

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL  
BASADO EN LA NORMA ISO 14001 EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL DEL MUNICIPIO DE ANAPOIMA



**UNIVERSIDAD MILITAR  
NUEVA GRANADA**

**AUTOR**

FABIO ANDRES LOPEZ SERJE

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

**INGENIERIA INDUSTRIAL**

Director:

**JHON ALEXANDER PRIETO CARRILLO**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA**

**FACULTAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA**

**PROGRAMA INGENIERIA INDUSTRIAL**

**BOGOTÁ, 15 OCTUBRE 2020**

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL  
BASADO EN LA NORMA ISO 14001 EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL DEL MUNICIPIO DE ANAPOIMA

FABIO ANDRES LOPEZ SERJE

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
BOGOTÁ D.C

2020

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL  
BASADO EN LA NORMA ISO 14001 EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL DEL MUNICIPIO DE ANAPOIMA

FABIO ANDRES LOPEZ SERJE

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial

DIRECTOR:

Mag. Ing. JOHN ALEXANDER PRIETO CARRILLO

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
BOGOTÁ D.C

2020

## CONTENIDO

RESUMEN.....	10
INTRODUCCIÓN .....	12
1. GENERALIDADES.....	15
1.1 Problema de investigación.....	15
1.2 Antecedentes de investigación.....	16
1.3 Justificación.....	22
1.4 Objetivos.....	23
1.4.1 Objetivo general.....	23
1.4.2 Objetivos específicos .....	23
1.5 Alcance y limitaciones.....	24
2. MARCO TEÓRICO.....	24
2.1 Bases teóricas .....	24
2.1.1 Aguas residuales .....	24
2.1.2 Impactos ambientales de las aguas residuales .....	28
2.1.3 Tratamiento de aguas residuales .....	32
2.1.4 Sistemas de Gestión Ambiental .....	36
2.1.5 La norma ISO 14001:2015 – Sistemas de Gestión Ambiental (SGA).....	39
2.2 Definición de términos básicos.....	41
2.3 Marco legal .....	44
2.4 Contexto espacial.....	45
3. METODOLOGÍA .....	48
3.1 Tipo de estudio .....	48
3.2 Diseño de investigación.....	49
3.3 Técnicas de recolección y análisis de datos.....	49
3.4 Población y muestra.....	50

3.5 Procedimiento .....	50
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	52
4.1 Aspectos generales del Conjunto Residencial Altos de San Nicolás .....	52
4.2 Resultados de la encuesta a propietarios .....	54
4.3 La PTAR y el manejo actual de las aguas residuales del Conjunto .....	61
5. PROPUESTA .....	69
5.1 Planificación .....	69
5.1.1 Política medioambiental para la Administración del Conjunto .....	69
5.1.2 Análisis de la situación existente .....	70
5.1.3 Identificación de aspectos prioritarios .....	71
5.1.4 Definición de requisitos legales .....	71
5.1.5 Definición de objetivos medioambientales .....	73
5.1.6 Programa de gestión ambiental .....	74
5.2 Implantación (Hacer) .....	79
5.2.1 Estructuras y responsabilidades .....	79
5.2.2 Formación y sensibilización .....	80
5.2.3 Comunicación .....	80
5.2.4 Documentación del Sistema de Gestión Ambiental .....	81
5.2.5 Control operacional .....	81
5.2.6 Plan de emergencia .....	82
5.3 Verificación .....	83
5.3.1 Seguimiento y medición .....	83
5.3.2 Evaluación del cumplimiento legal .....	86
5.3.5 Auditoría interna .....	86
5.4 Actuación .....	87
5.4.1 Revisión por la dirección .....	87
5.4.2 Certificación del Sistema de Gestión Ambiental .....	87
CONCLUSIONES .....	89

RECOMENDACIONES .....92

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....94

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización de Anapoima en el departamento de Cundinamarca. ....	46
Ilustración 2. Ubicación del Conjunto con relación al casco urbano de Anapoima.....	47
Ilustración 3. Imágenes del Conjunto Residencial Altos de San Nicolás.. ....	53
Ilustración 4. Tiempo como propietarios.. ....	55
Ilustración 5. Aspectos que más agradan del Conjunto. ....	56
Ilustración 6. Satisfacción con el orden y disposición de residuos sólidos. ....	57
Ilustración 7. Satisfacción con la disposición de las aguas residuales del Conjunto. ....	58
Ilustración 8. Percepción de que el Conjunto es amigable con el medio ambiente.. ....	59
Ilustración 9. Cumplimiento de las normas ambientales por parte del Conjunto.. ....	60
Ilustración 10. Es prioritaria la puesta en operación de la PTAR del Conjunto.. ....	61
Ilustración 11. Unidad primaria de la PTAR. ....	64
Ilustración 12. Lodos activados en la PTAR.....	65
Ilustración 13. Recirculación de motores.....	66
Ilustración 14. Lechos de secado. Fuente: elaboración propia.....	67
Ilustración 15. Estructura orgánica del Sistema de Gestión Ambiental para la operación de la PTAR.....	79
Ilustración 16. Esquema básico para el análisis de riesgos de la operación de la PTAR.....	82

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Datos de la situación actual de la PTAR y las aguas residuales del Conjunto.....	62
Cuadro 2. Programa de Gestión Ambiental para la disposición de las aguas residuales del Conjunto Residencial Altos de San Nicolás.....	75
Cuadro 3. Diseño de indicadores para la función de Verificación.....	84

## LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Formato de la encuesta a propietarios.....	98
Anexo B. Actividades planteadas por la empresa contratada para el diagnóstico de la PTAR, prerequisites para poner a operar regularmente.....	99
Anexo C. Parámetros para el vertimiento de aguas residuales en cuerpos de agua, según la resolución 631 de 2015.....	101
Anexo D. Manual de gestión ambiental y demás formatos de registro y procedimientos...	102

## RESUMEN

El Conjunto Residencial Altos de San Nicolás, ubicado en el municipio de Anapoima (departamento de Cundinamarca), fue construido entre 2008 y 2011, aunque la entrega de las casas a sus propietarios empezó en 2010. En 2011 la empresa constructora entregó la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), puesto que por estar localizado en una zona veredal, no contó con el servicio de alcantarillado del municipio. Desde este tiempo, la PTAR ha permanecido sin entrar en operación, lo que ha implicado que las aguas residuales del Conjunto se viertan sin ningún tipo de tratamiento a las aguas de la Quebrada Socotá, causando la contaminación propia de las aguas residuales de carácter doméstico.

Frente a esta situación, en este trabajo se planteó como objetivo general proponer la implementación del Sistema de Gestión Ambiental, basado en la norma ISO 14001, en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Conjunto Residencial Altos de San Nicolás. En cuanto a la metodología empleada, se efectuó una investigación descriptiva, empleando como técnicas para la recolección de información la revisión bibliográfica y documental, así como las encuestas aplicadas a una muestra de propietarios. Se encontró que el Conjunto incumple diversas normas de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca y del Ministerio de Ambiente sobre vertimiento de aguas residuales. Sin embargo, debido a que la mayoría de los propietarios tienen estas casas principalmente para veraneo, el volumen de aguas vertidas es reducido frente al potencial de las 93 casas que lo conforman.

Para la propuesta del Sistema de Gestión Ambiental se tiene en cuenta que la norma ISO 14001 plantea el desarrollo del ciclo PHVA. En tal sentido, se comienza exponiendo el campo de

la Planificación, en donde se incluye la propuesta de una política medioambiental para el Conjunto, el análisis de la situación existente, la identificación de los aspectos prioritarios, los objetivos medioambientales y el programa de gestión ambiental. Para la fase Hacer, o sea la implementación, se define una estructura y las respectivas responsabilidades, las formación, la comunicación y el plan de emergencia, entre otros aspectos. Para la Verificación se plantea el seguimiento y medición de indicadores, el cumplimiento legal y la auditoría interna. Finalmente, para la fase de Actuación se incluyen la revisión por la dirección y la posibilidad de certificación.

***Palabras clave:*** Tratamiento de aguas residuales – Sistema de Gestión Ambiental – Norma ISO 14001 – Aguas residuales domésticas – PTAR.

## INTRODUCCIÓN

En el siglo XXI se ha hecho cada vez más evidente la amenaza que se cierne sobre el planeta a causa de las diversas actividades humanas que producen la contaminación del medio ambiente. Es por ello por lo que los diferentes tipos de organizaciones, así como las personas a título individual, intentan conocer y adquirir consciencia sobre las prácticas que deben eliminar, minimizar o implementar, para detener el camino que ha ido llevando al deterioro de los recursos naturales y, que al final, repercuten en la salud y el bienestar de los seres humanos.

La contaminación ambiental se presenta por diferentes vías, entre las que se encuentran el agua, el aire y los suelos; todo lo cual genera la afectación de los seres vivos, de manera directa y por otras reacciones como puede ser el cambio climático. Dentro de estos campos uno de los más relevantes es el tema del agua, puesto que es un factor preponderante para la vida humana. Por esta razón, las diversas instancias internacionales y nacionales se han enfocado en buscar soluciones que favorezcan que los colectivos humanos asuman conductas más responsables, particularmente, en lo que refiere a la disposición de las aguas residuales, que es una de las vías por las cuales se puede generar mayor contaminación de los cuerpos de aguas como flujos subterráneos, ríos, lagunas, mares, etc.

Aun así, se presentan aun muchas limitaciones en el avance de estas soluciones, especialmente, por la falta de acciones de los particulares (industrias, comercios, agricultura y concentraciones urbanas), que conlleven a ponerse a tono con las necesidades de conservación medioambiental. Este es el caso del Conjunto Residencial Altos de San Nicolás, ubicado en las

inmediaciones del casco urbano del municipio de Anapoima (vereda San Judas), en el departamento de Cundinamarca.

Luego de su construcción, este conjunto comenzó a entregarse a sus propietarios en el año 2010 y, posteriormente, en el año 2011 la empresa constructora entregó la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Sin embargo, ésta no se ha puesto en funcionamiento hasta la actualidad, por lo que las aguas residuales que se producen son vertidas sin descontaminarse a las aguas de una quebrada que fluye en cercanías.

Es por esta razón que el objetivo general de la presente investigación consiste en proponer la implementación del Sistema de Gestión Ambiental, basado en la norma ISO 14001, en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Conjunto Residencial Altos de San Nicolás. De esta manera, se busca aportar a la solución de la problemática de contaminación hídrica que allí se genera, brindando un mecanismo organizado y sistemático, como es lo que se plantea en la mencionada norma.

