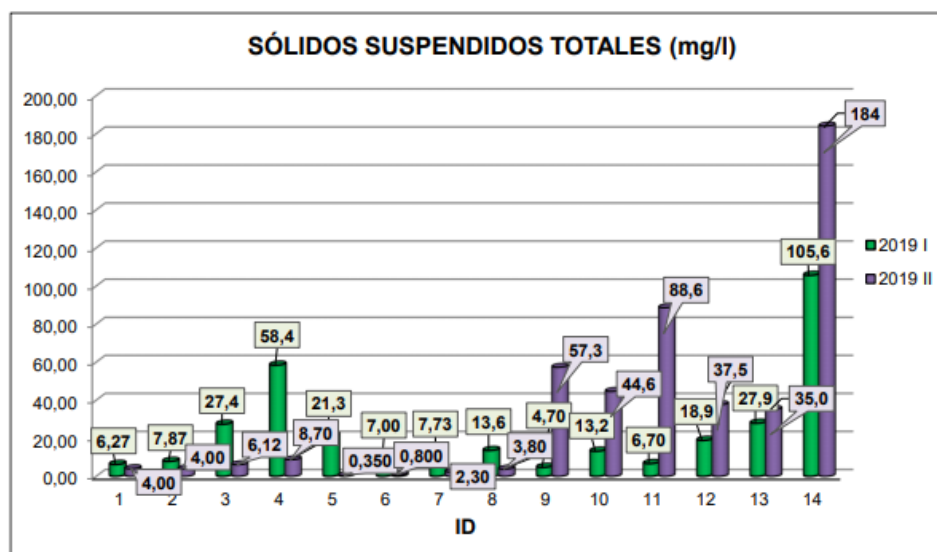


*Nota.* Resultados de Turbiedad en NTU para los 14 ID, semestre I y semestrell. *Tomado de CORPONOR, 2019*

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

**Sólidos Suspendidos Totales**

La variable Sólidos Suspendidos Totales es la cantidad de sólidos que el agua conserva en suspensión después de 10 minutos de asentamiento, esta variable guarda estrecha relación con la Turbiedad, viéndose reflejada en los resultados obtenidos, para el ID 14 con resultados de 184 mg/L , correlacionándose con la Turbidez en dichos puntos

**Gráfica 16.***Sólidos Suspendidos Totales*

*Nota.* Resultados de SST para los 14 ID, semestre I y semestrell. *Tomado de CORPONOR, 2019*

**Turbidez Vs SST**

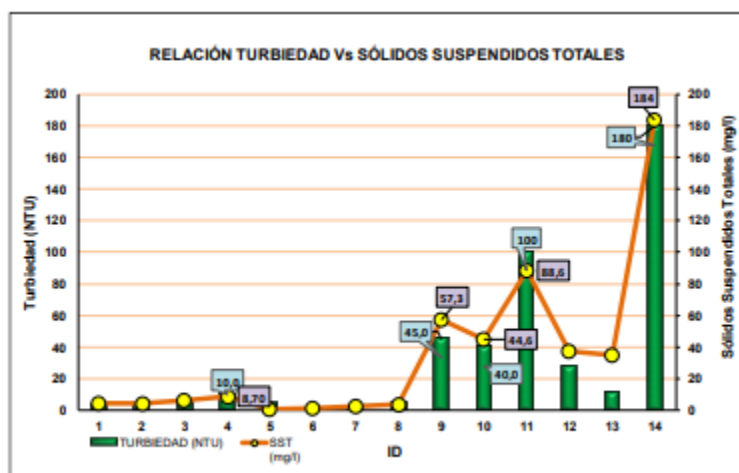
Se observa en cada uno de los 14 ID que el comportamiento de la Turbidez presentó valores por debajo de los límites de detección, sin embargo, el ID 14 es uno de los puntos que arrojaron picos más altos, este punto ha presentado un aumento en los resultados debido a los

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

comportamientos del clima, a la descarga de residuos de las alcantarillas de los centros poblados, se observa un comportamiento directamente proporcional entre la turbiedad y los sólidos suspendidos.

### Gráfica 17.

#### Turbidez Vs SST



Nota. Relación Turbidez vs SST. Tomado de CORPONOR, 2019

Es importante aclarar que la cuenca junto con sus efluentes se encuentra altamente afectada por las actividades económicas y recreativas que se desarrollan a lo largo de los 14 ID, reduciendo la concentración de oxígeno que también favorece que se adhieran con mayor facilidad compuestos tóxicos, residuos sólidos, descarga de vertimientos y agroquímicos. La variable Sólidos Suspendidos Totales es la cantidad de sólidos que el agua conserva en suspensión después de 10 minutos de asentamiento, esta variable guarda estrecha relación con la Turbiedad, viéndose reflejada en los resultados obtenidos, puesto que los valores tanto bajos como altos se encontraron en los mismos puntos muestreados ID 1 al ID8 con 4,00 y 3,80 mg/L, el ID 4 Truchas del Cerro con un leve aumento de 8,70mg/L, y del ID 9 al ID 14

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

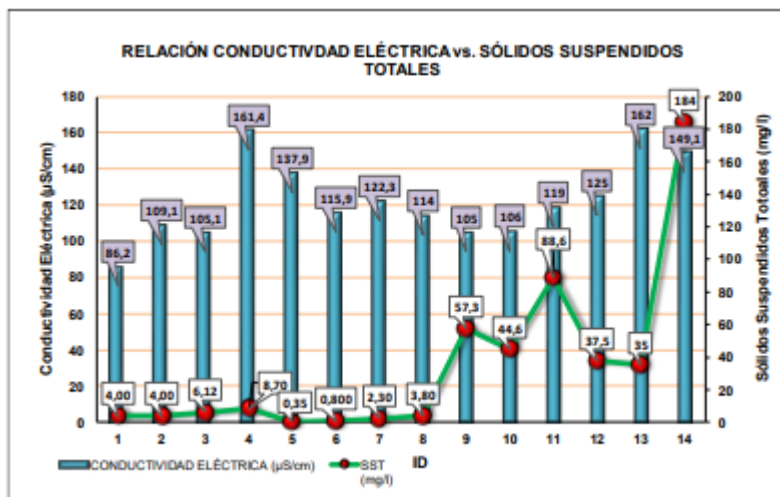
(Puerto León) con resultados de **57,3 - 88,6 y 184 mg/L** respectivamente, correlacionándose con la Turbidez en dichos puntos.

Por otra parte, los resultados en el ID 14 se deben a la presencia de sólidos y partículas coloidales por arrastre de todo el recorrido de la cuenca y el poco movimiento del agua al disminuir su pendiente, sumado a ello, el aporte de ligeras lluvias en el momento del muestreo de estos últimos puntos el cual genera una mezcla de sedimentos y por lo tanto aumento en los resultados para esta segunda caracterización del río Zulia.

