

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DEL MANEJO DE LAS AGUAS
RESIDUALES (DOMÉSTICAS) MUNICIPALES EN NORTE DE SANTANDER

ANGGY KAMILA LEÓN ROJAS

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA AMBIENTAL
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2021

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DEL MANEJO DE LAS AGUAS
RESIDUALES (DOMÉSTICAS) MUNICIPALES EN NORTE DE SANTANDER

ANGGY KAMILA LEÓN ROJAS

Trabajo de grado presentado para optar por el título de
Ingeniero Ambiental

Director:

MSc Dorance Becerra Moreno

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA AMBIENTAL
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2021

ACTA DE SUSTENTACIÓN TRABAJO DE GRADO

FECHA: 01 de Septiembre de 2021

HORA: 2:00 P.M.

LUGAR: Sala de Meet:

<https://drive.google.com/file/d/1KInOz0xXasOKsqC2NLT1Ze3eNlfVpwma/view?usp=drivesdk>

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA AMBIENTAL

TÍTULO: "DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DEL MANEJO DE LAS AGUAS RESIDUALES (DOMÉSTICAS) MUNICIPALES EN NORTE DE SANTANDER"

MODALIDAD: TRABAJO DIRIGIDO

JURADOS: JOSÉ MANUEL VILLAMIZAR IBARRA
CARLOS HUMBERTO OVIEDO SANABRIA
FARID GIOVANNY BUITRAGO CADENA


DIRECTOR: DORANCE BECERRA MORENO

| NOMBRE DEL ESTUDIANTE | CODIGO | CALIFICACIÓN |
|--------------------------------|----------------|---------------------|
| <u>ANGGY KAMILA LEÓN ROJAS</u> | <u>1650774</u> | <u>3.7</u> |

OBSERVACIONES: APROBADO

FIRMA DE LOS JURADOS:


"José Manuel Villamizar"


"Carlos Humberto Oviedo"


"Farid Buitrago Cadena"

Vo.Bo. Coordinador Comité Curricular


JUDITH YAMILE ORTEGA CONTRERAS

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO
COMPLETO**

Cúcuta, 29 septiembre 2021

Señores

BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS

Ciudad

Cordial saludo:

ANGGY KAMILA LEON ROJAS, identificado con la C.C. N° 1.093.788.578, autor del trabajo de grado titulado DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DEL MANEJO DE LAS AGUAS RESIDUALES (DOMÉSTICAS) MUNICIPALES EN NORTE DE SANTANDER presentado y aprobado en el año 2021 como requisito para optar al título de INGENIERO AMBIENTAL; autorizo a la biblioteca de la Universidad Francisco de Paula Santander "Eduardo Cote Lamus", para que con fines académicos, muestre a la comunidad en general la producción intelectual de esta institución educativa, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo de grado en la página web de la Biblioteca Eduardo Cote Lamus y en las redes de información del país y el exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad Francisco de Paula Santander.
- Permia la consulta, la reproducción parcial o total, a los usuarios interesados en el contenido de éste trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD-ROM o digital desde Internet, Intranet, entre otros; y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

Lo anterior de conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 1982 y el Artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, que establece que "**los derechos morales del trabajo de grado son propiedad de los autores**", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Para constancia se firma el presente documento en la ciudad de CÚCUTA, a los 29 días del mes de SEPTIEMBRE de 2021.

| NOMBRE DEL AUTOR | Nº DE CÉDULA | FIRMA |
|-------------------------|---------------|--------------------------------|
| ANGGY KAMILA LEON ROJAS | 1.093.788.579 | <i>Anggy Kamela Leon Rojas</i> |

Contenido

| | Pág. |
|--|-------------|
| Introducción | 12 |
| 1. Descripción del Problema | 13 |
| 1.1. Planteamiento del Problema | 13 |
| 1.2. Justificación | 15 |
| 1.3. Objetivos | 16 |
| 1.3.1. Objetivo general | 16 |
| 1.3.2. Objetivos específicos | 16 |
| 1.4. Estado del arte | 16 |
| 1.4.1. Antecedentes | 16 |
| 1.4.2. Marco teórico | 18 |
| 1.4.3. Marco legal | 21 |
| 2. Metodología | 25 |
| 2.1. Establecimiento de la cobertura del tratamiento de las aguas residuales (Domésticas) Municipales en Norte de Santander | 25 |
| 2.1.1. Valoración de los STAR´S | 25 |
| 2.2. Realización del diagnóstico del estado del tratamiento actual de las aguas residuales (Domésticas) Municipales en Norte de Santander | 26 |
| 2.2.1. Descripción del STAR´S y su Funcionamiento | 26 |
| 2.2.2. Análisis de las características de las aguas residuales y desempeño de las STAR´S | 26 |

| | |
|---|----|
| 2.3. Desarrollo de la priorización de las necesidades de tratamiento de aguas residuales para los municipios del departamento | 27 |
| 2.3.1. Identificación de falencias en el documento municipal PSMV | 27 |
| 3. Resultados | 28 |
| 3.1. Establecimiento de la cobertura del tratamiento de las aguas residuales (domésticas) municipales en Norte de Santander | 28 |
| 3.2. Elaboración del diagnóstico del estado del tratamiento actual de las aguas residuales (domésticas) municipales en Norte de Santander | 33 |
| 3.3. Desarrollo de la priorización de las necesidades de tratamiento de aguas residuales para los municipios del departamento | 38 |
| 4. Conclusiones | 42 |
| 5. Recomendaciones | 44 |
| Referencias Bibliográficas | 45 |

Lista de Tablas

| | Pág. |
|--|-------------|
| Tabla 1. Cobertura del Tratamiento de las Aguas Residuales de los Municipios de Norte de Santander | 29 |
| Tabla 2. Tipos de STAR usados en Norte de Santander | 33 |
| Tabla 3. Revisión PSMV | 35 |
| Tabla 4. Porcentaje de Cumplimiento de los Contenidos Mínimos de los PSMV a nivel municipal | 36 |
| Tabla 5. Priorización de Necesidades y Falencias a Nivel Departamental | 38 |

Lista de Figuras

| | Pág. |
|--|-------------|
| Figura 1. Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales en el Departamento | 31 |
| Figura 2. Municipios de Norte de Santander que poseen Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales | 32 |
| Figura 3. Tipos de STAR en Norte de Santander | 33 |
| Figura 4. Solicitud de Información | 34 |
| Figura 5. Porcentaje de Cumplimiento de los Contenidos Mínimos del PSMV por Municipio | 37 |
| Figura 6. Cobertura de tratamiento municipio de CÁCHIRA | 38 |
| Figura 7. Falencias y Necesidades a Nivel Departamental | 40 |

Resumen

Las aguas residuales domésticas son el producto final de la utilización de agua potable para el desarrollo de las actividades cotidianas dentro del hogar y la ausencia del tratamiento de las mismas, trae consigo problemas ambientales y de salubridad, ya que está compuesta con altas concentraciones de contaminantes que propagan vectores y generan la contaminación en las fuentes receptoras. En Norte de Santander, solo el 12.5% de los 40 municipios cuentan con algún tipo de Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales-STAR (Contraloría, 2013), lo cual genera preocupación ambiental y social, ya que se genera la afectación a los recursos naturales del territorio, así mismo podría ser la fuente de generación de problemas de salud pública.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado y resaltando la importancia de realizar un tratamiento óptimo y efectivo a las aguas residuales domésticas, el presente proyecto tiene como objetivo realizar el Diagnóstico de la Gestión Integral del Manejo de las Aguas Residuales Municipales Domésticas en Norte de Santander, mediante la revisión bibliográfica del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) de cada uno de los municipios del departamento, con el fin de conocer el estado actual de cada uno de los sistemas de tratamiento existentes, identificar las falencias de los mismos, y de esta forma aportar la información necesaria que permita llevar a cabo la toma decisiones técnicas, socioculturales y político-administrativas que contribuyan al control y mejoramiento de la calidad de las descargas y por consiguiente se logre la mitigación de los impactos sobre el medio ambiente y la salud pública, generados por parte de los vertimientos domésticos.

Abstract

Domestic wastewater is the end product of the use of drinking water for the development of daily activities within the home and the absence of its treatment, brings with it environmental and health problems, since it is composed of high concentrations of pollutants that spread vectors and generate pollution in receiving sources. In Norte de Santander, only 12.5% of the 40 municipalities have some type of Wastewater Treatment System-STAR (Comptroller, 2013), which generates environmental and social concern, since it affects the natural resources of the territory, likewise it could be the source of generation of public health problems.

Taking into account the aforementioned and highlighting the importance of performing an optimal and effective treatment of domestic wastewater, the objective of this project is to carry out the Diagnosis of the Comprehensive Management of Domestic Municipal Wastewater Management in Norte de Santander, through the bibliographic review of the Sanitation and Waste Management Plan (PSMV) of each of the municipalities of the department, in order to know the current status of each of the existing treatment systems, identify their shortcomings, and In this way, provide the necessary information that allows technical, sociocultural and political-administrative decisions to be taken that contribute to the control and improvement of the quality of the discharges and consequently the mitigation of the impacts on the environment and health is achieved. public, generated by domestic discharges.