Con referencia a los aspectos metodológicos de la investigación realizada, el estudio que se efectuó fue de carácter descriptivo, elaborado con un diseño que combinó la investigación documental con la investigación de campo. De igual manera, como técnicas para la recolección de información, se emplearon la revisión documental y bibliográfica así como la aplicación de encuestas a los propietarios. El objetivo de la encuesta fue el de conocer las impresiones de los propietarios sobre los temas ambientales del Conjunto, así como sobre el funcionamiento y administración de la PTAR. Esta información tiene como propósito aportar un sustento a las acciones que se desarrollen para justificar la puesta en operación de la PTAR. Este instrumento se

aplicó a una muestra de 30 propietarios, de los 93 que conforman la población, ante la limitación señalada de la dificultad para contactarlos en el Conjunto.

Para cumplir con los objetivos previstos, el trabajo se ha estructurado en cinco capítulos. En el primero se muestran las generalidades, en cuanto al planteamiento del problema, objetivos y justificación, entre otros aspectos. El segundo capítulo se ocupa del marco teórico, en el cual se incluyen las bases teóricas, el marco legal y el contexto espacial. En el tercer capítulo se exponen los aspectos de la metodología como es lo referente al tipo de estudio, diseño de la investigación, técnicas de recolección de información y el procedimiento desarrollado.

El cuarto capítulo es el que se ocupa de la presentación del diagnóstico, en donde se señalan los aspectos generales del Conjunto Residencial Altos de San Nicolás, se muestran los resultados de la encuesta a propietarios e, igualmente, se describe la situación actual de la PTAR y del manejo de las aguas residuales del Conjunto. En el quinto capítulo se lleva a cabo la presentación de la propuesta, la cual se expone con base en el ciclo PHVA (planificar, hacer, verificar y actuar), que es el principio en que se basa la implementación de la norma ISO 14001. Por último se finaliza con las conclusiones y recomendaciones que surgieron de la investigación.

## **1. GENERALIDADES**

### **1.1 Problema de investigación**

El Conjunto Residencial Altos de San Nicolás, ubicado en las inmediaciones del casco urbano del municipio de Anapoima (departamento de Cundinamarca), se construyó por etapas desde el año 2008, pero la entrega a los propietarios de sus 93 casas sólo se inició en el año 2010. En 2011 la firma constructora entregó la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), pero hasta el año 2020 no ha entrado en operación para cumplir su finalidad. Por lo tanto, las aguas residuales se han vertido por cerca de una década, sin ningún tipo de tratamiento, a la quebrada Socotá que pasa por sus inmediaciones

Por lo tanto, se presenta la necesidad de que la Administración del Conjunto asuma una responsabilidad frente a esta situación, con la puesta en operación de la PTAR. Sin embargo, para lograr que este factor de protección medioambiental se convierta en una prioridad y una política administrativa que implique acciones estructuradas, sistemáticas y sostenibles, alrededor de la planta, resulta de gran relevancia la implementación de la norma ISO 14001 sobre Sistemas de Gestión Ambiental, como marco esencial para la operación y administración de la PTAR.

Los Sistemas de Gestión Ambiental, como el que trata la mencionada norma, tienen la ventaja de que permite asumir las acciones o actividades para la protección del medio ambiente, como una política prioritaria, integrada y transversal al resto de la gestión administrativa de cualquier tipo de organización. En tal sentido, al implementar la norma como base para la puesta en funcionamiento de la PTAR, se garantiza la implementación de un ciclo de mejora continua en

el que se trabajaran las funciones de planificar, hacer, verificar y actuar; todo lo cual favorece el óptimo desempeño de la PTAR y el cumplimiento de sus objetivos.

Con base en lo anterior, se expone como pregunta de investigación, la siguiente:

¿Cómo debe llevarse a cabo la implementación del Sistema de Gestión Ambiental, basado en la norma ISO 14001, para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Conjunto Residencial Altos de San Nicolás, ubicado en Anapoima (departamento de Cundinamarca)?

## **1.2 Antecedentes de investigación**

Para la elaboración de estos antecedentes se buscaron investigaciones que realizaran la aplicación de la norma ISO 14001 sobre Sistemas de Gestión Ambiental, a plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR). Si bien se encontraron algunos trabajos en los que se alude a la implementación de la gestión ambiental en PTAR, sólo se halló uno que se enfoca concretamente en la mencionada norma, puesto que los otros se basan en las normas de las autoridades ambientales a nivel nacional o en otros tipos de normas de carácter internacional.

Mosquera y Ramírez (2014) realizaron un estudio cuyo objetivo general consistió en proponer la implementación de un sistema de gestión ambiental alrededor de los parámetros exigidos por el Ministerio de Medio Ambiente a la empresa Centroaguas (en el municipio de Tuluá, en el departamento del Valle), en torno al tratamiento de aguas residuales. Cabe señalar que la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de esta empresa recibe un gran volumen de las aguas negras del municipio, pero no cuenta con una gestión ambiental adecuada que ayude a optimizar su operación y el cumplimiento de su misión.

Para el desarrollo de dicha investigación, los mencionados autores efectuaron un diseño metodológico en el que se desarrolló el siguiente procedimiento. En la primera fase se elaboró el diagnóstico y la revisión ambiental inicial, evaluando las condiciones actuales del manejo ambiental de la empresa. En la segunda fase se estableció la política ambiental, incluyendo los principios y las metas por cumplir. En la tercera fase se llevó a cabo la planificación, en la que se proyectan las acciones a partir de las metas y los recursos con que cuenta la empresa, incluyendo la determinación de los impactos ambientales y los programas para resolverlos. En la cuarta fase se plantea la implementación de los programas y, en la quinta fase, se proyecta la verificación, la cual se lleva a cabo con la medición de los indicadores diseñados para ello.

En cuanto a los resultados y conclusiones del trabajo de Mosquera y Ramírez (2014), se encontró que la empresa cuenta con una gestión ambiental que desarrolla programas para minimizar los impactos ambientales, pero cuenta con diversas falencias al respecto, principalmente el hecho de que los vertimientos aun contienen parámetros biológicos por encima de las normas; además, el consumo de agua se considera que plantea desperdicios, por lo que deben optimizarse los procesos al respecto. Finalmente se proponen acciones en aspectos puntuales como el control de olores, control de emisiones, plan de emisiones de biosólidos, optimización del agua y coordinación institucional.

Otro estudio fue efectuado por Quiroz (2019), en donde se planteó como objetivo proponer un sistema de gestión ambiental para la PTAR “Los Tajos”, en el municipio de Cartago, departamento del Valle, fundamentado en la norma ISO 14001:2015. Según el autor, se parte de que en esta planta se han ido desarrollando diversas herramientas de gestión ambiental, pero no cuenta con un sistema que integre de forma estructural los esfuerzos y recursos al respecto.

El procedimiento metodológico empleado para la mencionada investigación, parte de la elaboración de un diagnóstico por medio de la observación y la revisión documental, para identificar los problemas y debilidades puntuales de la PTAR en el aspecto ambiental. Seguidamente, se analizaron los aspectos legales inherentes que plantean parámetros y acciones que se deben cumplir en la operación de la PTAR. Posteriormente, se diseñan los programas requeridos para adecuar la situación encontrada a los requerimientos de la norma ISO 14001:2015.

En la propuesta que se presenta como conclusión del estudio se incluye la definición de un Plan de Control para abordar los aspectos ambientales significativos. Cabe anotar que las mayores debilidades detectadas fueron el vertido de aguas residuales y la generación de lodos. También se elaboró una propuesta de programa de auditoría para hacer seguimiento al cumplimiento de las metas y parámetros de la planta en torno a la norma ISO.

Por otra parte, Solares (2006) efectuó un trabajo en cual se pretendió desarrollar una metodología enfocada en auspiciar la certificación de la norma ISO 14000 para una planta de tratamiento de aguas residuales ubicada en la ciudad de Guatemala. Se trata de una planta que se encuentra a cargo de la Escuela Regional de Posgrado de Ingeniería Sanitaria, con un propósito educativo, la cual aún no cuenta con certificación ISO 14000 sobre la aplicación del campo de la gestión ambiental.

Para el desarrollo del estudio se cumplió una metodología que partió por elaborar un diagnóstico inicial, en el que se incluyó el análisis de la organización y la eficiencia del planta, así como de las funciones operativas y de mantenimiento. Luego se procedió a la elaboración de la propuesta en la que se formuló la política ambiental, así como el cumplimiento de la norma ISO

14000, con los principios ambientales, objetivos y metas, los programas de gestión ambiental, la estructura y responsabilidades, y finalmente, los mecanismos de medición y evaluación.

Posteriormente se procedió a presentar los aspectos de la implementación de la norma, lo cual se realizó con base en los principios de compromiso y política, planificación, implementación, así como de medición y evaluación. Adicionalmente se incluyó el desarrollo de la mejora continua. Esto último se presentó sobre la base de los elementos y procedimientos para la mejora, así como del ciclo de vida.

En cuanto a las conclusiones del trabajo, se destacó que se desarrolló un programa piloto en el que se tuvieron en cuenta los requerimientos de un sistema de gestión ambiental. Además, se hace énfasis en la necesidad de capacitar al personal para que se tome consciencia y se adquieran los conocimientos necesarios para el buen desempeño del sistema. Finalmente, el estudio concluyó que es necesario cumplir con las exigencias financieras que demandan las operaciones y los programas que forman parte del sistema de gestión ambiental, lo cual hace referencia a los recursos de diversa índole, en donde se incluye la contratación de un supervisor, el cual será responsable de la operación, los análisis y las evaluaciones que demanda el cumplimiento de la norma.

Por otra parte, Rodríguez (2008) efectuó un estudio cuyo objetivo general fue el de diseñar un sistema integral de gestión para los subproductos de una planta de tratamiento de aguas residuales tipo compacta en el Jardín Botánico de la Universidad Nacional de Colombia, efectuando una comparación con sistemas similares que se encuentran en San Andrés Isla. En cuanto a la metodología de la investigación, se realizó una revisión bibliográfica así como un análisis espacial y temporal con un muestreo de campo sobre las características de los subproductos de la planta.

En desarrollo del trabajo, se llevó a cabo un diagnóstico en el que caracterizó la planta de tratamiento de aguas residuales y en el que se definieron los elementos contenidos en las aguas residuales, incluyendo los aspectos biológicos y químicos. Así mismo, se evaluó la eficiencia del tratamiento, determinando la remoción que la planta de tratamiento logra realizar de los elementos contaminantes.

Con base en el diagnóstico se presentó la propuesta para la gestión integral de la planta y de los subproductos. Se parte por la entrada de las aguas residuales y, a partir de allí, se entra en el tanque de aireación y los lodos activados para proseguir con el sedimentador secundario y el tanque de almacenamiento del efluente líquido. El exceso de lodo va para el estabilizador de lodo y posteriormente pasa a la deshidratación, el compostaje y la aplicación al terreno a manera de reutilización en riego. En las conclusiones se hace énfasis en la necesidad de controlar la aplicación de lodo de riego para que no se eleve la concentración de nitrógeno. Igualmente, se plantea el uso de llantas de automóviles en remplazo de la grava para el lecho de secado, como una manera de aumentar la eficiencia de reciclado.