### **Conductividad Vs SST**

#### **Gráfica 18.**

#### *Conductividad Vs SST*



*Nota. Relación Conductividad vs SST. Tomado de CORPONOR, 2019*

Como se puede observar en la gráfica 15, el valor más alto de la Conductividad Eléctrica para el río Zulia lo representó el ID14, en este caso los Sólidos Suspendedos Totales no tienen un valor notable dado que gracias a su caudal de 61.250 L/s se presume que las

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

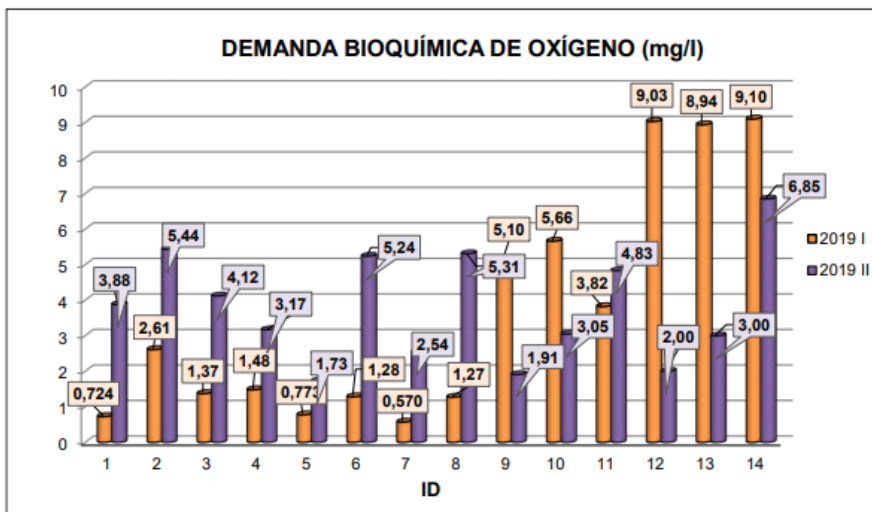
condiciones de los cuerpos de agua influyeron para que las partículas sólidas se diluyeran con mayor equilibrio.

A su vez, se observa que el parámetro Conductividad Eléctrica osciló entre 86,2 y 149,1  $\mu\text{S/cm}$ , evidenciándose un aumento significativo en los ID4 – ID5 – ID7 -**ID 14**, comparando este análisis, dos de estos puntos tienen una calificación **ICA – Regular** como son el ID5 y el **ID14**.

### ***Demanda Bioquímica de Oxígeno***

#### ***Gráfica 19.***

#### ***Demanda Bioquímica de Oxígeno***



*Nota.* Resultados DBO, semestre I y semestre II para los 14 ID. *Tomado de CORPONOR, 2019*

La Demanda Bioquímica de Oxígeno – DBO, corresponde a la cantidad de Oxígeno necesario para descomponer la materia orgánica por acción bioquímica aerobia. El incremento de materia orgánica agota el Oxígeno en el cuerpo hídrico siendo más contaminada y disminuyendo la calidad de ésta. De acuerdo a la gráfica anterior, los resultados reflejan valores bajos y estables demostrando que no existe alteración alguna durante todo trayecto del



## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

río Zulia, el valor mayor lo arrojó el ID 14 con 6,86 mg/L, sin embargo, no afecta el normal desarrollo de la cuenca.

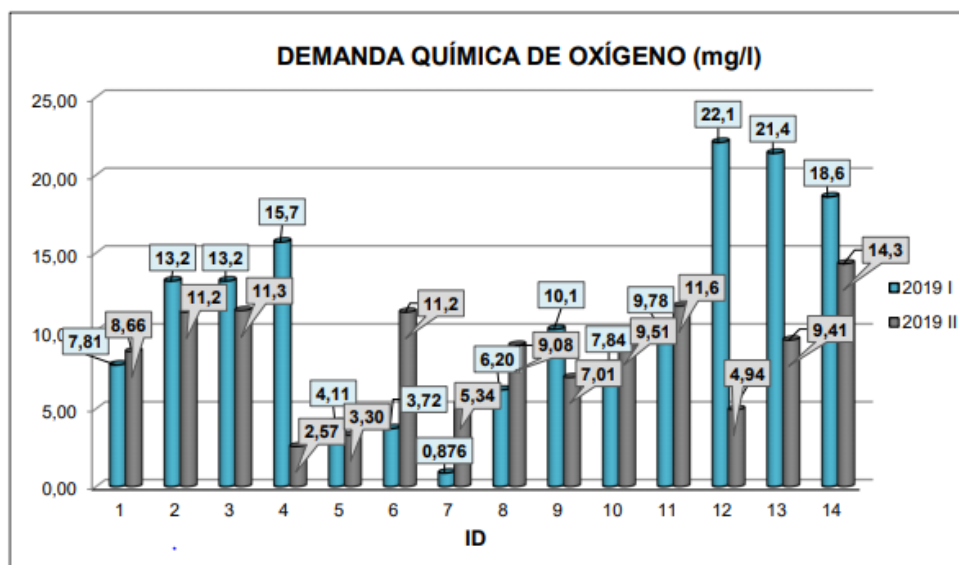
### ***Demanda Química de Oxígeno***

La Demanda Química de Oxígeno – DQO, equivale a la cantidad de Oxígeno consumido por los cuerpos reductores presentes en el agua sin la intervención de los organismos vivos. La DQO guarda una estrecha correlación con la DBO puesto que ésta última determina la descomposición de la materia orgánica por vías biológicas.

La gráfica anterior de resultados de DQO, arroja un valor de 14,3mg/L para el Id 14. El cual se debe a la presencia de sustancias químicas inorgánicas en la corriente hídrica que obedecen principalmente a los productos utilizados en cultivos existentes como los agroquímicos, alrededor del cuerpo de agua, con grandes extensiones de cultivos de arroz en el Distrito de Riego de El Zulia.

### **Gráfica 20.**

#### *Demanda Química de Oxígeno*

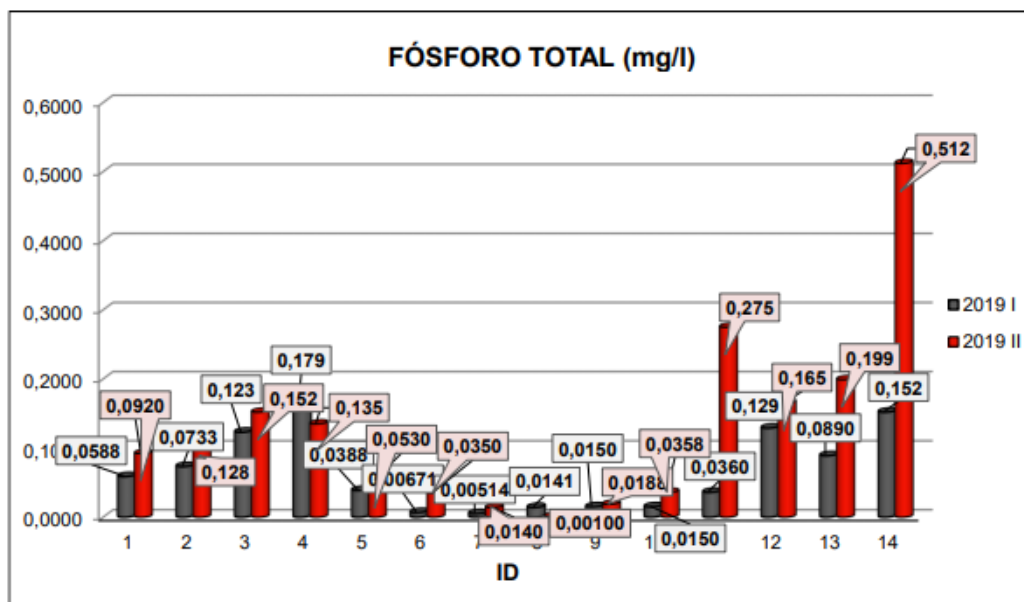


## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

*Nota.* Resultados DQO, semestre I y semestre II para los 14 ID. *Tomado de CORPONOR, 2019*

**Fósforo Total**

En la variable Fósforo Total el valor más alto se encontró en el ID 14 con 0,514 mg/L, lo anterior, como consecuencia de las actividades agrícolas como cultivos de arroz en el área de influencia, ya que los agroquímicos utilizados llegan al agua por escorrentía y por otros medios influyendo en las características fisicoquímicas del agua.