Introducción

El crecimiento acelerado de las ciudades latinoamericanas ha impedido que se logre un cubrimiento de servicios públicos adecuado para toda la población, una de las consecuencias indeseables de esta situación es la descarga indiscriminada de las aguas residuales domesticas a los cuerpos de agua más cercanos con su consecuente deterioro y con consecuencias desastrosas sobre la ecología y la salud pública (Gómez, 1993). Es por ello que, el tratamiento de las aguas residuales domesticas ha tomado fuerza durante los últimos años, a fin de que este recurso renovable pueda ser aprovechado (Novoa, 2015).

El agua recolectada debe devolverse al medio ambiente en condiciones tales que no deteriore la masa receptora, muchas veces, estos cuerpos de agua son incapaces de absorber y neutralizar la carga contaminante por ello deben recibir algún tipo de tratamiento que modifiquen las condiciones iniciales (Rojas, 2002).

Torres (2012), señala que los países que se ubican en regiones de clima tropical y subtropical son los que presentan las más bajas coberturas de recolección y tratamiento adecuado de aguas residuales domésticas.

En este documento se pretende realizar una revisión documental a nivel departamental para Diagnosticar la Gestión Integral del Manejo de las Aguas Residuales domesticas con el fin de aportar un instrumento bibliográfico que proporcione información verídica del estado actual, el tratamiento y la disposición final de las aguas residuales domesticas de cada municipio para dar iniciativa a decisiones técnicas, socio-culturales y político-administrativas que busquen proteger la calidad y disponibilidad de las fuentes hídricas de abastecimiento.

1. Descripción del Problema

1.1.Planteamiento del Problema

El agua es un recurso indispensable para las actividades humanas (Silva, et al., 2008) y la importancia sobre su calidad, ha tenido un lento desarrollo, solo hasta finales del siglo XIX se le reconoció como origen de numerosas enfermedades infecciosas, hoy en día su importancia, está fuera de toda duda (Castañeda, et al., 2013).

La contaminación del recurso hídrico es uno de los problemas ambientales más graves de la actualidad debido a que tiene múltiples causas y se presenta en formas muy diversas, con asociaciones y sinergismos difíciles de prever (Cardona, et al., 2008). Una de las principales causas es la descarga de aguas residuales crudas en el ambiente acuático ocasionando daños considerables a muchas formas de vida presentes en los ecosistemas (Madera, et al., 2005). El Ing. Quipuzco (2005) expone que la pérdida de la calidad de agua es crítica en algunas regiones del país y se debe fundamentalmente a la contaminación por efluentes provenientes de los desechos domésticos que afectan fuentes de abastecimiento de agua.

Las aguas residuales domésticas (ARD), son aquellas que se obtienen luego de que el agua es usada en actividades como limpieza general, preparaciones de alimentos y sanitarios, entre otras; conteniendo gran cantidad de materia orgánica (proteínas, carbohidratos y lípidos) e inorgánicas (sales nutritivas de nitrógeno y fosforo, entre otras) que modifica las características fisicoquímicas del agua, generando un ambiente propicio para la proliferación de organismos en ellas (Cardona, et al., 2008).

La mala gestión de estas aguas residuales, tienen un impacto muy negativo sobre la salud, la desnutrición y el ambiente, según la Organización mundial de la Salud, cada año 1.800 millones de personas están en riesgo de contraer enfermedades como diarrea, cólera, disentería o polio,

por el consumo de aguas contaminadas por excrementos (Álvarez, 2017). Las enfermedades infecciosas representan un gran riesgo y son las principales causas de muerte en niños y adultos jóvenes (Bofill, et al., 2017). Así mismo, los detergentes poco biodegradables, ampliamente utilizados, impiden la oxigenación de las aguas y deterioran la vida acuática, (Solano, 2011).

Las experiencias en el tratamiento de aguas residuales domésticas han mostrado que el éxito de la remoción no se debe exclusivamente a la disponibilidad de las técnicas, *per se*, si no la interacción de diversos aspectos económicos, socioculturales, biofísicos y políticos-administrativos que comprende un territorio (Quivera, 2012).

Colombia, en materia de saneamiento, en la actualidad solo existen sistemas de tratamiento de aguas residuales en el 48,2% de los municipios del país, debido a los altos costos que esto implica no se ha podido extender este tipo de proyectos al resto del país. Cundinamarca es el departamento con mayor cantidad de PTAR, con un total de 137; seguido de Antioquia con 90; Boyacá con 39; Cauca con 37; y Tolima con 36 (Venegas, 2018).

En Norte de Santander, solo el 12.5% de los cuarenta (40) municipios cuentan con algún tipo de Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales-STAR, los otros municipios descargan sus vertimientos de forma directa sin tratamiento alguno a los cuerpos de agua más cercanos afectando negativamente el equilibrio ecosistémico acuático (Contraloría, 2013).

Debido al problema socio-ambiental mencionado anteriormente, este trabajo se basa en la realización del Diagnóstico de la Gestión Integral del Manejo de las aguas Residuales (Domésticas) Municipales de Norte de Santander con el propósito de aportar un instrumento con información actualizada cuyos resultados obtenidos sirvan a las instituciones y entidades de control para la toma de decisiones técnicas, socio-culturales y político-administrativas que permitan proteger los recursos hídricos salvaguardando así la salud pública.

1.2. Justificación

Las aguas residuales pueden definirse como las aguas que provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población, después de haber sido modificadas por diversos usos en actividades domésticas, industriales y comunitarias. De acuerdo a su origen resultan de la combinación de líquidos y residuos sólidos transportados por el agua proveniente de residencias, oficinas, establecimientos comerciales e institucionales, industrias, de actividades agrícolas, aguas superficiales, subterráneas y de precipitación (Lizarazo, et al., 2013).

Debido a la inadecuada o inexistente recolección, tratamiento y disposición de los vertimientos generados por actividades como las aguas residuales de origen doméstico, en el país se han generado, en forma sucesiva y en constante aumento, los problemas de salubridad y de calidad del agua en varias regiones, la situación comienza a ser insostenible, en la medida en que los cuerpos receptores alcanzan su capacidad de asimilar estos contaminantes, y tiene como consecuencia la alteración de la calidad del recurso (Lizarazo, et al., 2013), es allí donde radica la importancia de implementar sistemas de tratamiento que disminuyan la carga contaminante, presente en el agua residual que llega al medio natural, para así minimizar el impacto generado sobre los sistemas naturales que posteriormente afectaran también la salud humana.

En Norte de Santander la mayoría de los municipios no cuentan con una planta de tratamiento de aguas residuales, o esta no funciona de la manera correcta o no es lo suficientemente eficiente en el tratamiento de los vertimientos. Por esto en busca de controlar y reducir la contaminación de las fuentes hídricas, la pérdida de la disponibilidad del recurso hídrico y los problemas de salubridad por la descarga directa de vertimientos domésticos, se realizará el Diagnóstico de la Gestión Integral del Manejo de las Aguas Residuales (Domésticas) Municipales de Norte de Santander como instrumento de información actualizada para la

elaboración de futuras estrategias en las que se requieran la toma decisiones técnicas, socioculturales y político-administrativas que contribuyan a solucionar la problemática socio-ambiental presente en el departamento.

1.3.Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Realizar el Diagnóstico de la Gestión Integral del Manejo de las Aguas Residuales (Domésticas) Municipales en Norte de Santander

1.3.2. Objetivos específicos

Establecer la cobertura del tratamiento de las aguas residuales (Domésticas) Municipales en Norte de Santander

Realizar el diagnóstico del estado del tratamiento actual de las aguas residuales (Domésticas) Municipales en Norte de Santander

Desarrollar la priorización de las necesidades de tratamiento de aguas residuales para los municipios del departamento

1.4.Estado del arte

1.4.1. Antecedentes

Un primer trabajo corresponde a Sandoval (2016), quien realizo el trabajo “Evaluación de las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en la zona rural de Santiago de Cali”. En este trabajo se desarrolló en las cabeceras municipales de los corregimientos de la zona rural del municipio de Cali, que poseen Plantas de Tratamientos de Aguas Residuales-PTAR.

La investigación se realizó a partir de la identificación, reconocimiento y evaluación de las PTAR´S. En segundo plano se realizó un análisis de las características de las AR y desempeño de las PTAR´S con el fin de evaluarlos según Resolución 0631 de 2015 y Decreto 3930 del 2010,

adscritas al Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible. Así mismo se definieron puntos críticos del diseño, construcción, operación y mantenimiento de las PTAR´S, como finalidad establecer estrategias de optimización de las mismas.

El trabajo logro establecer la aceptabilidad para las condiciones ambientales y la capacidad que tiene las plantas de soportar sobrecargas hidráulicas y orgánicas. De igual forma Sandoval recomienda la realización de posteriores estudios sobre el desempeño de las PTAR´S, ya que su escasa información limita el efectuar un análisis más profundo del funcionamiento de las mismas; igualmente precisa mayor compromiso gubernamental e institucional con el fin de asegurar una gestión eficiente, sostenible y elevar el nivel de prestación de servicios en la zona rural del municipio de Santiago de Cali.

Este documento se relaciona con el trabajo en curso, ya que propone la metodología que sirve como instructivo, a través de una serie de pasos para su construcción y así desarrollar el objetivo propuesto.