Finalmente, hay que reseñar el trabajo elaborado por Sánchez y González (2016), cuyo objetivo consistió en efectuar un diagnóstico de la calidad de las aguas residuales de la planta embotelladora Hielosnorte S.A.C, proponiendo un sistema de gestión ambiental enfocado en minimizar la contaminación. En el componente metodológico se llevaron a cabo mediciones de las dimensiones física, química y orgánica en ocho diferentes puntos de emisión y descarga de los efluentes, previo a su vertido. Para este proceso se tuvieron en cuenta diversas normas de carácter internacional para el análisis de aguas residuales.

Así mismo, se definieron tres etapas en el proceso productivo de la empresa, determinando un total de quince puntos para evaluación de parámetros de las aguas residuales. Como resultado de esta fase de diagnóstico se encontró que la mayor concentración en los efluentes se presenta en los sólidos totales, el cloruro, la demanda de bioquímica de oxígeno y los sulfatos totales.

Con base en lo encontrado en el diagnóstico, se plantearon conclusiones que incluyen la necesidad de un tratamiento previo de las descargas industriales por la alta carga contaminante detectada. Es por ello por lo que se recomendó la construcción de una planta de tratamiento especializada para las aguas residuales, manejada dentro de los lineamientos de la norma ISO 14001. En este sentido, el sistema de gestión ambiental para la planta deberá contar con elementos en los que se incluye: la implementación de una política ambiental, la planificación de las metas correspondientes, la implementación de las operaciones planificadas, la verificación y las consecuentes acciones correctivas, y finalmente, la revisión por parte de la dirección de la empresa.

A manera de conclusión sobre lo observado en los antecedentes investigativos, se aprecia que solo en uno de ellos se aplica la norma ISO 14001 a una PTAR, enfocándose en el desarrollo de los principios generales y la estructura planteada por la norma, en donde se siguen los pasos de elaboración del diagnóstico, establecimiento de la política ambiental, planificación, propuesta de implementación y proyección de la verificación.

En los otros trabajos presentados se siguen procedimientos o estructuras similares, aunque con algunas variaciones pues no se tiene como referencia la mencionada norma. Otro aspecto importante por resaltar es que en todos los trabajos se basan en la revisión documental y la observación como fuentes de recopilación de datos. Se destaca que, en algunos, el diagnóstico abarcó la caracterización de las aguas residuales, por lo que se efectuó un muestreo para la medición

de los respectivos parámetros sobre contaminantes biológicos y químicos. Todos estos aspectos sirven para modelar la estructura, la metodología y el enfoque a seguir en la presente investigación.

### **1.3 Justificación**

La relevancia de este trabajo parte del hecho de lograr satisfacer una necesidad evidente que es la de aportar un mecanismo efectivo que sirva de orientación para la gestión y para la puesta en funcionamiento de la PTAR del Conjunto. Esto, considerando que los propietarios cuentan en la actualidad con el nivel de consciencia para entender que se está causando un daño al medio ambiente, al no ser tratadas las aguas residuales antes de ser vertidas a la quebrada Socotá.

Igualmente, otro aporte fundamental de este trabajo consiste en la indagación de las normas ambientales que sirven de marco acerca de lo que debe ser el manejo de las aguas residuales del Conjunto. Este aspecto es de gran relevancia puesto que en Colombia y particularmente en el departamento de Cundinamarca existen regulaciones para diferentes tipos de organizaciones que generan aguas residuales y deben manejar de manera adecuada su vertido, cuando se realiza en cuerpos de agua.

En este sentido, se muestra el camino a seguir para cumplir con la normatividad y ponerse en armonía con los requerimientos de la autoridades ambientales, como son el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, así como la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR. Esto se efectúa conforme a los lineamiento que va indicando la norma ISO 14001, como base del Sistema de Gestión Ambiental que se propone.

Otro aspecto que es importante señalar, acerca de la relevancia del trabajo, es que éste permite abordar un campo como es el de la Gestión Ambiental, el cual cada vez se consolida más

como un frente necesario de considerar en el ámbito de la Ingeniería Industrial. Al respecto, hay que destacar que en la actualidad, los diversos proyectos o procesos que se acometen desde esta profesión requieren incorporar de manera integral o transversal la perspectiva de protección del medio ambiente. Esto se debe a que esta variable resulta fundamental para las diversas actividades en que intervienen los seres humanos, buscando prevenir el deterioro de las condiciones de vida en el planeta, especialmente para las generaciones venideras.

## **1.4 Objetivos**

### ***1.4.1 Objetivo general***

Proponer la implementación del Sistema de Gestión Ambiental, basado en la norma ISO 14001, en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Conjunto Residencial Altos de San Nicolás, ubicado en el municipio de Anapoima, departamento de Cundinamarca.

### ***1.4.2 Objetivos específicos***

- Describir la situación actual de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y del manejo de las aguas residuales por parte del Conjunto Residencial Altos de San Nicolás.
- Establecer las acciones o actividades necesarias para la puesta en operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Conjunto Residencial Altos de San Nicolás.
- Incorporar la norma ISO 14001 sobre Sistemas de Gestión Ambiental para lograr el desarrollo del ciclo de mejora continua en la operación y administración de la PTAR.

## **1.5 Alcance y limitaciones**

Es pertinente destacar que el desarrollo de la investigación se dio lugar entre el último trimestre del año 2019 y el primero del año 2020. Así mismo, el trabajo se desarrolló, en lo referente a la labor de campo, en el lugar de ubicación del Conjunto, en el municipio de Anapoima. En cuanto a las limitaciones para el desarrollo de la investigación, es conveniente anotar que este Conjunto es principalmente un lugar de veraneo para sus propietarios, por lo que no fue posible contar con la mayoría de ellos para obtener sus opiniones y percepciones alrededor del tema de estudio. Hay que tener en cuenta que esta información serviría como referencia y soporte en la toma de decisiones acerca del funcionamiento y administración de la PTAR, al igual que sobre la aplicación del Sistema de Gestión Ambiental.

## **2. MARCO TEÓRICO**

En este capítulo se desarrollan los antecedentes investigativos, las bases teóricas, el marco conceptual, el marco legal y el marco o contexto espacial.

### **2.1 Bases teóricas**

#### ***2.1.1 Aguas residuales***

De acuerdo con Arriols (2019), la denominación de aguas residuales se emplea para agrupar a las aguas que han terminado su utilización en los contextos de las residencias y apartamentos a nivel doméstico, así como las que se han empleado en las industrias, empresas de servicios y demás

espacios a nivel urbano, así como las que se han empleado a nivel rural para ganadería y las aguas naturales que de alguna manera se han mezclado con las que se han mencionado. De acuerdo con esto las aguas residuales son aguas a las que se han añadido diversos tipos de sustancias contaminantes sólidos o líquidos.

Dicho autor también precisa que se consideran aguas residuales únicamente las que han sido intervenidas por el ser humano, por lo que otras aguas que no son aptas para ser consumidas debido a factores contaminantes originados en la naturaleza, no se asumen como aguas residuales.

Es importante también señalar que el tema del agua representa un doble reto para las congregaciones humanas, en donde el primero es el acceso o suministro al agua para los diferentes usos que se requieren a partir de considerársele como el líquido vital. El segundo consiste, precisamente, en la disposición de las aguas de desecho, de manera que no afecten al bienestar de las personas ni deterioren el medio ambiente. Durante mucho tiempo la humanidad se ocupó de lo primero, siendo indiferente con el tema de las aguas residuales, y sólo con el aumento de la contaminación generada por el aumento de la población, se evidenció la necesidad de actuar al respecto.

Sobre este tema, Rodríguez (2017) plantea que las fuentes de agua, como los ríos, acuíferos, lagos y el mar, tienen un límite para recibir las aguas residuales y recomponerlas, neutralizando la carga contaminante. Este es un margen muy estrecho debido al gran volumen que generan los asentamientos humanos, por lo que es inevitable la necesidad de generar mecanismos de descontaminación antes de realizar los vertidos a los mencionados acuíferos.

Un aspecto muy importante por señalar es que cuando no se les realiza algún tipo de tratamiento a las aguas residuales se incorporan en las corrientes superficiales, como son los casos de los ríos, mares y lagos, la contaminación que conllevan afecta de manera nociva a la flora y la fauna. Es por ello por lo que es fundamental que se produzca su tratamiento antes de ser vertidas a dichas corrientes pues con ello se puede lograr que sus características físicas, biológicas y químicas no impacten negativamente el medio ambiente. También es necesario destacar que el tipo y el grado de tratamiento que deben recibir las aguas residuales dependerá tanto de las condiciones en que se encuentra el cuerpo de agua receptor, como con la magnitud de la contaminación que conllevan las aguas antes de su vertimiento (Rodríguez, 2017).

Es importante destacar que entre las características principales que tienen las aguas residuales, se encuentran las siguientes:

- Las sustancias que se encuentran incorporadas en las aguas residuales pueden estar presentes como disueltas cuando se trata de principalmente de líquidos, suspendidas cuando se trata particularmente de sólidos, en un estado coloidal, lo que hace referencia a un estado intermedio.
- Dichas sustancias pueden ser orgánicas, cuando tienen su origen en material animal o vegetal; o inorgánicas, cuando provienen de material mineral.
- Estos dos tipos de sustancias pueden interferir con los tipos de recolección y transporte que se intente realizar de las aguas residuales.
- Cuando se trata de sustancias orgánicas, éstas tienen como características que se descomponen por acción de las bacterias, lo que va generando diversos cambios en el agua residual que la contiene y, posteriormente, en el agua del cuerpo de agua receptor.

- Dentro de las sustancias orgánicas que pueden estar presentes en las aguas contaminadas, se incluyen organismos patógenos que son causantes de diversas enfermedades que pueden ser muy graves para quienes tienen contacto con ellas, bien sea por contacto directo o consumo de dichas aguas o por el impacto en la superficie de la tierra y el riesgo en la agricultura (Rodríguez, 2017).

Evidentemente, las aguas residuales pueden tener muy diferentes características, lo cual surge principalmente de los diversos orígenes que pueden tener. Estos suelen clasificarse en cuatro grandes grupos, que son: doméstico o urbano, industrial, agropecuario y, finalmente, la lluvia ácida.