**Gráfica 21.***Fósforo Total*

*Nota.* Resultados Fósforo Tota, semestre I y semestre II para los 14 ID. *Tomado de CORPONOR, 2019*

**Macroinvertebrados**

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

En cuanto a la evaluación de los ecosistemas lóticos, se realizó aplicando la matriz de sensibilidad ambiental de los macroinvertebrados, la cual permite determinar con el concepto de aceptación o no de contaminantes y su respectiva calificación la calidad biológica del agua. Además, se debe tener en cuenta la ley de tolerancia de Shelford manejando los conceptos de; eurihídrica (amplio rango de tolerancia) y estenohídrica (estrecho rango de tolerancia). No sólo la escasez de algo puede constituir un factor limitativo, sino también el exceso de algo (luz, agua, alimento, entre otros). Dentro de los resultados, se pudo evidenciar en las comunidades hidrobiológicas afectaciones morfológicas representadas en quemaduras, cambios en el tracto digestivo, cambio de pigmentación, etc.

En la caracterización se encontraron Valores medios en el análisis de macroinvertebrados, permitiendo identificar alguna evidencia de contaminación del recurso dentro de la cuenca. El análisis de manera general, destaca el aumento de ciertos parámetros como sólidos, hierro, pH y sulfatos en las zonas mineras como consecuencia de su actividad y el aumento de la carga orgánica contaminante en las zonas de vertimientos domésticos, identificándose Cúcuta como el mayor responsable. Aunque se supone que la calidad de las fuentes hídricas superficiales es aun buena, no se puede desconocer que existen daños a la salud humana sobre todo en la incidencia de enfermedades diarreicas agudas (EDA) junto a un paulatino deterioro de la calidad del recurso hídrico unido a una pérdida de la riqueza hidrobiológica, disminuyendo también en algunos casos la oferta de dicho recurso, generando conflictos por usos del mismo lo que influye de manera directa en actividades económicas como lo son la pesca, el potencial turístico de la región, mayores costos en tratamientos para agua potable en los municipios que están aguas abajo, teniéndose que hacer una inmediata y mayor inversión en la recuperación de las condiciones naturales de las fuentes superficiales.

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

**Proyección de cargas contaminantes**

Con el fin de establecer las metas de calidad para el cumplimiento de los objetivos definidos por CORPONOR para las fuentes hídricas receptoras, se calcularon las siguientes tablas de proyección de cargas contaminantes.

**Tabla 16.**

*Métodos de cálculo según el nivel de complejidad del sistema*

Método por emplear	Nivel de Complejidad del Sistema			
	Bajo	Medio	Medio alto	Alto
Aritmético, geométrico y exponencial	X	X		
Aritmético, geométrico, exponencial, otros			X	X
Por componentes (demográfico)			X	X
Detallar por zonas y detallar densidades			X	X
Método gráfico	X	X		

*Nota.* Método de cálculo permitidos según el nivel de complejidad del sistema para la proyección de la población. *Tomado de RAS, 2000. Tabla B.2.1.*

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

**Método aritmético****Tabla 17.***Proyección de la población Método aritmético*

Año	Proy. Pobl.
2021	17090
2022	17656,5
2023	18223
2024	18789,5
2025	19356
2026	19922,5
2027	20489
2028	21055,5
2029	21622
2030	22188,5
2031	22755

*Nota.* Proyección de la población a 2031 de Puerto Santander por el método aritmético.

**Método Geométrico****Tabla 18.***Proyección de la población Método Geométrico*

AÑO PROY.	Pf
2021	14133,6796
2022	14642,4921
2023	15169,6218
2024	15715,7282
2025	16281,4944
2026	16867,6282
2027	17474,8628
2028	18103,9578
2029	18755,7003
2030	19430,9055
2031	20130,4181

*Nota.* Proyección de la población a 2031 de Puerto Santander por el método geométrico.

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

**Método Exponencial****Tabla 19.***Proyección de la población Método*

AÑO PROY.	Pf
2021	17555,843
2022	19305,438
2023	21229,396
2024	23345,093
2025	25671,639
2026	28230,045
2027	31043,419
2028	34137,170
2029	37539,242
2030	41280,359
2031	45394,313

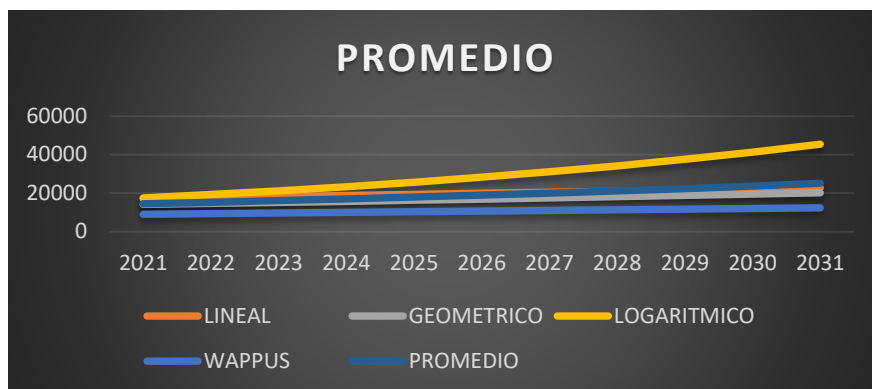
*Nota.* Proyección de la población a 2031 de Puerto Santander por el método exponencial.

**Método Wappus****Tabla 20.***Proyección de la población Método Wappus*

AÑO	POB PROY
2021	9072,728978
2022	9396,755013
2023	9720,781048
2024	10044,80708
2025	10368,83312
2026	10692,85915
2027	11016,88519
2028	11340,91122
2029	11664,93726
2030	11988,96329
2031	12312,98933

*Nota.* Proyección de la población a 2031 de Puerto Santander por el método Wappus.

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

**Promedio****Gráfica 22.***Promedio de las proyecciones*

*Nota.* Promedio Proyección de la población a 2031 por el método aritmético, geométrico, exponencial Wappus

**Tabla 21.***Promedio de las proyecciones*

AÑO	PROMEDIO
2021	14462
2022	15249
2023	16085
2024	16973
2025	17919
2026	18927
2027	20005
2028	21158
2029	22395
2030	23721
2031	25147

*Nota.* Promedio Proyección de la población a 2031 por el método aritmético, geométrico, exponencial Wappus

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

**Tabla 22.***Nivel de complejidad de acuerdo a la Población*

	<b>Población</b>	<b>Capacidad Económica</b>
<b>Bajo</b>	Menor a 2500	Baja
<b>Medio</b>	2501 a 12500	Media
<b>Medio Alto</b>	12501 a 60000	Media
<b>Alto</b>	60001 en adelante	Alta

*Nota.* Nivel de complejidad de acuerdo a la población. *Tomado de RAS, 2000.*

La dotación por habitante se determina de acuerdo al nivel de complejidad como se indica en la siguiente tabla.

**Tabla 23.***Dotación por habitante*

Nivel de complejidad del sistema	Dotación neta (L/hab • día ) climas templado y frío	Dotación neta (L/hab • día ) clima cálido
Bajo	90	100
Medio	115	125
Medio alto	125	135
Alto	140	150

*Nota.* Dotación por habitante según el nivel de complejidad del sistema para la proyección de la población. *Tomado de RAS, 2000. Tabla B.2.3.*



## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

El caudal depende de la población existente dentro del perímetro sanitario de la zona urbana y la dotación de consumo de agua per cápita (litros por habitante en un día), afectado por un factor de retorno (porcentaje de agua consumida que regresa al alcantarillado, generalmente entre 70 % y 80%.