Un segundo trabajo corresponde a la Contraloría (2013), quien realizó el informe “Estado de los Recursos Naturales y del Ambiente del Departamento Norte de Santander” con enfoque en la “Gestión Integral del Manejo de Aguas Residuales”. La elaboración de este informe se basó de acuerdo a la información documental enviada por las 39 administraciones municipales, empresas y/o unidades de servicios públicos sujetos de control Departamental, la Secretaria de Agua Potable y Saneamiento Básico de la Gobernación del Departamento y Corponor.

El informe logro establecer la cobertura promedio que para ese año (2013) abarcaba el 90% en el servicio de la red de alcantarillado (Exceptuando a Cúcuta), sin embargo, preocupaba a la contraloría el municipio de Hacarí que apenas alcanza una cobertura del 52%. Así mismo, se identifica que en el Departamento se están vertiendo a los cuerpos de agua por medio de 119

puntos fijos cerca de 390 L/s de los cuales solo el 12% (84.81 L/s) tienen un tratamiento de descontaminación antes de su vertimiento (Exceptuando a Cúcuta y Villa del Rosario).

La Contraloría concluye que la falta de una política estatal clara no ha permitido que se oriente la gestión que cada entidad realiza para el manejo adecuado de las aguas residuales, lo cual ha contribuido a lograr un impacto real en la calidad del recurso hídrico.

Este documento se relaciona con el trabajo en curso, ya que propone la ordenación de los resultados que sirve como instructivo para desarrollar el objetivo propuesto.

1.4.2. Marco teórico

Aguas residuales domesticas: Este tipo de agua residual es el resultado del uso de agua en las viviendas y núcleos urbanos, donde también se concentran gran cantidad de comercios o lugares de trabajo. Se trata de un agua que es especialmente alta en contaminantes orgánicos y solidos sedimentables, así como en bacterias. Se trata del agua que desechamos cuando se tira del inodoro, cuando nos duchamos, cuando usamos el fregadero de la cocina o incluso, del agua de las piscinas. (Arriols, 2018).

Aguas residuales no domesticas: son las procedentes de las actividades industriales, comerciales o de servicios distintas a las que constituyen aguas residuales domésticas. (MinAmbiente, 2015).

Plantas de tratamiento de agua residual (PTAR): Una PTAR es una estructura y un sistema de ingeniería convertido como resultado, en una herramienta indispensable en la conservación del agua, pues permite su reciclaje y resulta aliada importante para el cuidado del medio ambiente. Estas plantas Procesan aguas resultantes de actividades de empresas, Industrias, bodegas, fabricas e incluso de comunidades residenciales (Fibras y Normas de Colombia S.A.S).

Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV: Es el conjunto de programas, proyectos y actividades, con sus respectivos cronogramas e inversiones necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos, incluyendo la recolección, transporte y disposición final de las aguas residuales descargadas al sistema público de alcantarillado, tanto sanitario como pluvial, los cuales deberán estar articulados con los objetivos y las metas de calidad y uso que defina la autoridad ambiental competente para la corriente, tramo o cuerpo de agua. El PSMV será aprobado por la autoridad ambiental competente. (MinAmbiente, 2004).

Etapas del proceso de tratamiento de aguas residuales

El tratamiento de aguas residuales se realiza a partir de diferentes etapas y cuatro fases principales de tratamiento:

Pretratamiento:

Pretratamiento de aguas residuales:

- Recolección de aguas residuales mediante drenajes a un sistema central en perfectas condiciones higiénicas para iniciar el proceso.
- Control de olores propios de su contenido toxico mediante químicos liberadores de partículas neutralizadoras. La eliminación de olores, facilita el trabajo del personal implicado y armoniza el entorno.
- Remoción de cribado u objetos grandes presentes en el agua. Esta basura debe ser eliminada para proteger los equipos involucrados en el proceso, durante etapas posteriores.
- Escaneo o maceración, mediante el cual se remueve la arena presente en el agua residual.

Tratamiento primario:

Conocido también como tratamiento mecánico, permite reducir la cantidad de sólidos, grasas, arenas aun presentes en el agua. El propósito principal de esta etapa, es producir un líquido homogéneo que se pueda tratar biológicamente.

- Sedimentación, aquí, el agua residual se pasa a través de grandes tanques, facilitando que los sólidos pueden depositarse y el material flotante como la grasa y plásticos pueden elevarse hacia la superficie Para ser retirados.

Tratamiento secundario:

Esta etapa pretende degradar el contenido biológico proveniente residuos humanos, de alimentos, jabones y detergentes. Se retienen los sólidos presentes mediante una reja, reduciendo los contaminantes del agua, para conservar los equipos frente a obstrucciones provocadas por sólidos y se procede al uso de Lodos activados.

- Tratamiento aeróbico, donde se utilizan microorganismos para aumentar las concentraciones de oxígeno y eliminar los compuestos con contenidos de nitrógeno.
- Tratamiento anaeróbico, donde a través de biodegradación de sólidos, se convierte en compuestos de metano y dióxido de carbono, la materia orgánica existente.
- Lodos Activados, se añaden a las aguas residuales, para asegurar su desintegración en los pasos posteriores. La liberación del lodo significa inserción de microorganismos que consumen restos orgánicos. Así, la agitación y aireación de la mezcla del agua y el lodo, a medida que las bacterias reciben el oxígeno, consumen la materia orgánica existente y la convierten en otro tipo de sustancias.
- Sedimentación secundaria, es el paso final del tratamiento secundario. Durante esta etapa, se produce agua tratada con niveles de materia suspendida y materia orgánica, muy bajos.

Tratamiento terciario:

Luego de las dos primeras fases de tratamiento, es necesario un proceso de desinfección, para lograr la completa eliminación de microorganismos causantes de enfermedades. Se limpia el agua para propósitos de consumo, removiendo hasta el 99% de las impurezas.

- Filtración o remoción de micropartículas aun presentes en el agua.
- Ionización o utilización de iones cargados positivamente de cobre, plata y zinc. Mientras su parte negativa se carga de virus bacterias y algas.
- Lagunaje, es un proceso de maduración y de mejoramiento biológico, almacenando el agua en charcos o lagunas artificiales, imitando los procesos de autodepuración.
- Desinfección, permite reducir el número de organismos vivos, principalmente mediante la utilización de compuestos de cloro.

1.4.3. Marco legal

Decreto 2811 de 1974. Por el cual se dicta el código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente.

Ley 9 de 1979. Por la cual se dictan medidas sanitarias.

Decreto 1594 de 1984. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI-Parte III-Libro II y el Título III de la Parte III-Libro I- del Decreto-Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.

Constitución política de 1991.

Artículo 49. La salud y el saneamiento ambiental son servicios públicos a cargo del estado.

Artículo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano.

Artículo 80. El estado planificará el manejo y aprovechamientos de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, conservación, restauración o sustitución.

Artículo 366. El saneamiento ambiental y la solución de agua potable son solución del Estado.

Ley 99 de 1993. Mediante el cual se crea el Ministerio de Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del ambiente y los recursos naturales renovables.

Ley 142 1994. Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.

Decreto 1112 de 1996. Por medio de la cual se crea el Sistema Nacional de Información sobre Medidas de Normalización y Procedimientos de Evaluación de la Conformidad, se dictan normas para armonizar la expedición de reglamentos técnicos “RAS” (Reglamento técnico de agua potable y saneamiento básico) y se cumplen algunos compromisos internacionales adquiridos por Colombia.

Decreto 901 de 1997. Por medio del cual se reglamenta las tasas retributivas por la utilización directa o indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se establecen las tarifas de estas.

Resolución 273 de 1997. Por la cual se fijan las tarifas mínimas de las tasas retributivas por vertimientos líquidos para los parámetros Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Sólidos Suspendidos Totales (SST).

Ley 373 de 1997. Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.

Resolución 1096 de 2000. Por el cual se adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico, RAS.

Considera que corresponde al Ministerio de Desarrollo Económico, formular la política de gobierno en materia social del país relacionada con la competitividad, integración y desarrollo de los sectores productivos del agua potable y saneamiento básico y expedir resoluciones, circulares y demás actos administrativos de carácter general o particular necesarios para el cumplimiento de sus funciones.

Resolución 1433 de 2004. Por la 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.

Decreto 3930 de 2010. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley de 1979, así como el Capítulo II del Título VI –Parte III- Libro II del Decreto – Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.

Resolución 1207 de 2014. Por la cual se adoptan disposiciones relacionadas con el uso de aguas residuales tratadas.

Resolución 0631 de 2015. Por la cual se establecen los parámetros y 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.

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

Decreto 1077 de 2015. Por el cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio.

Resolución 0330 de 2017. Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009.

2. Metodología

Este trabajo se realizará mediante revisión bibliográfica donde se ejecutará una investigación documental de los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos-PSMV de cada uno de los municipios del departamento.

El trabajo será desarrollado a través de las siguientes fases:

- Establecimiento de la cobertura del tratamiento de las aguas residuales (Domésticas) Municipales en Norte de Santander
- Realización del diagnóstico del estado del tratamiento actual de las aguas residuales (Domésticas) Municipales en Norte de Santander
- Desarrollo de la priorización de las necesidades de tratamiento de aguas residuales para los municipios del departamento

2.1. Establecimiento de la cobertura del tratamiento de las aguas residuales (Domésticas)

Municipales en Norte de Santander

2.1.1. Valoración de los STAR'S

Para la recolección y consolidación de la información general y ubicación de los municipios que cuentan con algún Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales se revisará el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos-PSMV de cada uno de los 40 municipios del departamento, la información que se extraerá es la siguiente:

- ¿Qué municipios cuentan con algún Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales?
- ¿Cuál es el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales que posee?
- ¿Cuál es el número de usuarios?