Con relación a las aguas residuales domésticas o urbanas, según Arriols (2019), estas son las más comunes para la mayoría de las personas y es la que se produce del uso que se da al agua en las viviendas y, en general, en los núcleos urbanos. Esto significa que se incluyen allí también los establecimientos de trabajo y lugares de trabajo de las personas. Este origen da lugar a un tipo de aguas residuales que tiene bastante concentración de contaminantes orgánicos y sólidos sedimentables al igual que diversos microorganismos. Principalmente se originan, cuando las personas se bañan en la ducha, usan el baño, o lavan los platos.

Dicho autor, plantea con respecto a las aguas residuales industriales, que son las que provienen de las diversas actividades de las industrias, independiente de que produzcan alimentos, energía, manufacturas, etc. La principal característica de estas aguas consiste en que por lo general contienen altas concentraciones de sustancias contaminantes, incluyendo metales pesados como plomo, mercurio, cadmio, cobre, que puede ser muy nocivos para la salud humana; e igualmente, se incluyen muchas sustancias de origen químico.

En lo que tiene que ver con las aguas residuales de la agricultura y la ganadería, Arriols (2019) señala que al ser la agricultura un sector altamente consumidor de agua, particularmente para el regadío, se generan aguas residuales que suelen estar contaminadas con insumos químicos como los pesticidas, insecticidas y abonos. Lo mismo ocurre con la ganadería intensiva, en donde los productos químicos que se usan para criar los animales, así como los desechos fecales y los orines pueden llegar a contaminar los flujos de agua y los suelos.

Finalmente, las aguas residuales que se derivan de la lluvia ácida, según el citado autor, surgen de los contaminantes que se emiten a la atmósfera por diversas actividades humanas, como las chimeneas de las industrias, las quemas en el campo, entre muchas otras, los cuales se combinan con el vapor del aire y descienden a través de las lluvias. Generalmente, estas aguas al llegar a los alcantarillados de las ciudades se unen con las aguas residuales domésticas o urbanas.

### ***2.1.2 Impactos ambientales de las aguas residuales***

En general, los impactos ambientales pueden ser ocasionados por cualquier actividad humana en mayor o menor grado. En este sentido, un impacto ambiental se define como la alteración que puede generar en su entorno el ser humano. Por lo tanto, el impacto ambiental se origina en una acción humana y se manifiesta según tres facetas sucesivas que pueden ser: primero, los cambios que se pueden presentar en algún factor ambiental o en la totalidad del sistema ambiental; segundo, una transformación en el valor del factor que ha sido objeto de cambio o del sistema que se ha modificado; y tercero, el significado que pueden plantear tales alteraciones que puede llegar a incidir en el bienestar humano y, concretamente, en su salud (Seoanez, 2012).

Como se aprecia, son diversas las maneras en que el ser humano puede crear problemas para el medio ambiente como, por ejemplo, con las aguas residuales que, si no se tratan adecuadamente, pueden afectar las condiciones de salud y ambientales para la población de una ciudad. Es decir que si no se manejan adecuadamente, puede derivar en impactos ambientales para el área cercana al origen de las mismas e, incluso, llegar a través de los flujos acuíferos como los ríos y mares, a generar afectaciones en zonas muy apartadas de donde se generaron.

Por otra parte, es importante destacar que el impacto ambiental puede ser derivado de una actividad que se encuentra operando de manera actual, o puede ser potencial, lo que implica que el impacto podría ocasionarse cuando una actividad que aún no se lleva a cabo, se ponga a operar. En este último caso se hace referencia a los proyectos en los que se realiza un estudio de impacto ambiental para prever las acciones de mitigación necesarias.

Como el impacto ambiental se encuentra relacionado con las actividades realizadas por el hombre, esto significa que al hacer alusión a este enfoque del término impacto no se hace referencia a las transformaciones del medio ambiente que surgen debido a eventos como los diversos fenómenos naturales que se pueden presentar. En general, según Seoanez (2012), se puede decir que el impacto resulta de medir la diferencia en la evolución, “con” y “sin” la mediación de la presencia y el influjo de la acción del hombre.

Esto significa que la alteración o el impacto se evalúa de acuerdo con la diferencia entre lo ocurriría en el entorno sin la acción humana frente a lo que puede ocurrir o ha ocurrido en razón de las actividades desarrolladas por el hombre. De acuerdo con esto, Seoanez (2012) plantea que el impacto varía en el tiempo con diversos rumbos y desenlaces según las características que éste

tenga. Desde los impactos que se van aumentando hasta los que tienden a desvanecerse a través del tiempo, gracias a la propiedad reversible con que cuenta el carácter del ecosistema.

También es relevante destacar que los impactos ambientales pueden producirse debido a las propiedades y naturaleza de los insumos que se utilizan, por el volumen de estos y la magnitud del área que afectan, así como por los tipos de sustancias que pueden emitir. En tal sentido, la definición de la gravedad de un impacto se relaciona con los criterios que son determinantes para la sostenibilidad de un proyecto o actividad (Manrique, 2010). Esto significa que los impactos se pueden minimizar en la medida en que planifique y gestione la actividad en procura de generar la menor cantidad de contaminantes.

Según Manrique (2010), el carácter de las interacciones entre la modalidad y la ubicación de las causas y el tipo de funciones en que se enmarcan, los impactos se organizan en tres grandes grupos a) los que provienen de insumos o recursos naturales, b) los que se originan por los cambios presentados en el espacio y c) los que surgen debido a la emisión de sustancias contaminantes. A esto se añade los llamados impactos de la pasividad, los cuales representan un efecto de que el hombre deje de desarrollar alguna actividad o de intervenir en algún espacio en particular y, obviamente, los impactos positivos que son los que ocurren cuando el hombre lleva a cabo sus actividades teniendo el cuidado de integrarlas al medio ambiente previniendo su deterioro.

En lo que respecta concretamente a los impactos ambientales de las aguas residuales, Rodríguez (2017) puntualiza los siguientes:

Olores desagradables: Debido a los compuestos de las sustancias extrañas y el desdoblamiento anaeróbico de los elementos orgánicos de Consecuencia de las sustancias

extrañas que contiene y los compuestos, se producen gases que provienen de la descomposición.

Efecto tóxico: Diversos compuestos inorgánicos y orgánicos precipitados en las aguas residuales generan toxicidad que afecta nocivamente a la flora y fauna consumidores de estas aguas o expuestos a ellas.

Posibilidad de infecciones: Las sustancias orgánicas pueden generar el cultivo de patógenos, por lo que estas aguas pueden transmitir enfermedades infecciosas directamente o a través de las plantas que son regadas con estas. Las patologías más comunes son las del sistema digestivo y, particularmente, la amebiasis, aunque la diversidad de patologías y sistemas orgánicos afectados es amplia.

Afectación del paisaje: los espacios físicos que rodean las aguas contaminadas, así como los propios cuerpos de agua, como ríos, lagos y mares, pueden sufrir cambios negativos en la apariencia física del paisaje.

Contaminación térmica: Diversos residuos líquidos contaminados con residuos químicos industriales que poseen altas temperaturas pueden afectar la temperatura de los cuerpos de agua afectando el desarrollo de la vida en ellos y su entorno. (Rodríguez, 2017).

Adicional a lo anterior, se pueden señalar otros impactos negativos para el medio ambiente en donde se incluyen los gases que son emitidos a la atmósfera, que pueden o no tener olor, pero que de acuerdo a su composición química y biológica, pueden generar afectaciones a la salud humana. Igualmente, el curso de estas aguas puede originar efectos contaminantes sobre los suelos, llevando a su deterioro, lo que es grave para el desarrollo de actividades como la agricultura y la ganadería (BossTech, 2018). Como se puede apreciar, los impactos de las aguas residuales pueden

afectar de manera tanto directa como indirectamente a los seres humanos y a la naturaleza, lo que implica la urgente necesidad de su tratamiento para prevenirlos.

### ***2.1.3 Tratamiento de aguas residuales***

En términos generales, se puede señalar que el tratamiento de aguas residuales hace referencia a los diversos métodos o mecanismos dirigidos a la eliminación de las sustancias contaminantes que se encuentran en el agua, tanto de naturaleza física, como química y biológica (GeneratePress, 2018). En la actualidad existen diversas tecnologías en tal sentido, las cuales se basan en el diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), las cuales cuentan con características acordes a las necesidades puntuales que derivan del volumen y los contenidos contaminantes de ellas.

A pesar de tal diversidad de tecnologías, se puede hablar de un conjunto de objetivos que por lo general se encuentran en común en todas ellas, los cuales son los siguientes: a) disminuir la contaminación del agua y, a la vez, de los demás impactos en el medio ambiente; b) prevenir que el desarrollo de las ciudades y las empresas riña con la finalidad de mantener un ambiente más limpio; c) proteger los ecosistemas de los agentes químicos y biológicos nocivo; y d) preservar la biosfera de la contaminación que pueda surgir de las aguas residuales (GeneratePress, 2018).

Como se puede apreciar, se tienen en cuenta los diversos impactos ambientales que pueden ocasionar las aguas residuales y, sobre estas referencias, se plantea su minimización o eliminación, con lo que se puede medir la eficacia de cualquier sistema de tratamiento para ellas. En este orden de ideas, se puede hablar de un proceso que es viable de llevar a cabo en los sistemas de tratamiento de aguas residuales, el cual comprende las siguientes tipos de tratamientos:

El tratamiento preliminar: este hace referencia a la remoción de diferentes tipos de sólidos de tamaño grande, lo cual se realiza no sólo como parte del proceso de descontaminación de las aguas, sino para prevenir la eventualidad de que dichos elementos puedan generar daños a los equipos usados para llevar a cabo las siguientes fases del tratamiento (Farias, 2016).

El tratamiento primario: se realiza la separación de los elementos sólidos sedimentables y en suspensión. Esto se inicia desde el empleo de medios físicos y/o químicos en las plantas. Lo que principalmente se busca en esta fase del tratamiento de las aguas residuales es permitir que en las siguientes fases sea más eficaz la labor de eliminación de la materia orgánica y química. (Farias, 2016).

El tratamiento secundario: se trata de un tratamiento biológico para toda la materia orgánica que se encuentra en el agua residual, con lo cual se transforma en sólidos que se separan más fácilmente del agua al quedar suspendidos, por lo que su eliminación puede ser más rápida y fácil (Farias, 2016).

Finalmente está el tratamiento terciario: este hace referencia a los procesos de microfiltración y desinfección, lo cual se realiza con el empleo de sustancias químicas que generan reacciones para poder eliminar la contaminación que es menos tangible, tanto de tipo biológica como de contaminantes químicos. (Farias, 2016).

Al pasar por este proceso de tratamiento, las aguas residuales son limpiadas de los contaminantes que traían inicialmente, por lo que puede ser utilizadas de nuevo, o verterse en los diferentes acuíferos o flujos de agua sin esperar que estos sean contaminados. Para llevar a cabo

estos procedimientos se emplean las plantas de tratamiento especializadas para la descontaminación de las aguas residuales.