### **Proyecciones Carga Contaminante 2021**

El caudal de consumo medio diario, Q<sub>md</sub> es:

$$Q_{md} = P(\text{Habitantes}_{2021}) * D(\text{Dotación}, \frac{Lt}{hab} / dia$$

$$Q_{md} = 14.462hab * 135 \frac{Lt}{hab} / dia$$

$$Q_{md} = 1.952.370 \frac{Lt}{día}$$

El caudal de agua residual doméstica, Q<sub>AR</sub> es:

$$Q_{AR} = Q_{md} * 0,8$$

$$Q_{AR} = 1.952.370 \frac{Lt}{día} * 0,8$$

$$Q_{AR} = 11 \frac{Lt}{día}$$

Algunos parámetros característicos de las aguas residuales domésticas son la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y los Sólidos Suspendidos Totales (SST); los cuales pueden determinarse de manera presuntiva mediante el uso de cargas unitarias (Cu). Se estima que una persona genera una contaminación diaria aproximada de 0.040 kg DBO y 0.050 kg SST.

La carga contaminante para una sustancia se determina entonces así:

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = C_u \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * Población_{2021}$$

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = 0,040 \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * 14462 hab$$

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = 578,48 \left( \frac{kg}{día} \right)$$

Para SST

$$CC_{SST} \left( \frac{kg}{día} \right) = C_u \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * Población_{2021}$$

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = 0,050 \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * 14462 hab$$

$$CC_{SST} \left( \frac{kg}{día} \right) = 723,1 \left( \frac{kg}{día} \right)$$

### **Proyecciones Carga Contaminante 2022**

El caudal de consumo medio diario, Q<sub>md</sub> es:

$$Q_{md} = P(Habitantes_{2022}) * D(Dotación, \frac{Lt}{hab} / dia)$$

$$Q_{md} = 15.249 hab * 135 \frac{Lt}{hab} / dia$$

$$Q_{md} = 2.058.615 \frac{Lt}{día}$$

El caudal de agua residual doméstica, Q<sub>ar</sub> es:

$$Q_{AR} = Q_{md} * 0,8$$

$$Q_{AR} = 2.058.615 \frac{Lt}{día} * 0,8$$

$$Q_{AR} = 1.646.892 \frac{Lt}{día}$$

La carga contaminante de DBO es:

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = C_u \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * Población_{2022}$$

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = 0,040 \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * 15.249 hab$$

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = 609,96 \left( \frac{kg}{día} \right)$$

Para SST

$$CC_{SST} \left( \frac{kg}{día} \right) = C_u \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * Población_{2022}$$

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = 0,050 \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * 15.249 hab$$

$$CC_{SST} \left( \frac{kg}{día} \right) = 762,45 \left( \frac{kg}{día} \right)$$

### **Proyecciones Carga Contaminante 2023**

El caudal de consumo medio diario, Qmd es:

$$Q_{md} = P(Habitantes_{2023}) * D(Dotación, \frac{Lt}{hab} / dia)$$

$$Q_{md} = 16.085 hab * 135 \frac{Lt}{hab} / dia$$

$$Q_{md} = 2.171.475 \frac{Lt}{día}$$

El caudal de agua residual doméstica, Qar es:

$$Q_{AR} = Q_{md} * 0,8$$

$$Q_{AR} = 2.171.475 \frac{Lt}{día} * 0,8$$

$$Q_{AR} = 1.737.180 \frac{Lt}{día}$$

La carga contaminante para una sustancia se determina entonces así:

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = C_u \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * Población_{2023}$$

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = 0,040 \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * 16.085 hab$$

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = 643,4 \left( \frac{kg}{día} \right)$$

Para SST

$$CC_{SST} \left( \frac{kg}{día} \right) = C_u \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * Población_{2023}$$

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = 0,050 \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * 16.085 hab$$

$$CC_{SST} \left( \frac{kg}{día} \right) = 804,25 \left( \frac{kg}{día} \right)$$

### Proyecciones Carga Contaminante 2024

El caudal de consumo medio diario, Q<sub>md</sub> es:

$$Q_{md} = P(Habitantes_{2024}) * D(Dotación, \frac{Lt}{hab} / dia)$$

$$Q_{md} = 16.973hab * 135 \frac{Lt}{hab} / dia$$

$$Q_{md} = 2.291.355 \frac{Lt}{día}$$

El caudal de agua residual doméstica, Q<sub>ar</sub> es:

$$Q_{AR} = Q_{md} * 0,8$$

$$Q_{AR} = 2.291.355 \frac{Lt}{día} * 0,8$$

$$Q_{AR} = 1.833.084 \frac{Lt}{día}$$

La carga contaminante para una sustancia se determina entonces así:

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = C_u \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * Población_{2024}$$

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = 0,040 \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * 16.973 hab$$

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = 678.92 \left( \frac{kg}{día} \right)$$

Para SST

$$CC_{SST} \left( \frac{kg}{día} \right) = C_u \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * Población_{2024}$$

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = 0,050 \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * 16.973 hab$$

$$CC_{SST} \left( \frac{kg}{día} \right) = 848.65 \left( \frac{kg}{día} \right)$$

### Proyecciones Carga Contaminante 2025

El caudal de consumo medio diario, Q<sub>md</sub> es:

$$Q_{md} = P(Habitantes_{2025}) * D(Dotación, \frac{Lt}{hab} / dia)$$

$$Q_{md} = 17.919 hab * 135 \frac{Lt}{hab} / dia$$

$$Q_{md} = 2.419.065 \frac{Lt}{día}$$

El caudal de agua residual doméstica, Q<sub>ar</sub> es:

$$Q_{AR} = Q_{md} * 0,8$$

$$Q_{AR} = 2.419.065 \frac{Lt}{día} * 0,8$$

$$Q_{AR} = 1.935.252 \frac{Lt}{día}$$

La carga contaminante para una sustancia se determina entonces así:

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = C_u \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * Población_{2025}$$

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = 0,040 \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * 17.919hab$$

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = 716.76 \left( \frac{kg}{día} \right)$$

Para SST

$$CC_{SST} \left( \frac{kg}{día} \right) = C_u \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * Población_{2025}$$

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = 0,050 \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * 17.919hab$$

$$CC_{SST} \left( \frac{kg}{día} \right) = 895,95 \left( \frac{kg}{día} \right)$$

### **Proyecciones Carga Contaminante 2026**

El caudal de consumo medio diario, Q<sub>md</sub> es:

$$Q_{md} = P(Habitantes_{2026}) * D(Dotación, \frac{Lt}{hab} / dia)$$

$$Q_{md} = 18.927hab * 135 \frac{Lt}{hab} / dia$$

$$Q_{md} = 2.555.145 \frac{Lt}{día}$$

El caudal de agua residual doméstica, Q<sub>ar</sub> es:

$$Q_{AR} = Q_{md} * 0,8$$

$$Q_{AR} = 2.555.145 \frac{Lt}{día} * 0,8$$

$$Q_{AR} = 2.044.116 \frac{Lt}{día}$$

La carga contaminante para una sustancia se determina entonces así:

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = C_u \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * Población_{2026}$$

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = 0,040 \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * 18.927hab$$

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = 757,08 \left( \frac{kg}{día} \right)$$

Para SST

$$CC_{SST} \left( \frac{kg}{día} \right) = C_u \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * Población_{2026}$$

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = 0,050 \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * 18.927hab$$

$$CC_{SST} \left( \frac{kg}{día} \right) = 946,35 \left( \frac{kg}{día} \right)$$