- ¿Cuál es su cobertura?
- ¿Cuál es la empresa prestadora del servicio de alcantarillado?

2.2. Realización del diagnóstico del estado del tratamiento actual de las aguas residuales (Domésticas) Municipales en Norte de Santander

2.2.1. Descripción del STAR´S y su Funcionamiento

Con el fin de conocer las tecnologías, las labores de operación y mantenimiento, la calidad de los efluentes y el manejo de subproductos, entre otros, se revisará Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos-PSMV de los municipios que poseen algún Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales y se esperaba obtener la siguiente información:

- Descripción de la planta de tratamientos
- Actividades de mantenimiento
- Generación y manejo de subproductos
- Calidad del efluente
- Características de la fuente receptora

2.2.2. Análisis de las características de las aguas residuales y desempeño de las STAR´S

La evaluación del desempeño de los Sistemas de Tratamientos de Aguas Residuales-STAR, se realizará mediante el análisis de los parámetros que contengan cada punto de vertimiento con la norma vigente Resolución 0631 de 17 de marzo de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible “Por la cual se establecen los parámetros y 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”

2.3.Desarrollo de la priorización de las necesidades de tratamiento de aguas residuales para los municipios del departamento

2.3.1. Identificación de falencias en el documento municipal PSMV

Para establecer las falencias de los documentos técnicos PSMV de cada municipio, se evaluará a través de la “Guía Metodológica para la Formulación de los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV” expedida por el MINAMBIENTE con el fin de formular, desarrollar y evaluar los PSMV según Resolución 1433 del 2004.

3. Resultados

El presente trabajo de grado corresponde a un proyecto dirigido cuya finalidad es una revisión técnica y documental. Se desarrolló mediante revisión bibliográfica de los documentos técnicos PSMV de cada municipio a través de las siguientes fases:

- Establecimiento de la cobertura del tratamiento de las aguas residuales (domésticas) municipales en Norte de Santander.
- Realización del diagnóstico del estado del tratamiento actual de las aguas residuales (domésticas) municipales en Norte de Santander.
- Desarrollo de la priorización de las necesidades de tratamiento de aguas residuales para los municipios del departamento.

3.1. Establecimiento de la cobertura del tratamiento de las aguas residuales (domésticas) municipales en Norte de Santander

A continuación, se muestra el análisis de los resultados obtenidos del proceso de revisión de los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos PSMV de cada uno de los municipios del departamento, con el fin de dar cumplimiento al primer objetivo establecido se dio respuesta a cada una de las siguientes preguntas:

- ¿Qué municipios cuentan con algún Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales?
- ¿Cuál es el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales que posee?
- ¿Cuál es el número de usuarios?
- ¿Cuál es su cobertura?
- ¿Cuál es la empresa prestadora del servicio de alcantarillado?

Tabla 1. Cobertura del Tratamiento de las Aguas Residuales de los Municipios de Norte de Santander

| Municipio | Sistema de Tratamiento de Agua Residuales | Tipo de STAR | Prestador de servicios públicos | Número de Usuarios | Cobertura de Alcantarillado | Cobertura de tratamiento |
|-------------------|---|---------------------|--|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Abrego | SI | Laguna de Oxidación | Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios | 3724 | 100% | 100% |
| Arboledas | NO | N.A. | Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios | 527 | 100% | 0% |
| Bochalema | NO | N.A. | Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios | 1322 | 99% | 0% |
| Bucarasica | NO | N.A. | Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios | 125 | 100% | 0% |
| Cáchira | NO | N.A. | Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios | 340 | 92% | 0% |
| Cacota | NO | N.A. | Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios | 269 | 92% | 0% |
| Chinacota | NO | N.A. | Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios | 3629 | 87,5% | 0% |
| Chitaga | NO | N.A. | Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios | 694 | 97,6% | 0% |
| Convención | NO | N.A. | Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios | 1266 | 73,3% | 0% |
| Cucutilla | NO | N.A. | Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios | Información insuficiente | 85% | 0% |
| Durania | NO | N.A. | Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios | 497 | 97,8% | 0% |
| El Carmen | NO | N.A. | EMCAGUA APC | 566 | 92% | 0% |
| El Tarra | NO | N.A. | Unidad de Servicio Públicos Domiciliarios | 1350 | 98% | 0% |
| El Zulia | NO | N.A. | EMZULIA ESP | 12315 | 87% | 0% |
| Gramalote | SI | Anaerobio-Aerobio | Unidad de Servicio Públicos Domiciliarios | 1107 | 100% | 100% |
| Hacarí | NO | N.A. | Agua Viva APC | 126 | 54% | 0% |
| Herran | NO | N.A. | Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios | 247 | 100% | 0% |
| La Esperanza | NO | N.A. | AGUA AZUL APC | 478 | 100% | 0% |
| La Playa de Belén | SI | Anaerobio-Aerobio | Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios | 187 | 100% | 100% |
| Labateca | NO | N.A. | SISCATAGUA LABATECA APC | 563 | 100% | 0% |
| Los Patios | SI | Laguna de Oxidación | Empresa Privada de Servicios SA ESP | 2380 | 100% | 100% |
| Lourdes | NO | N.A. | Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios | 504 | 100% | 0% |
| Mutiscua | NO | N.A. | Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios | 117 | 98% | 0% |
| Ocaña | NO | N.A. | Empresa de Servicios Públicos de Ocaña SA | 17543 | 92% | 0% |
| Pamplona | NO | N.A. | EMPOPAMPLONA SA ESP | 14744 | 98% | 100% |
| Pamplonita | NO | N.A. | Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios | 283 | 95% | 0% |

| | | | | | | |
|-------------------|----|--------------------------|--|--------------------------|-------|-------|
| Puerto Santander | NO | N.A. | Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios | Información insuficiente | 85% | 0% |
| Ragonvalia | NO | N.A. | Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios | 646 | 99% | 0% |
| Salazar | NO | N.A. | Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios | 647 | 100% | 0% |
| San Calixto | NO | N.A. | Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios | 257 | 70% | 0% |
| San Cayetano | SI | Laguna de Estabilización | Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios | 1968 | 98% | 100% |
| Santiago | SI | Digestores tipo Piston | Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios | 646 | 100% | 100% |
| Sardinata | NO | N.A. | Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios | Información insuficiente | 98% | 0% |
| Silos | NO | N.A. | Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios | 301 | 98% | 0% |
| Teorama | SI | RALF | AGUAS DE TEORAMA APC | 503 | 91% | 100% |
| Tibú | SI | Laguna de Oxidación | EMPRESAS MUNICIPALES DE TIBÚ | 2891 | 86% | 54% |
| Toledo | NO | N.A. | Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios | 1365 | 99,6% | 0% |
| Villa Caro | SI | PTAR (Tanque Séptico) | Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios | 594 | 100% | 13,5% |
| Villa del Rosario | NO | N.A. | AQUALIA VILLA DEL ROSARIO SAS ESP | 23651 | 78% | 0% |

En la tabla 1 mostrada anteriormente, se plasma la información recopilada por municipio a forma de resumen, sin embargo, en el Anexo 1. Cobertura del tratamiento de las Aguas Residuales Domesticas (ARD) municipales, es posible observar la información detallada para cada municipio.

Posteriormente, en base a dicha información, se elaboró la figura 1, que representa la cantidad de municipios del departamento que cuentan o no con un sistema de tratamiento de aguas residuales, donde se encontró que, de los 39 municipios de Norte de Santander, 30 no realizan ningún tipo de tratamiento a las aguas residuales que se generan, lo que representa al 77% del departamento; por su parte, solo 9 municipios, si realizan dicho procedimiento, representando solo el 23% del mismo.

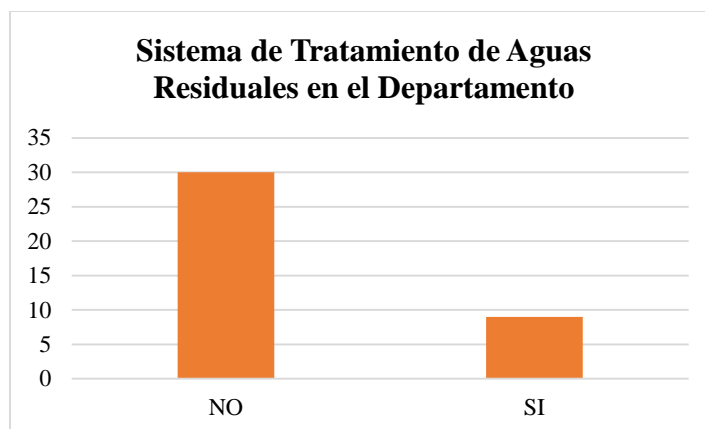


Figura 1. *Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales en el Departamento*

A partir de lo anterior se les sugiere muy respetuosamente a las administraciones municipales realizar estudios de viabilidad técnica para el diseño e implementación de un sistema de tratamiento de agua residual de bajo costo con el fin de disminuir la carga contaminante que generan. Y se les recomienda a los municipios de Abrego, Gramalote, La Playa, Los Patios, San Cayetano, Santiago, Teorama, Tibú y Villa Caro, seguir con los procesos de mejora continua en el sistema de tratamiento, así como, del mantenimiento de los componentes de dicho sistema y el monitoreo de las ARD.