Dichas plantas pueden cumplir con las tres etapas o sólo algunas de ellas, según las necesidades que demande un tratamiento eficaz. Una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) se puede definir como una instalación conformada por un conjunto de sistemas que retiran los diferentes tipos de sustancias contaminantes que se han incorporado al agua. Su objetivo final es dejar el agua en un estado de inocuidad que no genere riesgos para los ecosistemas a donde se ha de verter, sean quebradas, ríos, lagos o mares (GeneratePress, 2018).

Es importante resaltar que el uso que se le da a las plantas de tratamiento de aguas residuales depende de las características de dichas aguas, así como de su volumen, por lo cual existen diferentes tipos de estas plantas. En general, se puede plantear una clasificación de los tipos de plantas existentes, de la siguiente manera:

- *Plantas potabilizadoras*: como su nombre lo indica, su función es darles un tratamiento a las aguas residuales para hacerlas potables, o sea, para que se puedan utilizar para el consumo humano.
- *Depuradoras de aguas residuales industriales*: se emplean principalmente en el ámbito de las actividades industriales y su función es darles un tratamiento a las aguas residuales para que puedan ser reutilizadas únicamente para diversos procesos de la misma industria.
- *Plantas desaladoras*: se utilizan para darle un tratamiento al agua salada que proviene del mar, de manera que al retirarle la salinidad el agua puede emplearse en aplicaciones para la agricultura o la industria (GeneratePress, 2018).

Con relación al proceso que se lleva a cabo en las plantas de tratamiento de aguas residuales, este puede ser diferente según la tecnología empleada. Sin embargo, en términos generales se suelen presentar una serie de pasos que son los más comunes. De acuerdo con GeneratePress (2018), el primero de ellos consiste en dirigir el agua residual hacia la planta de tratamiento por medio de tuberías cuya capacidad y características dependen del volumen de las aguas. En este paso el agua pasa libre con toda la carga de sólidos y demás contaminantes hacia los estanques dispuestos para la recepción de las mismas.

Según la mencionada fuente, en dichos estanques se almacena hasta que inicia el siguiente paso, el cual consiste en el paso del agua a través de diferentes sistemas de filtrado que producen una primera fase de descontaminación de las partículas más grandes. El paso posterior se realiza con una etapa de estancamiento que emplea un proceso aerobio o anaerobio que logra la sedimentación de los contaminantes que hay en el agua.

De esta manera se consigue obtener un agua clarificada que se encuentra lista para el paso final, el cual emplea una serie de sustancias químicas que son los encargados de eliminar los residuos contaminantes que siguen presentes en el agua. El paso final es la revisión del agua para verificar que sus características se adapten adecuadamente al afluente a donde se van a verter. Cabe anotar que para una mayor eficacia y eficiencia de todo el proceso, resulta pertinente enmarcar la utilización de la PTAR en un sistema de gestión ambiental que garantice su desempeño organizado y controlado en el largo plazo.

### ***2.1.4 Sistemas de Gestión Ambiental***

En el mundo contemporáneo, el tema ambiental se ha puesto como una prioridad, debido a las amenazas que se presentan al planeta por la contaminación y el cambio climático. Es por ello que el sector empresarial, que representa una de las principales formas que afectan al medio ambiente, ha tenido que desarrollar diversos mecanismos que les permitan, por una parte, tener una gestión que desde una perspectiva integral minimice los impactos ambientales y, por otra parte, expresar hacia las comunidades y consumidores un sentido de responsabilidad social y ambiental enfocado en que esto que favorezca su imagen institucional.

En este orden de ideas, y para desarrollar modelos sistemáticos y estructurales como medio para la protección ambiental se han formulado e implementado lo que se denomina el Sistema de Gestión Ambiental (SGA) que, de acuerdo con Pereira (2011), se puede definir como un instrumento que pueden utilizar voluntariamente los diversos tipos de organizaciones, con miras a tener el mejor desempeño posible en sus actividades para la protección del medio ambiente, bajo el principio del desarrollo sostenible. Los SGA están conformados por diversas herramientas de gestión y acciones que al integrarse permiten llegar a la finalidad de la preservación medioambiental (Pereira, 2011).

La implementación de los SGA surge por diversas vías entre las cuales se destacan las normativas gubernamentales encaminadas a hacer cumplir los acuerdos internacionales sobre los diversos temas ambientales. Así mismo, es en el ámbito internacional en donde más se han desarrollado las iniciativas a nivel general y específicos para lograr que cada componente de las sociedades asuma una responsabilidad frente al problema de la contaminación del planeta.

En las instancias internacionales se han planteado acuerdos a partir de organismos multilaterales para la promoción de acciones a nivel nacional y, por otra parte, se han desarrollado normas de aplicación voluntaria, como los SGA, buscando estandarizar los lineamientos y acciones específicas a aplicar por parte de las empresas. En tal sentido, de acuerdo con Calidad & Gestión (2010), las empresas pueden hacer uso de dichos mecanismos normativos para estar a tono en cuanto a las exigencias de responsabilidad ambiental.

Cabe señalar que la aplicación de los SGA por parte de las empresas puede motivarse en la necesidad de cumplir con las normas gubernamentales o para estar en concordancia con las cada vez más relevantes exigencias de los mercados, o sea, con las demandas de los clientes. En este sentido, las propias empresas se han interesado por la aplicación de este tipo de instrumentos buscando generar mayor valor añadido en sus productos o servicios, lo cual puede ser apreciado por segmentos cada vez mayores de población que buscan adquirir productos que sean producidos en armonía con la protección ambiental. De allí que los SGA pueden alinearse con los objetivos corporativos sin generar incompatibilidades en el desarrollo de sus operaciones. (Calidad & Gestión, 2010).

Como se observa, no se trata solamente una actuación altruista y decididamente responsable con el cuidado del medio ambiente, sino que también se puede enfocar de forma paralela el SGA como un componente estratégico para alcanzar los fines generales de las empresas. De todas maneras, la implementación de un SGA se manifiesta en los resultados en lo referente a la minimización de los impactos ambientales que se generan en razón de las actividades de las empresas u organizaciones.

En tal sentido, se pueden destacar una serie de objetivos que se buscan alcanzar por parte de las organizaciones con la aplicación de los SGA, entre los que se destacan principalmente la garantía de que se cumplirá con las normas ambientales presentes y futuras, el mejoramiento de la ecoeficiencia en cuanto al ahorro de recursos como la energía y el agua entre otros, la acción preventiva frente a la producción de residuos sólidos y líquidos, y finalmente, una mayor facilidad para el trámite de licencias, permisos y contrataciones al tener al día el cumplimiento legal de los requisitos ambientales (Pereira, 2011).

De estos objetivos se destaca, por una parte, que los SGA deben estar acordes con la normatividad ambiental y, por otra parte, que el enfoque principal es el de la prevención, aunque también se pueden contemplar las acciones correctivas cuando ya existe un daño o una falla sobre lo que sólo se puede actuar para eliminar sus actuales y futuros impactos. Para el logro de tales objetivos resulta fundamental enmarcar la actividad de la organización en el SGA sobre la base de los siguientes principios:

- Incluir la gestión ambiental en el marco de las políticas prioritarias de la empresa.
- Identificar y acatar las exigencias de la normatividad ambiental para las actividades que cumple la empresa.
- Estructurar la planificación y los procesos necesarios para llegar a los objetivos que se establezcan en el campo ambiental.
- Presupuestar los recursos que demandan los procesos en el marco del trabajo de mejoramiento continuo.
- Realizar un constante control y evaluación del desempeño de la empresa en la política ambiental y los objetivos que se deriven de ella.

- Desarrollar la labor administrativa y operacional encaminada por la gestión ambiental basándose en la documentación que se requiera al respecto. (Pereira, 2011).

Como se puede apreciar, algo fundamental con referencia a la implantación de un SGA es que la política ambiental pasa a tener un nivel de importancia semejante al de las demás políticas prioritarias de la organización, buscando así que los resultados que se produzcan sean sostenibles. Así mismo, los procedimientos a desarrollar en el marco del SGA se basan en el planteamiento de objetivos y en su seguimiento y control, a partir de indicadores que permitan identificar debilidades en los programas o acciones, y así establecer correctivos si es necesario.

#### ***2.1.5 La norma ISO 14001:2015 – Sistemas de Gestión Ambiental (SGA)***

Dentro de los SGA se plantean modelos o estándares que pueden tener diversos orígenes o estructuras. Posiblemente el de mayor reconocimiento corresponde al de la Organización Internacional de Normalización (International Organization for Standardization), comúnmente conocidas como ISO por siglas en inglés. Esta organización formuló la serie de normas ISO 14000 en 1996, las cuales se encuentran encaminadas a la actuación en temas ambientales por parte de las empresas y organizaciones, con lo que se proporcionó un conjunto estructurado de herramientas de apoyo para poder implementar acciones en el ámbito de los principios del desarrollo sostenible (UNIT, 2011).

Como parte de la mencionada serie de normas, se creó la norma ISO 14001 sobre Sistemas de Gestión Ambiental, también en el año 1996. La pretensión de esta norma es que pueda implementarse en cualquier tipo de empresa u organización sin discriminar tamaño o sector económico. De igual manera, un objetivo central de ISO 14001 consiste en minimizar los impactos

ambientales, dentro del marco del cumplimiento de la normatividad de protección ambiental (ISOtools, 2016).

Es importante destacar que desde su origen, la norma ha tenido algunos cambios buscando una mejor adecuación al carácter de las organizaciones actuales y a las normas legales que deben ser cumplidas. En este orden de ideas, la norma ISO 14001 – Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) busca proporcionar a las empresas u organizaciones los elementos que le sirvan para la implantación de un sistema medioambiental que favorezca el cumplimiento de los objetivos que se tracen (GrupoACMS, 2016).

Si bien las organizaciones pueden desarrollar los planteamientos de esta norma obteniendo los beneficios que de ella se derivan, un aspecto relevante es lograr la certificación SGA de la norma de referencia ISO 14001, puesto que esta se trata de una herramienta que puede ser fundamental para las organizaciones y las empresas que se plantean armonizar con las demandas de la sociedad expresada en concreto por los clientes, la comunidad empresarial como los empleados y los inversionistas; todo a través de esta acción voluntaria (Envira, 2017).