### **Proyecciones Carga Contaminante 2027**

El caudal de consumo medio diario, Q<sub>md</sub> es:

$$Q_{md} = P(Habitantes_{2027}) * D(Dotación, \frac{Lt}{hab} / dia)$$

$$Q_{md} = 20.005hab * 135 \frac{Lt}{hab} / dia$$

$$Q_{md} = 2.700.675 \frac{Lt}{día}$$

El caudal de agua residual doméstica, Q<sub>ar</sub> es:

$$Q_{AR} = Q_{md} * 0,8$$

$$Q_{AR} = 2.700.675 \frac{Lt}{día} * 0,8$$

$$Q_{AR} = 2.160.540 \frac{Lt}{día}$$

La carga contaminante para una sustancia se determina entonces así:

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = C_u \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * Población_{2027}$$

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = 0,040 \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * 20.005hab$$

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = 800,2 \left( \frac{kg}{día} \right)$$

Para SST

$$CC_{SST} \left( \frac{kg}{día} \right) = C_u \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * Población_{2027}$$

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = 0,050 \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * 20.005hab$$

$$CC_{SST} \left( \frac{kg}{día} \right) = 1000,25 \left( \frac{kg}{día} \right)$$

### **Proyecciones Carga Contaminante 2028**

El caudal de consumo medio diario, Q<sub>md</sub> es:

$$Q_{md} = P(Habitantes_{2028}) * D(Dotación, \frac{Lt}{hab} / dia)$$

$$Q_{md} = 21.158hab * 135 \frac{Lt}{hab} / dia$$

$$Q_{md} = 2.856.330 \frac{Lt}{día}$$

El caudal de agua residual doméstica, Q<sub>ar</sub> es:

$$Q_{AR} = Q_{md} * 0,8$$

$$Q_{AR} = 2.856.330 \frac{Lt}{día} * 0,8$$

$$Q_{AR} = 2.285.064 \frac{Lt}{día}$$

La carga contaminante para una sustancia se determina entonces así:

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = C_u \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * Población_{2028}$$



## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = 0,040 \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * 21.158hab$$

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = 846,32 \left( \frac{kg}{día} \right)$$

Para SST

$$CC_{SST} \left( \frac{kg}{día} \right) = C_u \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * Población_{2028}$$

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = 0,050 \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * 21.158hab$$

$$CC_{SST} \left( \frac{kg}{día} \right) = 1057,9 \left( \frac{kg}{día} \right)$$

### Proyecciones Carga Contaminante 2029

El caudal de consumo medio diario, Q<sub>md</sub> es:

$$Q_{md} = P(Habitantes_{2029}) * D(Dotación, \frac{Lt}{hab} / dia)$$

$$Q_{md} = 22.395hab * 135 \frac{Lt}{hab} / dia$$

$$Q_{md} = 3.023.325 \frac{Lt}{día}$$

El caudal de agua residual doméstica, Q<sub>ar</sub> es:

$$Q_{AR} = Q_{md} * 0,8$$

$$Q_{AR} = 3.023.325 \frac{Lt}{día} * 0,8$$

$$Q_{AR} = 2.418.660 \frac{Lt}{día}$$

La carga contaminante para una sustancia se determina entonces así:

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = C_u \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * Población_{2029}$$

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = 0,040 \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * 22.395hab$$

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = 895,8 \left( \frac{kg}{día} \right)$$

Para SST

$$CC_{SST} \left( \frac{kg}{día} \right) = C_u \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * Población_{2029}$$

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = 0,050 \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * 22.395hab$$

$$CC_{SST} \left( \frac{kg}{día} \right) = 1119,75 \left( \frac{kg}{día} \right)$$

### **Proyecciones Carga Contaminante 2030**

El caudal de consumo medio diario, Q<sub>md</sub> es:

$$Q_{md} = P(Habitantes_{2030}) * D(Dotación, \frac{Lt}{hab} / dia)$$

$$Q_{md} = 23.721hab * 135 \frac{Lt}{hab} / dia$$

$$Q_{md} = 3.202.335 \frac{Lt}{día}$$

El caudal de agua residual doméstica, Q<sub>ar</sub> es:

$$Q_{AR} = Q_{md} * 0,8$$

$$Q_{AR} = 3.202.335 \frac{Lt}{día} * 0,8$$

$$Q_{AR} = 2.561.868 \frac{Lt}{día}$$

La carga contaminante para una sustancia se determina entonces así:

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = C_u \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * Población_{2030}$$

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = 0,040 \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * 23.721hab$$

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = 948,84 \left( \frac{kg}{día} \right)$$

Para SST

$$CC_{SST} \left( \frac{kg}{día} \right) = C_u \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * Población_{2030}$$

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = 0,050 \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * 23.721hab$$

$$CC_{SST} \left( \frac{kg}{día} \right) = 1186,05 \left( \frac{kg}{día} \right)$$

### **Proyecciones Carga Contaminante 2031**

El caudal de consumo medio diario, Q<sub>md</sub> es:

$$Q_{md} = P(Habitantes_{2031}) * D(Dotación, \frac{Lt}{hab} / dia)$$

$$Q_{md} = 25.147hab * 135 \frac{Lt}{hab} / dia$$

$$Q_{md} = 3.394.845 \frac{Lt}{día}$$

El caudal de agua residual doméstica, Q<sub>ar</sub> es:

$$Q_{AR} = Q_{md} * 0,8$$

$$Q_{AR} = 3.394.845 \frac{Lt}{día} * 0,8$$

$$Q_{AR} = 2.715.876 \frac{Lt}{día}$$

La carga contaminante para una sustancia se determina entonces así:

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = C_u \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * Población_{2031}$$

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = 0,040 \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * 25.147hab$$

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = 1005,88 \left( \frac{kg}{día} \right)$$

Para SST

$$CC_{SST} \left( \frac{kg}{día} \right) = C_u \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * Población_{2031}$$

$$CC_{DBO} \left( \frac{kg}{día} \right) = 0,050 \left( \frac{kg}{hab - día} \right) * 25.147hab$$

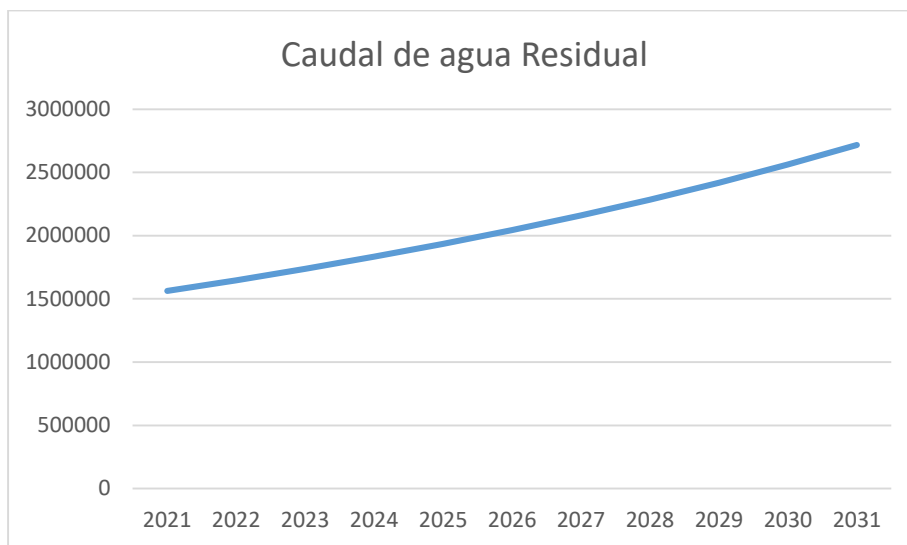
$$CC_{SST} \left( \frac{kg}{día} \right) = 1257,35 \left( \frac{kg}{día} \right)$$