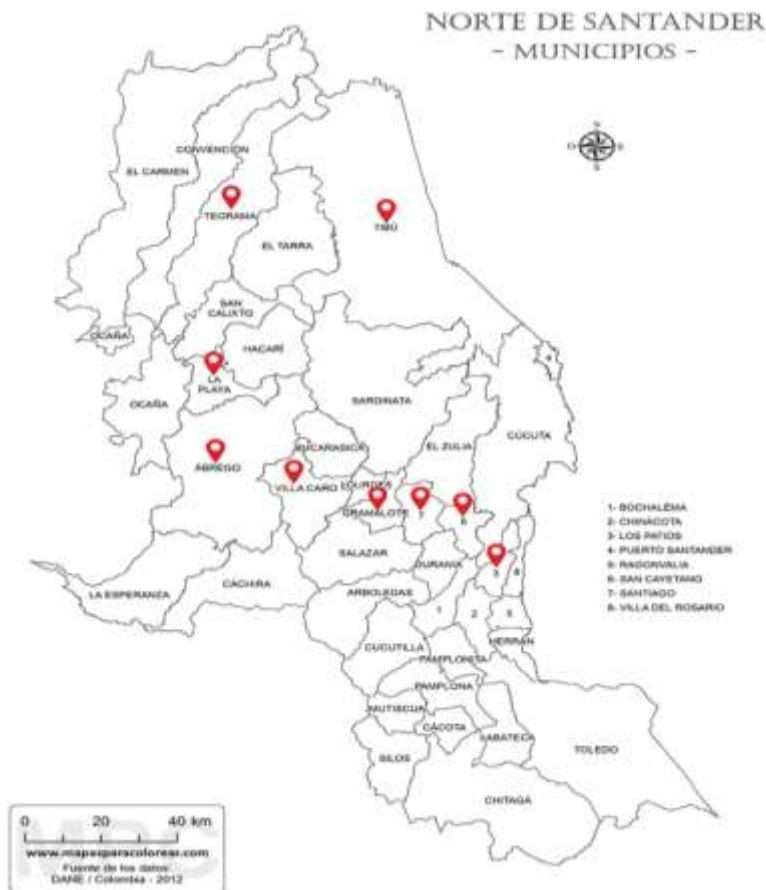


Figura 2. Municipios de Norte de Santander que poseen Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales

Por otra parte, se realizó un análisis de los municipios que cuentan con sistema de tratamiento de aguas residuales, donde fue posible evidenciar, que el sistema que prima es la laguna de oxidación, con un 45%, es decir que es usado por 4 de los 9 municipios que cuentan con STAR, seguido por el sistema Anaerobio-Aerobio con un 22%, o sea 2 de los 9 municipios lo implementan, y en menor medida, se encontraron sistemas como digestores tipo pistón, reactores anaerobios de lecho fijo (RALF) y tanque séptico, cada uno representado por un 11%.

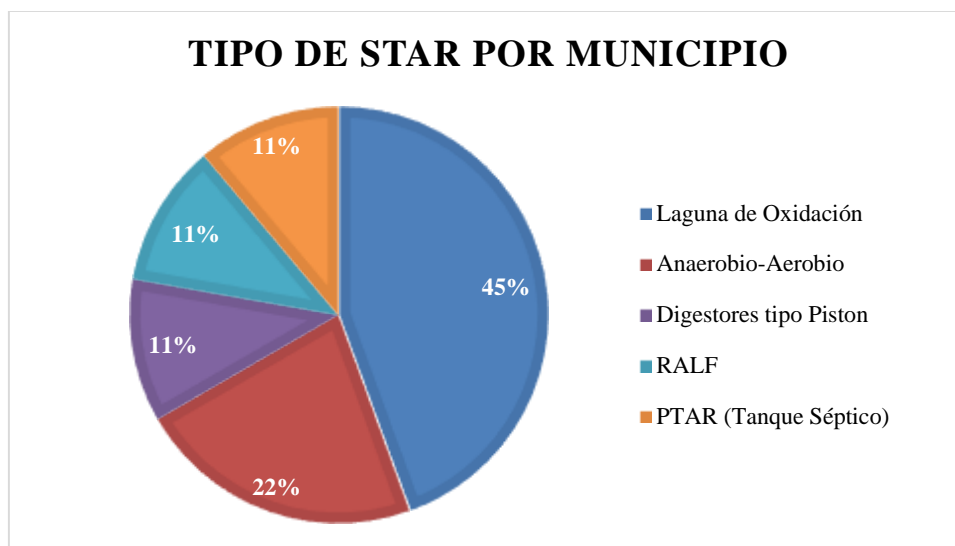


Figura 3. Tipos de STAR en Norte de Santander

De igual forma, también se evidenció que el 77.8 % de estos municipios tiene una cobertura de tratamiento del 100%, porcentaje representado por 7 municipios, el 22.2% restante está representado por 2 municipios de los cuales, el municipio de Tibú tiene una cobertura de tratamiento de un 54% y Villa Caro de solo un 13.5%.

Tabla 2. Tipos de STAR usados en Norte de Santander

| Tipo de STAR | Cantidad | Municipios | Cobertura de tratamiento |
|------------------------|----------|--------------|--------------------------|
| Laguna de Oxidación | 4 | Abrego | 100% |
| | | Los Patios | 100% |
| | | San Cayetano | 100% |
| | | Tibú | 54% |
| Anaerobio-Aerobio | 2 | Gramalote | 100% |
| | | La Playa | 100% |
| Digestores tipo Pistón | 1 | Santiago | 100% |
| RALF | 1 | Teorama | 100% |
| PTAR (Tanque Séptico) | 1 | Villa Caro | 13.5% |

3.2. Elaboración del diagnóstico del estado del tratamiento actual de las aguas residuales (domésticas) municipales en Norte de Santander

Con el fin de llevar a cabo la elaboración del diagnóstico del estado del tratamiento actual de las aguas residuales domésticas municipales de Norte de Santander, se realizó la evaluación a los documentos técnicos de cada municipio con la intención de identificar el grado de cumplimiento

de los contenidos mínimos de los mismos, según lo establecido en la “Guía Metodológica para la Formulación de los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV” expedida por el MINAMBIENTE para la formulación, desarrollo y evaluación de los PSMV según la Resolución 1433 del 2004.

Cabe resaltar, que el ejercicio se desarrolla de manera documental, técnica y teórica, puesto que la información recopilada se logró obtener gracias a las solicitudes realizadas a través de medios formales y oficiales, así como el correo electrónico institucional con el fin de detallar la precisión de la información; por su parte con otros entes territoriales como algunas alcaldías municipales se logró comunicación a través de la ventanilla virtual. Como evidencia de lo anterior, se anexa la siguiente figura

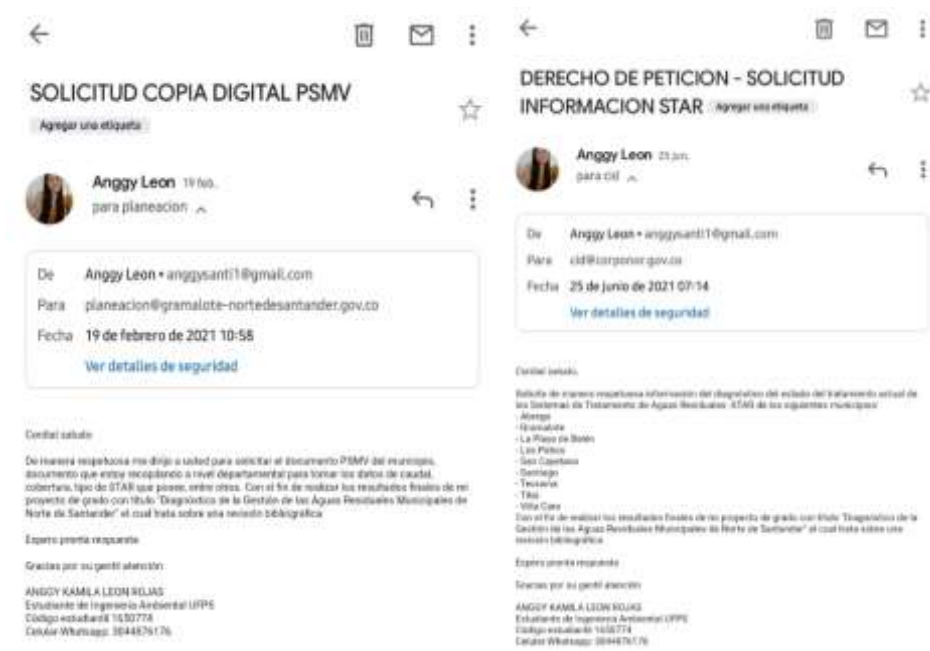


Figura 4. Solicitud de Información

Debe mencionarse que al momento de recolectar la información sobre los estados del tratamiento actual de las aguas residuales por medio de los municipios y la autoridad ambiental no se logró el contacto efectivo ni el suministro de dicha información.