En concordancia con lo anterior, de acuerdo con Envira (2017), la implementación de la norma ISO 14001 posibilita la obtención de una serie de beneficios. Según este autor, el primero de ellos es el compromiso medio ambiental, lo cual se manifiesta con la integración de los temas ambientales a la gestión de la organización, contribuyendo de esta manera a alcanzar los objetivos estratégicos. El segundo consiste en el mejoramiento del desempeño en cuanto a la gestión de los recursos con su utilización de forma más racional, lo cual ocurre a la par con la minimización de los riesgos ambientales. Por último, el tercero hace referencia a la gestión de la imagen de la

empresa, lo que se plantea con el cumplimiento de las normas ambientales y la actitud proactiva para valorar y proteger los recursos ambientales.

Finalmente, hay que resaltar que la norma ISO 14001: 2015 se fundamenta en la mejora continua, para lo cual tiene como referencia en los procedimientos a seguir el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar), lo cual se explica a continuación. En primer lugar, Planificar implica el diseño de objetivos ambientales proyectando los procesos que se requieren para cumplir con la política ambiental de la organización. En segundo lugar, Hacer corresponde con la fase de ejecución o puesta en marcha de lo que se ha planificado. En tercer lugar, Verificar implica la necesidad de contar con el control y la evaluación sistemática del cumplimiento de los objetivos y metas trazados en la planificación. Por último, Actuar hace referencia a mantener el principio de mejoramiento continuo, desarrollando las acciones necesarias para corregir los aspectos que lo requieran (Escuela Europea de Excelencia, 2017).

Como se puede apreciar, la consideración del ciclo PVHA puede convertirse en una garantía para logra la efectividad del Sistema de Gestión Ambiental, lo cual hace este enfoque sea fundamental para las acciones que se tengan en cuenta a la hora de la implementación del SGA, conforme con la mencionada norma.

## **2.2 Definición de términos básicos**

*Aguas residuales:* Son los líquidos que surgen como derivados de la utilización del agua en funciones domésticas o industriales, los cuales requieren ser tratados para eliminar su contaminación, antes de ser vertidos en los cuerpos de agua como ríos, lagos y mares (EcuRed, 2016).

*Ciclo PHVA:* Es un instrumento de calidad desarrollado en 1950 por Deming, el cual busca asegurar el principio de mejora continua por medio del cumplimiento de cuatro fases, que son Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (Gestión Empresarial, 2010).

*Cuerpo hídrico:* Se trata de los cuerpos de agua que existen en la superficie de la tierra como quebradas, ríos, lagos y océanos; o que fluyen de forma subterránea, todos los cuales pueden ser naturales o artificiales (FCEA, 2010).

*Efluentes:* Este término se utiliza como sinónimo de aguas residuales o aguas servidas, las cuales luego son aguas que ya han sido utilizadas y que suelen cargar sustancias contaminantes con material biológico, químico o físico, que pueden contaminar los flujos de agua o los terrenos por donde pasan (Spinelli, 1985).

*Impacto ambiental:* Son las modificaciones que se pueden presentar en el agua, el suelo o la atmósfera, principalmente, debido a la acción de agentes contaminantes (Escuela Europea de Excelencia, 2016).

*Medio ambiente:* Es el conjunto de elementos del contexto en donde actúa el hombre de manera individual o a través de sus organizaciones, en donde se incluyen el suelo, el agua, la atmósfera, los recursos naturales como los animales y plantas, incluyendo también al propio hombre y todo tipo de interacciones que se presentan en ese entorno (Escuela Europea de Excelencia, 2016).

*Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR):* Se trata de una instalación a donde se conducen las aguas residuales con el fin de retirar del agua cualquier tipo de material o sustancia

contaminante que ponga en riesgo la inocuidad del cuerpo de agua ha donde finalmente se dispondrá o la eventual reutilización que se le pretenda dar al agua (CuidoelAgua, 2009).

*Norma ISO 14001:* Corresponde a un estándar internacional promulgado por la Organización de Estándares Internacionales y aceptado en la generalidad de naciones, cuya finalidad consiste en indicar las pautas y directrices acerca del funcionamiento de un sistema de gestión ambiental de manera que opere de forma eficaz. Con su puesta en marcha se garantiza el cumplimiento por parte de las organizaciones de la normatividad ambiental y las prácticas responsables con el medio ambiente, en general (BSIgroup, 2016).

*Política ambiental:* Son las directrices que una organización se compromete a poner en operación y que desarrolla a través del cumplimiento de objetivos concretos, encaminados a la protección ambiental como principio de las actividades que desarrolla (Escuela Europea de Excelencia, 2016).

*Prevención de la contaminación:* Consiste en la aplicación de diferentes acciones, técnicas y recursos con miras a evitar que, como resultado de las actividades que se desarrollan, se pueda producir algún tipo de contaminación (Escuela Europea de Excelencia).

*Sistema de Gestión Ambiental (SGA):* Es un componente del Sistema de Gestión de la organización el cual está encaminado a promover y desarrollar tanto sus políticas como sus objetivos ambientales, en el marco de una serie de procesos estructurados y sistemáticos (Escuela Europea de Excelencia, 2016).

*Sostenibilidad:* Es un término derivado del concepto de desarrollo sostenible que consiste en desarrollar las actividades y cumplir con las necesidades del presente sin poner en riesgo la

posibilidad que puedan tener las generaciones futuras para realizar sus propias y actividades y atender sus propias necesidades (Estévez, 2013).

### **2.3 Marco legal**

#### ***Resolución 1433 de 2004 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Sostenible.***

Por medio de esta resolución se reglamenta todo lo concerniente a los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos. Incluye regulación sobre programas, proyectos y actividades en lo relacionado con los vertimientos, en cuanto a la recolección, transporte, tratamiento y disposición que se realiza de las aguas servidas que suelen descargarse en el sistema de alcantarillado.

***Decreto 3930 de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.*** Esta norma define una serie de disposiciones acerca del uso del agua, el Ordenamiento del Recurso Hídrico, así como el vertido a los cuerpos de agua, al suelo y a los sistemas de alcantarillado. Establece una serie de prohibiciones referente a las destinación de los vertimientos, señalando que el Ministerio será la autoridad encargada de fijar los parámetros y los volúmenes que se permiten realizar en los vertidos.

***Resolución 1514 de 2012 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.*** Con esta norma se definen los Términos de Referencia a tener en cuenta en la realización del Plan de Gestión de Riesgo para Manejo de Vertimientos. Señala que los proyectos o acciones que deban tener licencia ambiental y que incluyan vertimientos, deben elaborar el Plan de Gestión de Riesgo.

***Resolución 1207 de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.*** Por medio de esta norma se definen las disposiciones acerca de la utilización de aguas residuales que se hayan

sometido a algún tratamiento. Regula lo referente al reúso de aguas residuales, incluyendo los límites y destinos de su utilización y los requerimientos de permisos para desarrollar este proceso.

***Resolución 631 de 2015 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.*** Esta norma establece la regulación de vertimientos que se llevan a cabo a los cuerpos de agua de carácter superficial, incluyendo los parámetros y valores máximos que son permitidos dentro de los vertimientos a realizar a recursos hídricos y alcantarillados.

***Decreto 1076 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo.*** Esta norma expide el Decreto único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Se define el marco institucional que conforma todo lo referente a la estructura institucional de las autoridades ambientales en el país. También establece las bases para el permiso de vertimientos de aguas residuales a cuerpos de agua superficiales.

***Decreto 1077 de 2015 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.*** Con esta norma se promulgó el Decreto único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio. Regula de forma general aspectos como la protección de suelos rurales frente al vertido de residuos sólidos y aguas servidas; ubicación de plantas de tratamiento de aguas, entre otros aspectos.

***Resolución 1765 de 2016 de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.*** Esta norma se ocupa de señalar los trámites referentes a la autodeclaración de vertimientos, con miras a la facturación de la tasa retributiva.

## **2.4 Contexto espacial**

El estudio se efectuó en el Conjunto Residencial Altos de San Nicolás, ubicado en el municipio de Anapoima, el cual se localiza en el suroccidente del departamento de Cundinamarca

(ver la ilustración 1). Anapoima cuenta con una extensión de 1.242 km<sup>2</sup>, con una altura sobre el nivel del mar de 710 metros y una temperatura media que oscila entre 28° y 35°c (Alcaldía de Anapoima, 2019).

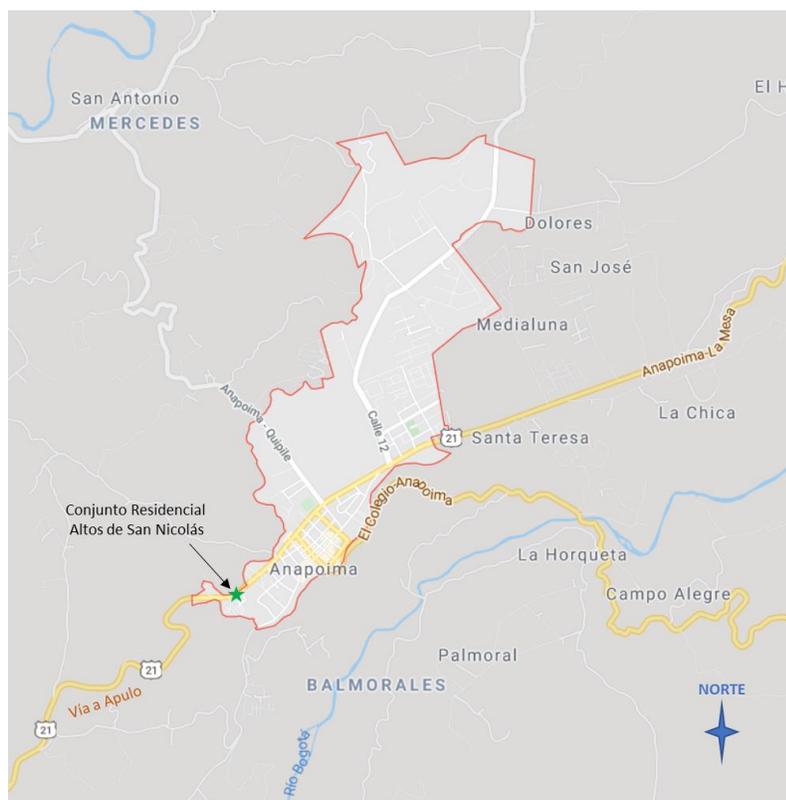
Así mismo, la distancia con la ciudad de Bogotá es de 87 km, por lo que es usado como lugar de veraneo por muchos habitantes de la capital. De igual manera, hay que destacar que el municipio limita por el norte con el municipio de La Mesa, por el sur con los municipios de Apulo y Viotá, por el oriente con el municipio de Mesitas del Colegio y por el occidente con los municipios de Jerusalén y Quipile (Alcaldía de Anapoima, 2019).



*Ilustración 1.* Localización de Anapoima en el departamento de Cundinamarca. Fuente:

GoPlaceit (2018).