**Tabla 24.** Resumen de las proyecciones de carga Contaminante

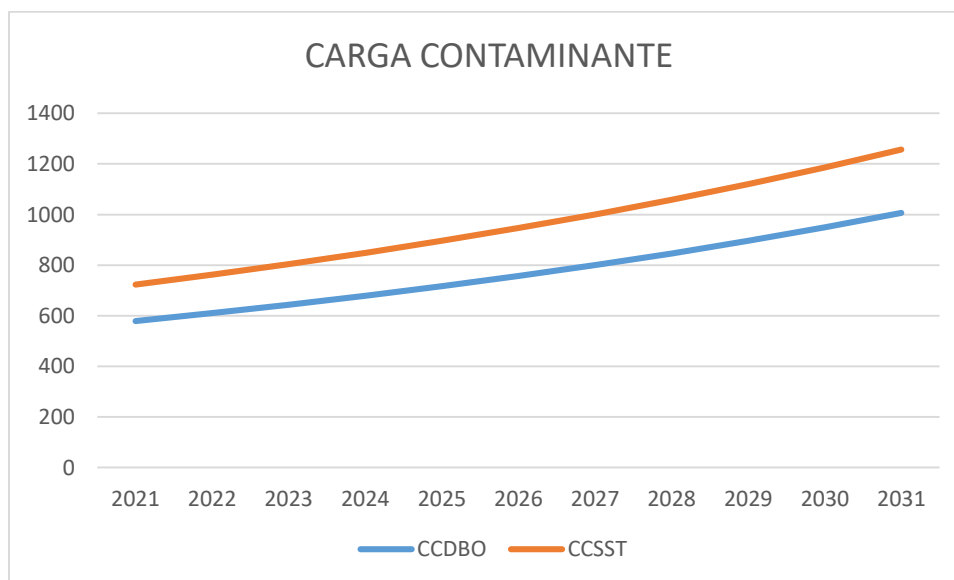
AÑO	POB PROM	QAR	CCDBO	CCSST
2021	14462	1561896	578,48	723,1
2022	15249	1646892	609,96	762,45
2023	16085	1737180	643,4	804,25
2024	16973	1833084	678,92	848,65
2025	17919	1935252	716,76	895,95
2026	18927	2044116	757,08	946,35
2027	20005	2160540	800,2	1000,25
2028	21158	2285064	846,32	1057,9
2029	22395	2418660	895,8	1119,75
2030	23721	2561868	948,84	1186,05
2031	25147	2715876	1005,88	1257,35

Nota. Proyección de la carga contaminante anual hasta 2031 de Puerto Santander

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

**Gráfica 23.** Caudal de agua Residual

*Nota.* Proyección del caudal residual a 2031 de Puerto Santander.

**Gráfica 24.** Proyecciones carga Contaminante DBO y SST

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

*Nota.* Proyección de la carga contaminante de DBO y SST anual hasta 2031 de Puerto Santander

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

### **Resultados Objetivo 4:** Programas, proyectos y actividades

La estructuración de los programas y proyectos descritos en el PSMV, se concibe como una propuesta que direcciona los esfuerzos técnicos, económicos y humanos de las próximas administraciones en torno al cumplimiento de los objetivos de calidad; considerándola como una herramienta flexible que se adapte a los posibles cambios generados en el tiempo

APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

***PROGRAMA 1. MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL SERVICIO A TRAVES DEL  
FORTALECIMIENTO DE LA UNIDAD DE SERVICIOS PÚBLICOS***



## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

<b>PROGRAMA 1. MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL SERVICIO A TRAVÉS DEL FORTALECIMIENTO DE LA UNIDAD DE SERVICIOS PÚBLICOS</b>					
<b>OBJETIVO GENERAL</b>					
Mejorar la calidad del servicio de alcantarillado mediante el fortalecimiento institucional que conduzca a niveles eficientes de facturación, recaudo y atención de peticiones, quejas y reclamos.					
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>					
Mantenimiento preventivo de las Planta de 1 y 2 Mantenimiento periódico preventivo de la estación de Bombeo Lavado periódico de la planta de tratamiento para el sistema de acueducto del Municipio de Puerto Santander. Mantenimiento periódico de macro medidores para el acueducto Municipal.					
<b>Proyecto</b>	Mejoramiento de la Calidad del agua de consumo domiciliario en la zona urbana de Puerto Santander.				
<b>METAS</b>					
Tener conformada y en pleno funcionamiento la empresa de servicios públicos domiciliarios de acuerdo a los requerimientos legales.					
Instalación de micromedidores en las viviendas					
Contar con información actualizada y veraz en torno a la prestación de los servicios públicos, que permita articular esfuerzos con las diversas instituciones del municipio en torno al mejoramiento continuo de la calidad, a través de la implementación de un sistema de gestión de la información.					
<b>RESPONSABLES:</b>	Municipio de Puerto Santander				
<b>Fuentes de Financiación</b>		<b>Costos</b>			
Municipio de Puerto Santander Gobernación Norte de Santander Acción Social - FIP Fondo Nacional de Regalías ECOPETROL		\$656'718.748			
<b>Tiempo de Ejecución</b>		Corto plazo	Mediano plazo	Largo Plazo	Tiempo en años
					10 años

**PROGRAMA 2. REDUCCION DE VERTIMIENTOS PUNTUALES Y CONSTRUCCION DE PLANTAS DE TRATAMIENTO PARA EL MUNICIPIO PUERTO SANTANDER**

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

**PROGRAMA 3. OPTIMIZACIÓN DE LAS REDES EXISTENTES DEL ALCANTARILLADO DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER**

<b>PROGRAMA 2. REDUCCION DE VERTIMIENTOS PUNTUALES Y CONSTRUCCION DE PROGRAMA 3. OPTIMIZACIÓN DE LAS REDES EXISTENTES DEL ALCANTARILLADO DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER</b>					
<b>OBJETIVO GENERAL</b>					
Realizar la reposición de las redes de alcantarillado que cumplan su vida útil o que residuales domésticas que respondan a la necesidad de reducir la presión sobre los recursos hídricos.					
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconstruir el alcantarillado sanitario existente que se encuentra averiado</li> <li>• Construir los sistemas existentes en áreas residuales domésticas que respondan a</li> <li>• Construcción de cajas y pozos de inspección en los tramos faltantes, mediante la</li> <li>• Disponibilidad de tecnologías apropiadas desde el punto de vista técnico, operativo, ambiental, social y económico y la optimización de las tecnologías existentes</li> </ul>					
<b>Proyecto 1</b>	Reposición del alcantarillado sanitario en los barrios que no conducen a la Planta de Tratamiento				
<b>Proyecto 2</b>	Revisión y disminución de conexiones erradas en el sistema de alcantarillado municipal				
<b>Proyecto 3</b>	Construcción de cajas y pozos de inspección necesarios en la red				
<b>METAS</b>					
Aumentar las obras necesarias para incrementar la cobertura del alcantarillado sanitario, la construcción de algunos de sus tramos, la construcción de cajas y pozos de inspección necesarios en la red y la revisión y disminución de conexiones erradas en el sistema de alcantarillado municipal					
<b>RESPONSABLES:</b> Municipio de Puerto Santander					
<b>Fuentes de Financiación</b>		<b>Costos</b>			
Plan Departamental de Aguas Construcción de Plantas de Tratamiento Municipio de Puerto Santander					
<b>CORPONOR</b>		\$3.249.657.000			
<b>RESPONSABLES:</b> Municipio de Puerto Santander					
<b>Fuentes de Financiación</b>		<b>Costos</b>			
<b>Tiempo de Ejecución</b>		Corto plazo	Mediano plazo	Largo Plazo	Tiempo en años
					8 años
<b>Tiempo de Ejecución</b>		Corto plazo	Mediano plazo	Largo Plazo	Tiempo en años
					7 años