Para hacer el registro de la evaluación mencionada anteriormente, se diligencio para cada uno de los municipios de Norte de Santander, la lista de chequeo mostrada en la tabla 3; la información consignada para cada uno de los municipios se encuentra detallada en el Anexo 2.

Diagnóstico Del Estado Del Tratamiento Actual De Las ARD Municipales.

Tabla 3. Revisión PSMV

| N° | ITEMS | CUMPLE | |
|----|--|--|----|
| | | SI | NO |
| 1 | Identificación de los involucrados y sus roles | | |
| 2 | Ámbito de planificación del PSMV | | |
| 3 | Diagnóstico del Sistema de Alcantarillado | Tipo de sistema | |
| 4 | | Cobertura del sistema | |
| 5 | | Descripción de la infraestructura existente: estado, localización, capacidad y funcionamiento (redes locales, colectores principales, redes troncales, aliviaderos, interceptores, emisarios finales y pondajes) | |
| 6 | | Número de conexiones de agua potable y alcantarillado | |
| 7 | | Conexiones erradas de lluvias | |
| 8 | | Infiltraciones | |
| 9 | | Identificación de vertimientos puntuales de aguas residuales | |
| 10 | | Identificación de permiso de vertimiento | |
| 11 | Identificación de corrientes, tramos o cuerpos receptores | | |
| 12 | Cobertura poblacional del sistema de alcantarillado | Usuarios del sistema de alcantarillado | |
| 13 | | Estimación de la actual población | |
| 14 | Caracterización de vertimientos directos | Parámetros mínimos (DBO5, DQO, OD, ST, N, P, Coliformes (Totales y Fecales) y pH) | |
| 15 | Calidad de la fuente receptora | Caracterización antes del vertimiento (DBO5, DQO, OD, ST, N, P, Coliformes (Totales y Fecales) y pH) | |
| 16 | | Caracterización después del vertimiento (DBO5, DQO, OD, ST, N, P, Coliformes (Totales y Fecales) y pH) | |
| 17 | Aporte de contaminación doméstica | Proyecciones de carga contaminante recolectada y transportada y tratada | |
| 18 | Aporte de contaminación industrial | | |
| 19 | Capacidad de la PTAR | Caudal, Remoción de carga contaminante, Caracterización de las ARD en la entrada y salida de la planta, Eficiencia | |
| 20 | Objetivo de calidad de la fuente receptora | | |
| 21 | Aporte de conexiones erradas | Porcentaje de conexiones erradas al sistema pluvial | |
| 22 | Aporte aliviaderos | | |
| 23 | Descripción detallada de los programas, proyectos y actividades con sus respectivos cronogramas e inversiones en las fases de corto, | | |

| | | | |
|---|--|--|--|
| mediano y largo plazo para los alcantarillados sanitarios y pluvial | | | |
|---|--|--|--|

Gracias a la información recopilada en las listas de chequeo aplicadas a cada municipio, fue posible obtener la tabla 4 la cual, muestra a forma de resumen, la cantidad de ítems cumplidos por municipio, así como el porcentaje de cumplimiento de los mismos, todo basado en los 23 ítems establecidos en la lista ya mencionada.

Tabla 4. Porcentaje de Cumplimiento de los Contenidos Mínimos de los PSMV a nivel municipal

| | Numero De Ítems Cumplidos | % Cumplimiento Municipal |
|--------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Abrego | 15 | 65% |
| Arboledas | 19 | 83% |
| Bochalema | 17 | 74% |
| Bucarasica | 22 | 96% |
| Cáchira | 18 | 78% |
| Cacota | 17 | 74% |
| Chinacota | 18 | 78% |
| Chitaga | 16 | 70% |
| Convención | 16 | 70% |
| Cucutilla | 15 | 65% |
| Durania | 22 | 96% |
| El Carmen | 19 | 83% |
| El Tarra | 15 | 65% |
| El Zulia | 14 | 61% |
| Gramalote | 21 | 91% |
| Hacari | 16 | 70% |
| Herran | 15 | 65% |
| La Esperanza | 20 | 87% |
| La Playa | 14 | 61% |
| Labateca | 17 | 74% |
| Los Patios | 17 | 74% |
| Lourdes | 16 | 70% |
| Mutiscua | 18 | 78% |
| Ocaña | 15 | 65% |
| Pamplona | 19 | 83% |
| Pamplonita | 17 | 74% |
| Pto Snder | 15 | 65% |
| Ragonvalia | 15 | 65% |
| Salazar | 23 | 100% |
| San Calixto | 16 | 70% |
| San Cayetano | 14 | 61% |
| Santiago | 14 | 61% |
| Sardinata | 19 | 83% |
| Silos | 19 | 83% |
| Teorama | 16 | 70% |
| Tibú | 18 | 78% |
| Toledo | 21 | 91% |

| | | |
|---------------|----|------|
| Villa Caro | 18 | 78% |
| Villa/Rosario | 23 | 100% |

A partir de dicha información, fue posible encontrar que solo los municipios de Salazar de las Palmas y Villa de Rosario, cumplen con la totalidad de los ítems objeto de estudio. Así mismo, municipios como El Zulia, La Playa, San Cayetano y Santiago, son los municipios con el menor grado de cumplimiento (61%), lo cual corresponde al cumplimiento de solo 14 de los 23 ítems objeto de revisión, lo anterior se puede visualizar en la siguiente grafica

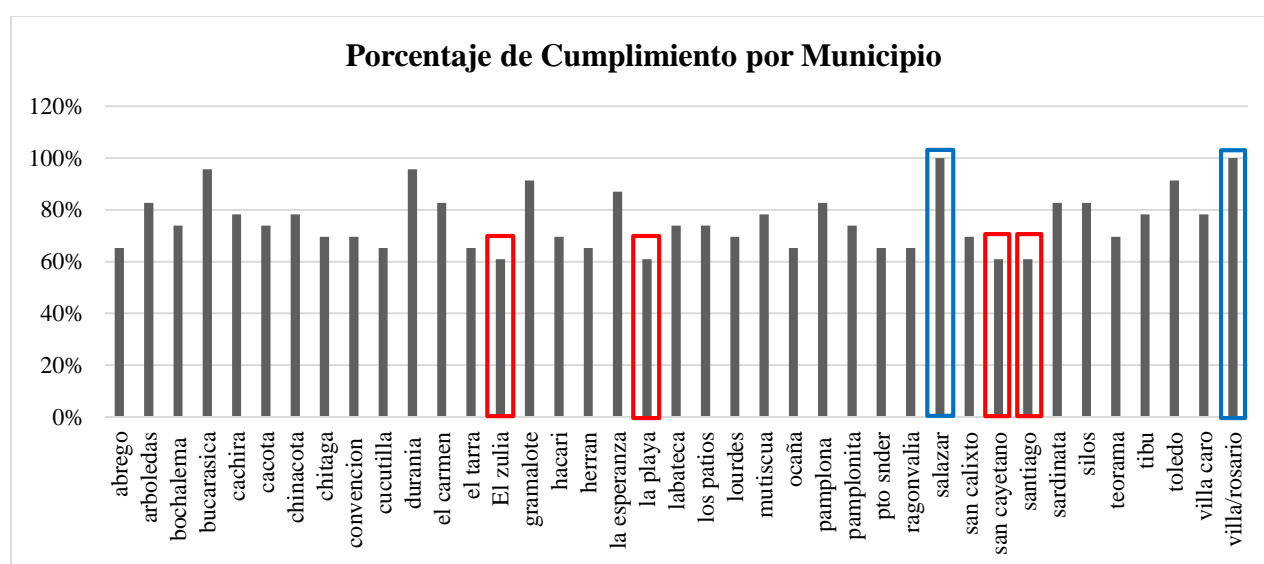


Figura 5. Porcentaje de Cumplimiento de los Contenidos Mínimos del PSMV por Municipio

Los resultados obtenidos también permiten inferir que un 43.6% del departamento, es decir, 17 municipios, tienen un porcentaje de cumplimiento que va entre el 60% y 70%; 10 municipios cuentan con un porcentaje que oscila entre el 71% y 80%, representando el 25.6% del departamento; por su parte en los rangos de 81 a 90% y de 91 a 100%, se encuentran solo 6 municipios para cada uno, representando un 15.4% del departamento respectivamente. Lo anterior permite evidenciar que el 69,2% del departamento cuenta con un porcentaje de cumplimiento menor al 80% según lo establecido en la Guía Metodológica para la Formulación

de los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV” expedida por el Ministerio de Ambiente. Lo expuso, puede ser observado en la siguiente grafica