En lo que concierne al Conjunto Residencial Altos de San Nicolás, este que específicamente en la vereda San Judas de dicho municipio, con dirección: Carrera 5 No. 6 – 35 sur. En la ilustración 2 se muestra su localización al suroccidente con relación al casco urbano del municipio.



*Ilustración 2.* Ubicación del Conjunto con relación al casco urbano de Anapoima. Fuente: GoogleMaps (2019).

### **3. METODOLOGÍA**

En el presente capítulo se muestran los aspectos referentes al tipo de estudio, el diseño de la investigación, las técnicas de recolección y análisis de datos empleadas en la investigación, la población y la muestra del estudio y, finalmente, lo relativo al procedimiento seguido.

#### **3.1 Tipo de estudio**

El tipo de estudio es de carácter descriptivo, el cual es definido por Hernández (2010) como aquel en que se identifican las características del objeto de investigación, señalando conductas, rasgos y demás aspectos de las variables de estudio e, incluso, determinando la asociación entre dichas variables.

En este orden de ideas, la investigación realiza una fase de diagnóstico en la que se determinan las características referentes a la situación actual de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Conjunto Residencial Altos de San Nicolás, en el municipio de Anapoima, identificando la manera en que se encuentra en el presente, así como la forma en que manifiesta todo lo referente a su administración y operación. También bajo este enfoque descriptivo se obtiene información de parte de los propietarios de las residencias del Conjunto, acerca de sus percepciones sobre éste y sus aspectos ambientales. Al respecto, cabe señalar que si bien el objeto principal del estudio es la puesta en operación de la PTAR bajo un SGA, no puede omitirse que en el contexto

de ello se encuentran los propietarios del Conjunto Residencial, quienes son en últimas los que aprueban o desaprueban decisiones y gastos como los que implica este proceso.

### **3.2 Diseño de investigación**

El diseño se realiza con la combinación de Investigación documental y de Investigación de campo, puesto que se estudia toda la documentación proveniente de la Administración del Conjunto con referencia a las características y a la situación actual de la PTAR e, igualmente, se observa presencialmente dicha situación, incluyendo la investigación con los propietarios de las residencias del Conjunto.

### **3.3 Técnicas de recolección y análisis de datos**

Con referencia a los aspectos directos del Conjunto y de la PTR, se trabaja por medio de la observación y la revisión documental. Y con referencia a las opiniones y percepciones de los propietarios, se realiza una encuesta con el empleo de preguntas con respuestas de opción múltiple. El objetivo de la encuesta fue el de conocer las impresiones de los propietarios sobre los temas ambientales del Conjunto, así como sobre el funcionamiento y administración de la PTAR. Esta información tiene como propósito aportar como sustento a las acciones que se desarrollen para justificar la puesta en operación de la PTAR. El sentido de esto es que en el ámbito del Conjunto la administración debe basarse en las expectativas, necesidades y demandas de los propietarios para justificar sus acciones y sus gastos, por lo que no se puede dejar por fuera de las decisiones sobre la PTAR, el hecho de conocer lo que piensan los propietarios sobre estos temas. En el anexo A, se encuentra el formato empleado para la encuesta. El análisis de la información obtenida se efectuó

por medio de la tabulación y graficación de los resultados a través de la hoja de cálculo Excel, y la respectiva interpretación de los mismos con base en su distribución porcentual.

### **3.4 Población y muestra**

La población de estudio son los propietarios de cada una de las casas que conforman el Conjunto, que corresponde a la cantidad de 93 propietarios. En cuanto al muestreo, éste se efectuó de manera no probabilística<sup>1</sup>, partiendo del criterio de aplicar la encuesta a los propietarios que se pudieran contactar, bien porque se ubicaron en el Conjunto, o bien por la comunicación a través de la Administración por vía del correo electrónico. Considerando que de las 93 casas sólo 10 mantienen a sus propietarios habitando de forma permanente y que los demás 83 tienen las casas sólo para veraneo y habitan principalmente en la ciudad de Bogotá, se logró obtener contacto directo o vía correo electrónico, únicamente con un total de 30 propietarios, conformando la muestra con lo que corresponde al 32,3% de la población.

### **3.5 Procedimiento**

El procedimiento llevado a cabo tuvo los siguientes pasos:

- 1) Revisión bibliográfica<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> De acuerdo con Hernández (2010), el muestreo no probabilístico se basa en el criterio del investigador y las posibilidades de acceder a cada uno de los elementos de la población. Es por ello por lo que la muestra se define de acuerdo con lo que el investigador considera conveniente y no por medio de las fórmulas que sí se utilizan en el muestreo probabilístico. Para este caso, con la colaboración de la Administración del Conjunto, se buscó contactar a la mayor cantidad posible de propietarios para conformar la muestra definitiva.

<sup>2</sup> Cabe indicar que las categorías temáticas abordadas en la revisión bibliográfica se obtuvieron de los elementos principales y derivados que conforman el objetivo general de la investigación: Sistema de Gestión Ambiental, Norma ISO14001, Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, Aguas residuales, Tratamiento de aguas residuales e Impactos ambientales de las aguas residuales.

- 2) Desarrollo del marco de referencia del estudio
- 3) Diseño metodológico
- 4) Trabajo de campo: revisión documental y observación en el sitio
- 5) Trabajo de campo: diseño y aplicación de la encuesta
- 6) Elaboración del diagnóstico
- 7) Elaboración de la propuesta
- 8) Conclusiones y recomendaciones

## **4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

En este capítulo se presenta inicialmente la descripción general del Conjunto, luego se muestran los resultados de la encuesta realizada a los propietarios y, finalmente, se describen los aspectos general de la PTAR y el manejo actual de las aguas residuales.

### **4.1 Aspectos generales del Conjunto Residencial Altos de San Nicolás**

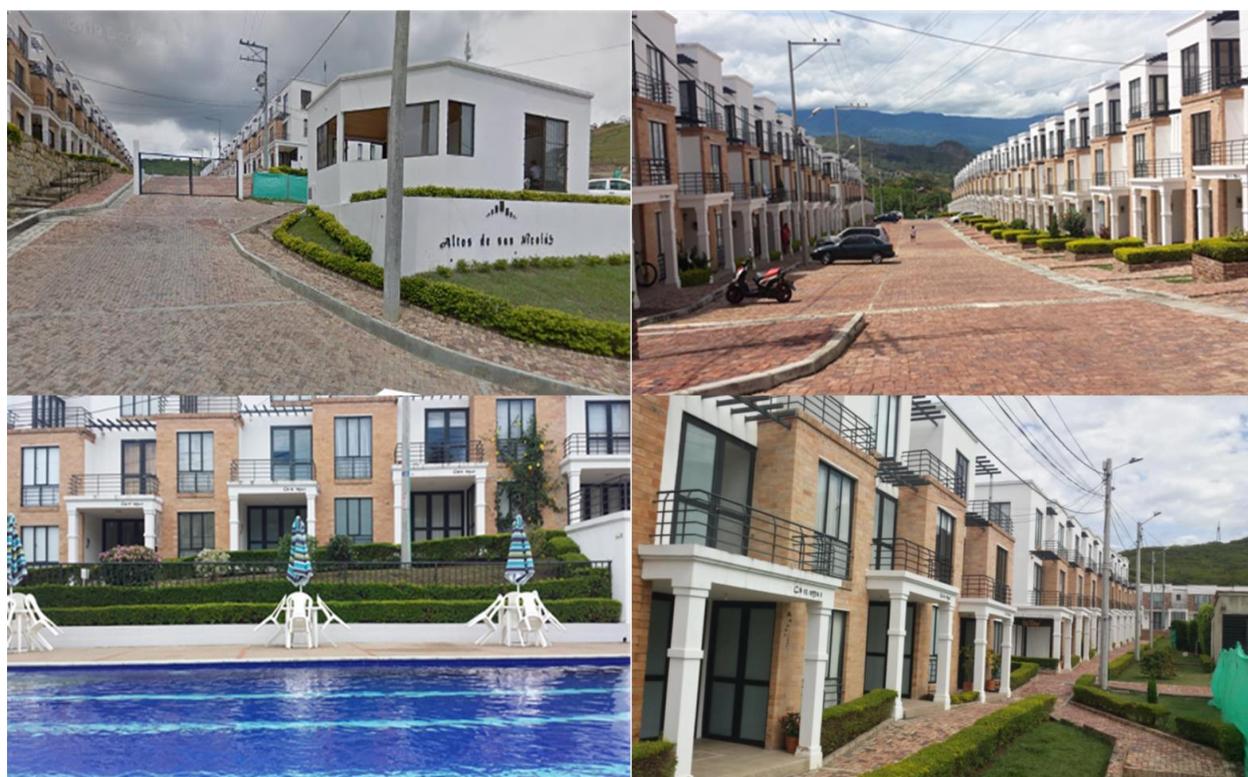
Según la Administración del Conjunto Residencial Altos de San Nicolás la construcción de esta obra fue realizada por la empresa Constructora Federal Ltda. y se realizó por etapas. La primera comenzó en el mes de marzo del año 2008 y, desde allí, se fueron construyendo las siguientes seis etapas hasta concluir el proyecto en junio de 2018. Sin embargo, la entrega de la obra a los compradores se inició en el mes de enero del año 2010 y, a partir de entonces, el Conjunto empezó a ser habitado.

El conjunto está compuesto por 93 casas, de las cuales en la actualidad únicamente 10 son habitadas permanentemente; las otras 83 son usadas como casas de veraneo a donde llegan sus propietarios y/o invitados en las temporadas de vacaciones de mitad y final de año, así como eventualmente en fechas especiales y fines de semana.

En promedio, según la Administración del Conjunto, las casas están diseñadas para ser habitadas por cinco personas cada una, lo que indica que cuando se encuentran ocupadas todas,

puede haber una población máxima aproximada a las 465 personas, aunque hay que destacar que en la mayor parte del año la población que habita las casas no ocupa ni siquiera el 30% de la capacidad mencionada, por el carácter de veraneo que es contemplado por la mayor parte de los propietarios. Así mismo, hay que señalar que el área total que ocupa el Conjunto es de 36.660 m<sup>2</sup>.

Como antes se señaló, el Conjunto se encuentra ubicado en la vereda San Judas, la cual queda en inmediaciones del casco urbano del municipio de Anapoima por su costado suroccidental, por la vía que conduce al municipio de Apulo. En la ilustración 3 se muestran algunas imágenes del Conjunto.