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

**PROGRAMA 4. MONITOREO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS**

<b>PROGRAMA 4. MONITOREO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER</b>				
<b>OBJETIVO GENERAL</b>				
Realizar evaluación y seguimiento a los vertimientos de aguas residuales domésticas y establecer metas de reducción en contaminación de las fuentes hídricas.				
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>				
Implementar un sistema de seguimiento y control a los vertimientos.				
<b>Proyecto 1</b>	Seguimiento y control a los vertimientos del Municipio a través de Caracterizaciones periódicas			
<b>METAS</b>				
Adelantar las obras necesarias para Incrementar la cobertura del alcantarillado sanitario, la reposición de algunos de sus tramos, la construcción de cajas y pozos de inspección necesarios en la red y la revisión y disminución de conexiones erradas en el sistema de alcantarillado municipal				
<b>RESPONSABLES:</b>	Municipio de Puerto Santander			
<b>Fuentes de Financiación</b>		<b>Costos</b>		
Municipio de Puerto Santander		\$160.000.000		
<b>Tiempo de Ejecución</b>	Corto plazo	Mediano plazo	Largo Plazo	Tiempo en años
				Periódico

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

**PROGRAMA 5. EDUCACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN AMBIENTAL EN TORNO AL RECURSO HÍDRICO**

<b>PROGRAMA 5. EDUCACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN AMBIENTAL EN TORNO AL RECURSO HÍDRICO</b>				
<b>OBJETIVO GENERAL</b>				
Estructurar un programa de educación ambiental, que permita desarrollar la sensibilidad ambiental, reducir la cantidad de aguas residuales, mediante las buenas prácticas en torno al ahorro y uso eficiente del recurso hídrico y la participación dentro de la integralidad del servicio de acueducto y alcantarillado				
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>				
Capacitar y educar formal e informalmente a los usuarios del acueducto y alcantarillado del municipio de Puerto Santander				
<b>Proyecto 1</b>	Implementación de un proceso de formación y sensibilización ambiental dirigido al Personal Docente y Personal administrativo del sector público, que se haga extensivo a la comunidad en general			
<b>METAS</b>				
Implementar un proceso de formación y sensibilización ambiental dirigido al Personal Docente y Personal administrativo del sector público, que se haga extensivo a la comunidad en general				
Cambio cultural por parte de la comunidad capacitada, evidenciado en el uso eficiente del recurso hídrico tanto en el manejo que se le da en las viviendas, instituciones y establecimientos comerciales, como en la protección a las Fuentes hídricas				
Comunidad sensibilizada y comprometida con el Manejo Integral del Recurso Hídrico				
<b>RESPONSABLES:</b>	Municipio de Puerto Santander			
<b>Fuentes de Financiación</b>		<b>Costos</b>		
Municipio de Puerto Santander CORPONOR		\$284.000.000		
<b>Tiempo de Ejecución</b>	Corto plazo	Mediano plazo	Largo Plazo	Tiempo en años
				Periódico

APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

**Seguimiento de actividades e indicadores proyectados**



APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

	Planta de 1 y 2	preventivos semestrales en las plantas	Públicos Domiciliarios de Puerto Santander													\$195.000.000		
	Mantenimiento periódico preventivo de la estación de Bombeo.	Número de mantenimientos preventivos semestrales en la estación de bombeo															\$105.900.000	
	Mantenimiento periódico de macro medidores para el acueducto Municipal	Número de mantenimientos preventivos semestrales en el macro medidor															\$80.925.000	
	Lavado periódico de la planta de tratamiento para el sistema de acueducto del Municipio de Puerto Santander.	Número de lavados preventivos semestrales en la planta de tratamiento															\$115.000.000	
<b>PROGRAMA 2. REDUCCION DE VERTIMIENTOS PUNTUALES Y CONSTRUCCION DE PLANTAS DE TRATAMIENTO PARA EL MUNICIPIO PUERTO SANTANDER</b>																		
<b>Proyecto 1. Construcción de un Emisario Final que unifique los vertimientos y los conduzca hacia la Planta de Tratamiento</b>																		
<b>Objetivo</b>	<b>Actividad</b>	<b>Indicador de acción</b>	<b>Responsable de</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>Recursos</b>	<b>Mes de Ejecución</b>			











APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

metas de reducción en contaminación de las fuentes hídricas.	seguimiento y control de las aguas residuales domésticas de Puerto Santander	Informes de caracterización periódicos	Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios de Puerto Santander												\$160.000.000	
<b>PROGRAMA 5. EDUCACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN AMBIENTAL EN TORNO AL RECURSO HÍDRICO</b>																
<b>Proyecto 1.</b> Implementación de un proceso de formación y sensibilización ambiental dirigido al Personal Docente y Personal administrativo del sector público, que se haga extensivo a la comunidad en general																
Objetivo	Actividad	Indicador de acción	Responsable de ejecución	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Recursos	Mes de Ejecución	

APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

<p>Estructurar un programa de educación ambiental, que permita desarrollar la sensibilización ambiental, reducir la cantidad de aguas residuales, mediante las buenas prácticas en torno al ahorro y uso eficiente del recurso hídrico y la participación dentro de la integralidad del servicio de acueducto y alcantarillado.</p>	<p>Talleres de capacitación sobre el adecuado manejo del recurso hídrico, dirigidos al Personal Docente y Personal administrativo del sector público</p>	<p>No. asistentes/No. personas convocadas * 100 = 85%</p>	<p>Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios de Puerto Santander</p>												<p>\$142.000.000</p>			
---	--	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----------------------	--	--	--

APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

	Talleres de capacitación sobre el adecuado manejo del recurso hídrico, dirigidos a la comunidad en general	No. asistentes/No. convocadas * 100 = 85%	Unidad de Servicios Públicos Domiciliares de Puerto Santander																																	
\$142.000.000																																				

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

### **Análisis de Resultados**

El ajuste del PSMV del municipio de Puerto Santander se formula con el fin de proponer una alternativa para el manejo y tratamiento de las aguas, buscando reducir la carga contaminante que llega al Río Zulia Y Río Grita, lo cual implica la contaminación de este ecosistema alterando la flora y fauna presente en el lugar, además debido a estas descargas de aguas residuales se genera alteración en el paisaje de forma negativa y presencia de vectores y enfermedades que afectan a la población.

La Alcaldía municipal de Puerto Santander, presta los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo a través de una oficina de servicios públicos domiciliarios la cual se encarga de realizar el cobro de los mismos, estos ingresos por tarifas representan un porcentaje mínimo que no cubre con los costos de administración, operación y mantenimiento, que debe subsidiar casi en su totalidad la Administración. Este hecho se sustenta por una parte, en la ausencia de una empresa conformada y legalizada según los requerimientos de ley, que cuente con contabilidad separada y que sea el mecanismo que gestione y viabilice proyectos como los de sensibilización y educación ambiental y que además realice un estudio tarifario que permita cobrar una tarifa justa con respecto al servicio prestado derivada de un estudio socioeconómico de la población.

Por otra parte, la negativa de la comunidad ante la instalación de micromedidores que permitan establecer el consumo real de cada usuario, empeora la situación, ya que la prestación del servicio no es de manera continua.