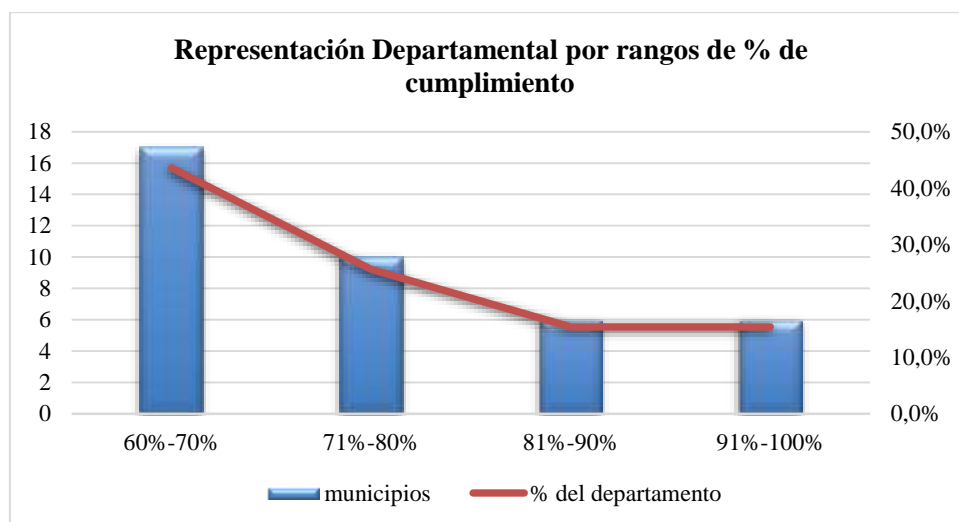


Figura 6. Cobertura de tratamiento municipio de Cáchira

3.3.Desarrollo de la priorización de las necesidades de tratamiento de aguas residuales para los municipios del departamento

La información recopilada a partir del cumplimiento de los dos primeros objetivos específicos establecidos, refleja las necesidades de cada municipio en materia de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales domésticas, así como, las falencias de los documentos técnicos municipales como lo es, el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV. A partir de esto, se presenta a continuación la tabla 5 que muestra a manera de resumen, las falencias o necesidades encontradas en los municipios de Norte de Santander. Si se desea conocer a detalle las necesidades priorizadas por municipio, estas se encuentran en el Anexo 3. Priorización de las necesidades de tratamiento de aguas residuales.

Tabla 5. Priorización de Necesidades y Falencias a Nivel Departamental

| Nº | Falencias o Necesidades Municipales | Nº Municipios donde se presentan | Representación Departamental |
|----|---|----------------------------------|------------------------------|
| 1 | Posee Sistema de Tratamiento de Agua Residuales | 30 | 76.9% |

| | | | | |
|----|--|--|----|-------|
| 2 | Totalidad de Cobertura de Alcantarillado | | 26 | 66.7% |
| 3 | Identificación de los involucrados y sus roles | | 25 | 64.1% |
| 4 | Ámbito de planificación del PSMV | | 31 | 79.5% |
| 5 | Diagnóstico del Sistema de Alcantarillado | Descripción de la infraestructura existente: estado, localización, capacidad y funcionamiento (redes locales, colectores principales, redes troncales, aliviaderos, interceptores, emisarios finales y pondajes) | 5 | 12.8% |
| 6 | | Número de conexiones de agua potable y alcantarillado | 3 | 7.7% |
| 7 | | Conexiones erradas de lluvias | 12 | 30.8% |
| 8 | | Infiltraciones | 23 | 59.0% |
| 9 | Identificación de permiso de vertimiento | | 24 | 61.5% |
| 10 | Cobertura poblacional del sistema de alcantarillado | Usuarios del sistema de alcantarillado | 3 | 7.7% |
| 11 | | Estimación de la actual población | 5 | 12.8% |
| 12 | Caracterización de vertimientos directos | Parámetros mínimos (DBO5, DQO, OD, ST, N, P, Coliformes (Totales y Fecales) y pH) | 21 | 53.8% |
| 13 | Calidad de la fuente receptora | Caracterización antes del vertimiento (DBO5, DQO, OD, ST, N, P, Coliformes (Totales y Fecales) y pH) | 20 | 51.3% |
| 14 | | Caracterización después del vertimiento (DBO5, DQO, OD, ST, N, P, Coliformes (Totales y Fecales) y pH) | 21 | 53.8% |
| 15 | Aporte de contaminación doméstica | Proyecciones de carga contaminante recolectada y transportada y tratada | 8 | 20.5% |
| 16 | Capacidad de la PTAR | Caudal, Remoción de carga contaminante, Caracterización de las ARD en la entrada y salida de la planta, Eficiencia | 8 | 20.5% |
| 17 | Objetivo de calidad de la fuente receptora | | 6 | 15.4% |
| 18 | Descripción detallada de los programas, proyectos y actividades con sus respectivos cronogramas e inversiones en las fases de corto, mediano y largo plazo para los alcantarillados sanitarios y pluvial | | 3 | 7.7% |

En base a la tabla mostrada anteriormente, surgió la figura 6, que enseña de forma más ilustrativa, dicha información. De esta, es posible inferir, que si bien todos los ítems allí

mostrados son falencias o necesidades de los municipios del departamento, estas se presentan en una mayor o menor medida.

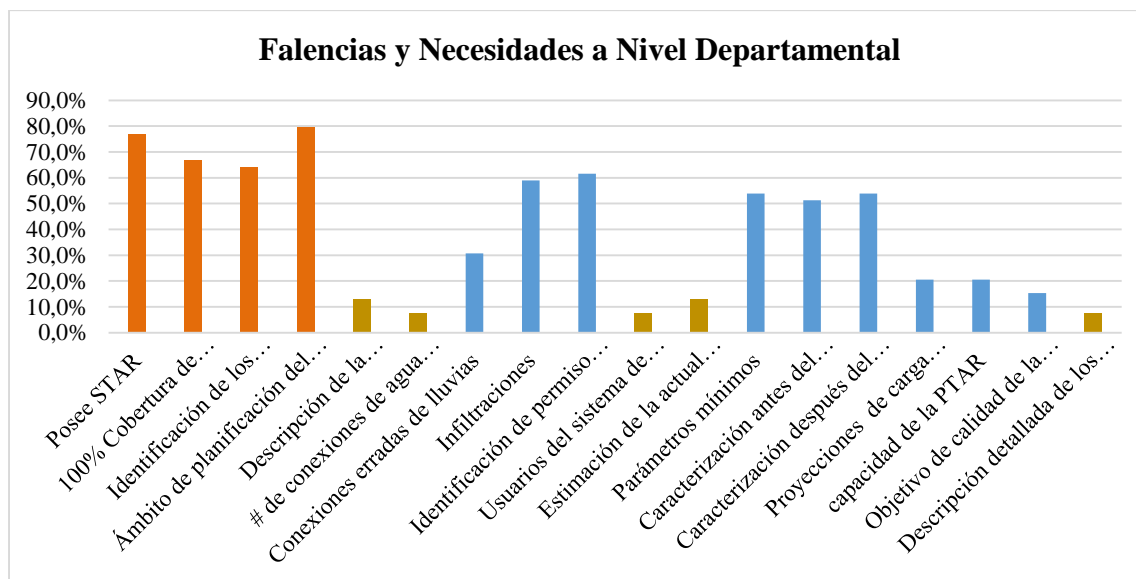


Figura 7. Falencias y Necesidades a Nivel Departamental

Encontrando así, que el “Ámbito de Planificación del PSMV” es la falencia más recurrente a nivel municipal, presentándose en 31 municipios del departamento, es decir se presenta en el 79.5% del mismo. La necesidad de priorizar dicha falencia radica, en que esta permite la identificación de las oportunidades y amenazas en lo referente a la contribución de la calidad de la fuente hídrica receptora.

Seguidamente, se identificó como segunda falencia, la falta de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en el departamento, ya que 30 de los municipios que lo conforman no poseen dicho sistema. Como tercera necesidad priorizable, se encontró la “Totalidad en la Cobertura del Alcantarillado”, lo anterior, debido a que 26 municipios, es decir el 66.7% del departamento no posee el 100% de dicha cobertura, siendo Hacari y San Calixto los municipios con menor cumplimiento, ya que solo cuentan con una cobertura del 54% y 70% respectivamente.

La “identificación de los involucrados y sus roles” fue la última falencia con mayor frecuencia encontrada, presentándose en 25 municipios, lo que representa un 64.1% del departamento; la importancia de minimizar dicha falencia radica en que, esta brinda información importante en lo que respecta a las responsabilidades dentro de la formulación e implementación del PSMV.

Por otra parte, así como se evidenciaron falencias recurrentes, también se encontraron aquellas que se presentan en una menor medida en solo algunos municipios del departamento, allí es posible mencionar entonces al “Número de conexiones de agua potable y alcantarillado” y “Usuarios del sistema de alcantarillado”, falencias que se presentan solo en los municipios de Cucutilla, Puerto Santander y Sardinata; también se encontró que la “Descripción detallada de los programas, proyectos y actividades” es una falencia presente en los municipios de CÁCHIRA, Cucutilla y El Tarra, presentándose solo en el 7.7% del departamento.

Finalmente, se encontró que falencias como la “Descripción de la infraestructura existente” presente en municipios como Gramalote, Herrán, Mutiscua, Pamplonita y Santiago y la “Estimación de la actual población” presente en Cacota, Chinacota, Convención, Ocaña y Ragonvalia, solo representan cada uno al 12.8% del municipio, siendo estas falencias las segundas presentadas en menor medida.

4. Conclusiones

- El departamento Norte de Santander carece de tratamiento de las aguas residuales domesticas en su mayoría de municipios correspondiendo al 77%, los cuales vierten directamente a la fuente hídrica más cercana, incumpliendo con los valores máximos permisibles estipulados en la normatividad vigente colombiana Resolución 0631/2015, ocasionando problemas de contaminación ambiental, desequilibrio ecológico y afectaciones a la salud humana. Tan solo el 23% realizan algún tipo de tratamiento sobre las aguas residuales domesticas recolectadas de la cabecera municipal coadyuvando a la disminución de cargas contaminantes.

Son nueve los municipios que ejercen tratamiento sobre el total de las aguas recogidas a excepción de Tibú y Villa Caro, quienes solo tratan el 54 y 13,5% respectivamente de las ARD municipales. Igualmente cabe resaltar que, aunque no poseen STAR, los municipios de Bucarasica, Cucutilla, Hacarí, La Esperanza, Pamplonita y Salazar de las Palmas no incumplen con la norma vigente ya que los parámetros generales se encuentran por debajo de los valores máximos permisibles.

- Los municipios del departamento presentan falencias en los contenidos mínimos estipulados en la Guía Metodológica para la Formulación de los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos Resolución 1433/2004, los cuales son fundamentales en la formulación, implementación y ejecución del documento.

En general, los municipios deben realizar la actualización del PSMV incluyendo toda la información necesaria para ejercer las medidas adecuadas en materia de recolección, transporte,

tratamiento y disposición final de las ARD municipales, así como, las enfocadas en la proyección de infraestructura y las de restauración ecológica de las fuentes de agua natural receptoras.

- Se reflejaron las necesidades de cada municipio en materia de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales domésticas, identificando los puntos críticos para ejercer modificaciones y mejoramientos en esos aspectos negativos.

Igualmente, se describen las falencias que posee cada documento técnico PSMV municipal, respecto a los contenidos mínimos estipulados en la Guía Metodológica, el cual requiere de actualización e incorporación de toda la información necesaria para su correcta formulación e implementación.

5. Recomendaciones

- Se recomienda a los municipios y a las empresas encargadas de la prestación de los servicios públicos en especial el sistema de alcantarillado, de realizar actividades de mantenimiento preventivo en cuanto a la red para evitar reboses, taponamientos e interrupciones en la prestación del servicio.
- Se recomienda a los municipios en general la realización completa de la caracterización de los parámetros generales, fisicoquímicos y microbiológicos para tener conocimiento del estado actual de cada vertimiento y su cumplimiento con la normatividad vigente.
- Se recomienda a las autoridades ambientales sugerir a los municipios la implementación de algún tipo de Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de bajo costo para la reducción de las cargas contaminantes en cada uno de los vertimientos puntuales.
- Se recomienda a los municipios realizar campañas de concientización ambiental con temáticas relacionadas a la disposición adecuada de residuos sólidos, ahorro y uso adecuado del agua y sobre la preservación y conservación de las fuentes hídricas.
- Se recomienda a los entes municipales actualizar el documento técnico PSMV e incluir toda la información sobre los contenidos mínimos estipulados en la Guía Metodológica Resolución 1433 del 2004.

Los resultados de este trabajo de grado proporcionan un instrumento técnico para los distintos municipios a la hora de realizar sus diagnósticos ambientales de saneamiento básico y que estos puedan servir para futuras actualizaciones o implementación de la normativa vigente Resolución 0631 del 2015.

Referencias Bibliográficas

ALVAREZ, Iván. (2017). *Como afectan las aguas residuales a los refugiados*. Fundación Acción Contra el Hambre. Recuperado en 23 de Febrero de 2021, de: <https://www.accioncontraelhambre.org/es/te-contamos/actualidad/dia-mundial-del-agua-como-afectan-las-aguas-residuales-los-refugiados#:~:text=La%20mala%20gesti%C3%B3n%20de%20estas,de%20aguas%20contaminadas%20por%20excrementos.>

ARRIOLS, Enrique. (2018). *Que son las aguas residuales y como se clasifican*. Ecología verde. Recuperado en 24 de abril de 2020, de: <https://www.ecologiaverde.com/que-son-las-aguas-residuales-y-como-se-clasifican-1436.html>

BOFILL MAS, Silvia. CLEMENTE CASARES, Pilar. ALBIÑANA GIMENEZ, Néstor. MALUQUER DE MOTES PORTA, Carlos. HUNDESA GONFA, Ayalkibet. GIRONES LLOP, Rosina. *Efectos sobre la salud de la contaminación de agua y alimentos por virus emergentes humanos*. Revista Esp Salud Publica 2005; Vol 79, N° 02. Universidad de Barcelona. Recuperado 23 de Febrero de 2021, de: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272005000200012

CARDONA GÓMEZ, Juanita. GARCÍA GALINDO, Luisa Alejandra. (2008). *Evaluación del efecto de los microorganismos eficaces (EM®) sobre la calidad de un agua residual doméstica*. Recuperado en 24 de Abril de 2020, de: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8207/tesis204.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CASTAÑEDA, Antonio. FLORES, Ernesto. (2013). *Tratamiento de aguas residuales domesticas mediante plantas micrófitas típicas en Los Altos de Jalisco, México*. Paakat: Revista de tecnología y sociedad, “Innovación y difusión de la tecnología”. Recuperado en 24 de Abril de 2020, de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5815442>

CONTRALORIA GENERAL DEL DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER. (2013). *Informe anual del estado de los recursos naturales y del ambiente del departamento Norte de Santander*. Cúcuta, Norte de Santander

FIBRAS Y NORMAS DE COLOMBIA S.A.S. *Procesos de aguas residuales, PTAR, definición, tipos, etapas del proceso, conclusiones*. Recuperado en 24 de Abril de 2020, de: <https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/procesos-de-aguas-residuales-ptar-definicion-tipos-etapas-del-proceso-conclusiones/#Plantas-de-tratamiento-de-aguas-residuales-PTAR>

GENE, Jorge. (2013). *Evaluación de las lagunas de oxidación y de los humedales como sistemas de tratamiento de aguas residuales en poblaciones de hasta 12500 habitantes*. Recuperado en 24 de Abril de 2020, de: <http://escuelaing-dspace.metabiblioteca.com.co:8080/jspui/bitstream/001/78/1/Gene%20Beltran%2C%20Jorge%20Mayid%20-%202013.pdf>

GOMEZ, Giraldo. (1993). *Tratamientos anaerobios de las aguas residuales domésticas*. Recuperado en 29 de Julio de 2021 de:

<https://revistaing.uniandes.edu.co/index.php?idr=8&ids=12&ida=15&l=en>

LIZARAZO, Jenny. ORJUELA, Martha. (2013). *Sistemas de plantas de tratamiento de aguas residuales en Colombia*. Recuperado en 24 de Abril de 2020, de: <http://bdigital.unal.edu.co/11112/1/marthaisabelorjuela2013.pdf>

MADERA, Carlos. SILVA, Juan. PEÑA, Miguel. (2005). *Sistemas combinados para el tratamiento de aguas residuales basados en tanque séptico-filtro anaerobio y humedales subsuperficiales*. Ingeniería y Competitividad, vol. 7, núm. 2, 2005, pp. 5-10. Recuperado en 24 de Abril de 2020, de: <https://www.redalyc.org/pdf/2913/291323478001.pdf>

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 1433 de 2004. Por la 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.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 0631 de 2015. Por la cual se establecen los parámetros y 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.

NOVOA, Berajano. (2015). *Eficiencia del uso de microorganismos para el tratamiento de agua*. Recuperado en 29 de Julio de 2021 de: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1298&context=ing_ambiental_sanitaria

QUIPUZCO, Lawrence. (2005). *Evaluación del comportamiento de dos pantanos artificiales instalados en serie con Phragmites australes para el tratamiento de aguas residuales domésticas*. Recuperado en 24 de Abril de 2020, de:

<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/2295/1999>

ROJAS, Ricardo. (2002). *Gestión integral de tratamiento de aguas residuales*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Organización Mundial de la Salud. Recuperado en 29 de julio de 2021 de: <http://files.control-ambiental5.webnode.com.co/200000093-9097e9190c/GESTION%20INTEGRAL%20DEL%20TRATAMIENTO%20AR.pdf>

SANDOVAL, Víctor H. (2016). *Evaluación de las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en la zona rural de Santiago de Cali*. Trabajo de Magister. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. Palmira, Valle del Cauca.

SOLANO ARCE, María del Mar. (2011). *Impacto ambiental por aguas residuales y residuos sólidos en la calidad del agua de la parte media-alta de la microcuenca del río Damas y propuesta de manejo*. Trabajo de grado. Universidad Nacional, Costa Rica. Recuperado 23 de Febrero de 2021, de:

<https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Impacto%20ambiental%20por%20aguas%20residuales%20y%20residuos%20s%C3%B3lidos%20en%20la%20calidad%20del%20agua.pdf>

TORRES, Patricia. (2012). *Perspectivas del tratamiento anaerobio de aguas residuales domesticas en países en desarrollo*. Revista EIA. Print versión ISSN 1794-1237.

Rev.EIA.Esc.Ing.Antiop no.18 Envigado July/Dec. 2012. Recuperado en 29 de Julio de 2021 de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372012000200010

VENEGAS, Andrés. (2018). *Solamente 48,2% de los municipios cuentan con plantas de tratamiento de aguas residuales*. La Revista. Recuperado en 24 de Abril de 2020, de: <https://www.larepublica.co/infraestructura/solamente-482-de-los-municipios-cuentan-con-plantas-de-tratamiento-de-aguas-residuales-2611155>