Es necesario realizar un tratamiento de las aguas residuales del municipio de Puerto Santander, ya que estas van a parar a un cuerpo receptor, en este caso los ríos Zulia y Grita, con el fin de evitar enfermedades causadas por bacterias que entran en contacto con este cuerpo de agua y así proteger la flora y fauna de este ecosistema.



## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

La Planificación y establecimiento de programas es una estrategia fundamental ya que orienta de manera coordinada el funcionamiento del sistema de alcantarillado y el sistema de tratamiento y su ejecución en el manejo de las aguas residuales domesticas producidas por el municipio.

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

### **Alcances y limitaciones**

#### **Alcances**

Se obtuvo la descripción del municipio, características generales de Puerto Santander y análisis del componente socioeconómico, como insumo preliminar para el desarrollo de la presente investigación.

Con el diagnóstico del sistema de acueducto y alcantarillado se evaluaron las condiciones ambientales actuales del municipio en cuanto a estos servicios básicos partiendo de información primaria encontrada en documentos oficiales, caracterizaciones y trabajo de campo.

Se obtuvo el análisis de la caracterización de la cuenca del río Zulia, entre los parámetros estudiados se encuentra el análisis de la cantidad, calidad (Temperatura, pH, OD, Coliformes Totales, Coliformes Fecales, Turbidez, SST, Conductividad, DQO, DBO y fósforo total) y macro invertebrados. También se presentan las proyecciones de población y carga contaminante para el periodo comprendido entre el 2021-2031.

Teniendo en cuenta el diagnóstico realizado se estructuraron los programas y proyectos descritos en el PSMV, una propuesta que servirá para orientar esfuerzos técnicos, económicos y humanos en torno al cumplimiento de los objetivos de calidad.

#### **Limitaciones**

El presente estudio retomó algunos aspectos básicos encontrados en el Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado, encontrando que una de las primeras medidas que debe adoptar la Administración Municipal, es la actualización de dichos documentos ya que los documentos carecen de información actualizada.

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

Teniendo en cuenta la situación de pandemia que presenta el territorio nacional desde el 2020, no se logró realizar la caracterización que se tenía prevista, Por tanto, el presente estudio se basó en caracterizaciones realizadas por la autoridad territorial ambiental, Corporación Autónoma de la Frontera Nororiental, Corponor, realizados en el semestre I y II de 2019.

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

**Conclusiones**

1. La zona urbana del municipio de Puerto Santander se abastece de la cuenca del Río Zulia, que a su vez se constituye en las fuente receptora de aguas residuales y aunque aguas abajo no se reporta la captación para consumo humano, es urgente tomar medidas que conlleven a la descontaminación del recurso hídrico, haciendo alusión a los principios de prevención y precaución, que trata el derecho del medio ambiente.
2. Con el diagnóstico realizado se evaluaron las condiciones ambientales actuales del municipio en cuanto a los servicios de acueducto y alcantarillado; partiendo de información primaria encontrada en documentos oficiales, caracterizaciones y trabajo de campo cuya intensidad y amplitud, estuvo sujeta a las restricciones actuales producto de la pandemia.
3. Debido a la carga contaminante emitida por los vertimientos del municipio de Puerto Santander al Río Zulia y Río Grita, y la alteración que se produce en estos cuerpos de agua, afectando la flora y fauna en este ecosistema y la calidad de vida de los habitantes es importante que se cumpla rigurosamente con los programas incluidos en el ajuste del PSMV, con la finalidad de tratar la carga contaminante de las aguas residuales y reducir los vertimientos puntuales garantizando el equilibrio en el ecosistema.
4. La estructuración de los programas y proyectos descritos en el PSMV, direccionan los esfuerzos técnicos, económicos y humanos de las próximas administraciones en torno al cumplimiento de los objetivos de calidad. La selección de tecnologías

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

apropiadas para el tratamiento de los vertimientos municipales planteadas, se sugieren teniendo en cuenta las condiciones actuales del municipio.

5. Es importante destacar que el municipio cuenta con un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos actualizado que incluye programas y proyectos para mejorar el servicio, teniendo en cuenta los componentes de producción, recolección, transporte, barrido, limpieza, aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos. La existencia de dichos programas contribuye en gran medida a la disminución de la contaminación hídrica de río Zulia.

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

### **Recomendaciones**

Es necesario ejecutar un sistema de tratamiento en Puerto Santander que pueda tratar las aguas residuales domesticas provenientes de la comunidad para impedir que lleguen sin el debido tratamiento a los cuerpos receptores, alterando este ecosistema que alberga gran cantidad de especies de flora y fauna, además la implementación de una PTAR permite que mejoren algunas condiciones de la comunidad como disminución de vectores, mejora en el aspecto paisajístico, disminución de olores desagradables, disminución de enfermedades, entre otros.

Diseñar y proyectar el sistema de tratamiento de modo sostenible, con el fin de obtener una solución viable económica, ambiental y socialmente sostenible, que presente una eficiencia adecuada en el tratamiento de aguas residuales y que cumpla con las condiciones determinadas para su correcto funcionamiento.

Es necesario implementar una estrategia que involucre a las autoridades competentes para el desarrollo de la tecnología en el manejo de aguas residuales, ya que estos aportan los recursos técnicos y financieros. Con esto se podrán generar acciones encaminadas al cumplimiento de los objetivos implementados al inicio del proyecto.

En el Plan Maestro no se incluye información actualizada respecto a la red de alcantarillado, por lo tanto es indispensable realizar estudios como insumo para el ajuste y actualización de este documento.

Es indispensable, además, la optimización y el mantenimiento periódico de las estructuras de abastecimiento para la zona urbana de Puerto Santander, además de ofrecer a los usuarios agua potable mediante una Planta de Tratamiento que requiere ser optimizada.

La optimización del sistema ya construido permite establecer soluciones en caso de que se hayan identificado problemas con el normal funcionamiento del sistema de alcantarillado

## APOYO AL PRE- PSMV DEL MUNICIPIO DE PUERTO SANTANDER

existente en el municipio de Puerto Santander, así mismo evita impactos ambientales ocasionados en el ecosistema

### **Bibliografía**

Andrés Vargas Ruiz, C., Viviana Castellanos Giraldo, J., Ruiz, V., & Giraldo, C. (2020). *diseño de un plan de saneamiento basico para la comunidad de la vereda San Antonio del municipio Castillo La Nueva Meta.*

[https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitariahttps://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria/1850](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitariahttps://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/1850).

Beltran, R. (2013 ). *GUIA DE METODOS DE BIORREMEDIACION PARA LA RECUPERACION DE SUELOS CONTAMINADOS POR HIDROCARBUROS .*

Conil, P. (2017). *Tratamiento y uso de aguas residuales:Una estrategia para el futuro del saneamiento.* Obtenido de AVANCES CONCEPTUALES PARA EL TRATAMIENTO DE LAS ARD, EN EL TROPICO Y ESTUDIO DE CASOS:

<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/acodal43/tar.pdf>

*Empresas Públicas de Medellín E.S.P.* (2014).

*Fibras y normas de Colombia S.A.S.* (Febrero de 2018). Obtenido de

<https://www.fibrasynormasdecolombia.com/terminos-definiciones/aguas-residualesdefinicion-e-importancia-2/>

Gaira, C. A. (2018). Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/23068566/Alcantarillado-Definicion-y-Clasificacion>

Ministerio de ambiente, V. y. (s.f.). *Cartilla guía de informacion tecnica y normativa para la formulacion de los planes de saneamiento y manejo de vertimientos.*

Quintero, Olga Lucia Ordoñez Fierro & Maily Jazmin Eraso. (2009). *FORMULACION DEL PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS DE LA LLANADA.*

Corporación autónoma regional de la frontera