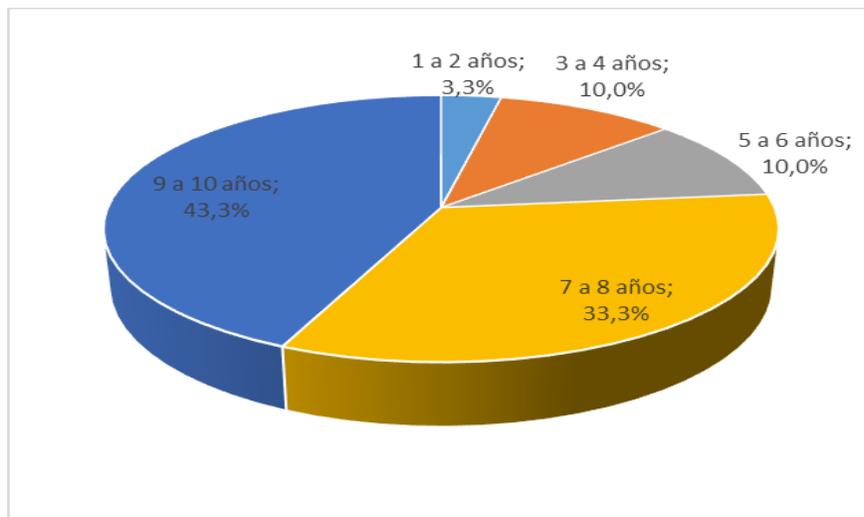
*Ilustración 3.* Imágenes del Conjunto Residencial Altos de San Nicolás. Fuente: Altos de San Nicolás (2018).

Otro aspecto importante por destacar es que el Conjunto se rige por la normatividad en cuanto a su sistema de administración; en este sentido, cuenta con una Asamblea de propietarios, que es la máxima autoridad decisoria; con un Consejo administrativo, el cual traza las directrices para la gestión de los asuntos comunes, y en el campo ejecutivo cuenta con un Administrador, que es el responsable de llevar a cabo los lineamientos que decide el Consejo. En este sentido, este funcionario subcontrata diversos temas y actividades como los de aseo y limpieza, mantenimiento, seguridad y vigilancia, entre otros.

#### **4.2 Resultados de la encuesta a propietarios**

Como parte de la investigación, se realizó una encuesta a una muestra de los propietarios de las casas del Conjunto, en cuyos resultados que a continuación se presentan, se observan sus opiniones y percepciones acerca de algunos aspectos ambientales del Conjunto y, particularmente, del manejo de las aguas residuales. En este sentido, las tres primeras preguntas destacan aspectos generales sobre la relación y las percepciones de los propietarios sobre Conjunto. Por su parte, las siguientes cuatro preguntas se centran en las opiniones y percepciones acerca del desempeño ambiental del Conjunto y, particularmente, en lo referente al manejo de las aguas residuales y la consciencia acerca de la necesidad de poner en funcionamiento la PTAR.

##### *1) Tiempo como propietarios*



*Ilustración 4.* Tiempo como propietarios. Fuente: elaboración propia.

La muestra a la que se le aplicó la encuesta tiene una distribución de su antigüedad como propietarios en el Conjunto, tal y como se muestra en la ilustración 4. Allí se puede apreciar la mayoría de los integrantes de la muestra, con el 43,3%, está conformada por personas con una antigüedad entre 9 y 10 años. A este grupo le siguió en de los que tienen entre 7 y 8 años de ser propietarios. Esto significa que la muestra fue particularmente conformada por personas que tienen bastante antigüedad como propietarios, por lo cual puede que tengan una mayor sensibilidad y un mayor conocimiento frente a lo que ocurre en el Conjunto.

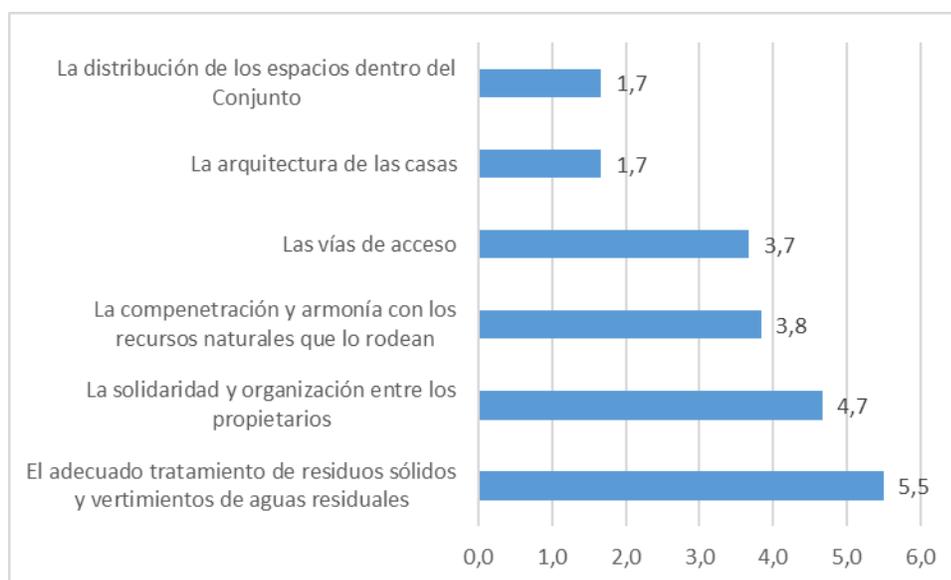
## 2) Aspectos que más les agradan del Conjunto

Con relación a los aspectos que más les agradan del conjunto, como se aprecia en la ilustración 5, en promedio la mayoría ubicó en las primeras posiciones a la distribución de los espacios y a la arquitectura de las casas. En general, estos son aspectos que suelen ser determinantes para la adquisición de este tipo de casas de veraneo, contando especialmente que se trata de un

lugar con clima cálido que exige diseños arquitectónicos que aporten frescura y comodidad en el interior de las viviendas.

Por otra parte, hay que mencionar que los aspectos que menos agradan a los encuestados fueron el tratamiento de residuos sólidos y vertimientos de aguas residuales, así como la solidaridad y organización entre propietarios. De estos se destaca el tema del manejo de los residuos y vertimientos, en donde los primeros son atendidos conforma a los procedimientos del casco urbano, dos días por semana, y en donde de cada casa se llevan a un lugar específico y cercano, en donde son acopiados para ser recogidos por un camión del municipio el siguiente día que corresponde.

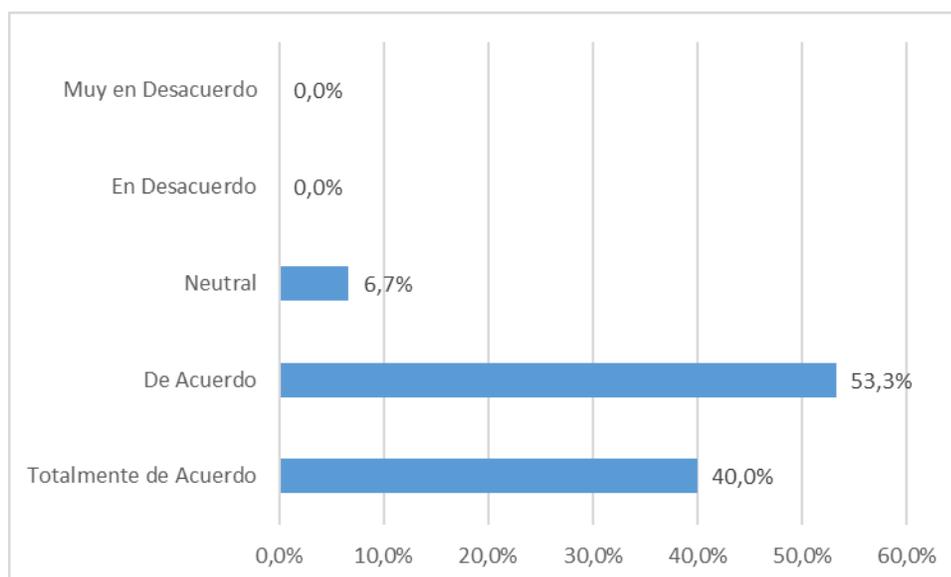
Por el contrario, las aguas residuales se canalizan y son vertidas directamente en una quebrada cercana, sobre la cual se detalla más adelante. Es importante señalar que los propietarios muestran desagrado con este aspecto del carácter general del Conjunto y este es el motivo de que se ubique en último lugar la mencionada respuesta, entre los aspectos que más les agradan del Conjunto.



*Ilustración 5.* Aspectos que más agradan del Conjunto. Fuente: elaboración propia.

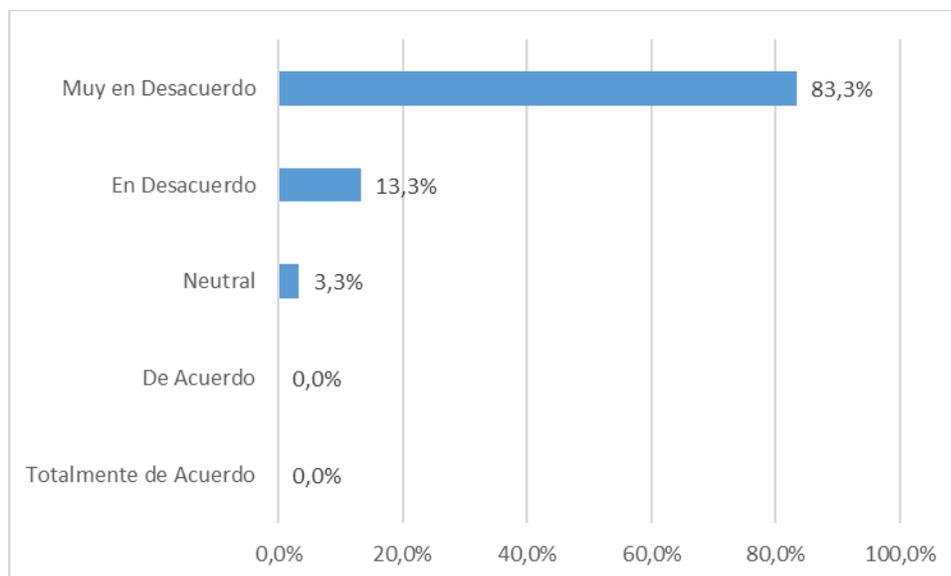
3) *Me siento satisfecho(a) con la manera en que está organizado y se disponen los residuos sólidos que se generan en el Conjunto*

Conforme con lo que se señaló en el punto anterior, en la ilustración 6 se puede observar que la gran mayoría de los encuestados se encuentra Totalmente de acuerdo (40%) o De acuerdo (53,3%), en cuanto a estar satisfechos con la forma en que se organizan y disponen los residuos sólidos que son generados en el Conjunto. Las razones ya se explicaron en la pregunta que se presentó anteriormente.



*Ilustración 6.* Satisfacción con el orden y disposición de residuos sólidos. Fuente: elaboración propia.

4) *Me encuentro satisfecho con la manera en que se disponen las aguas residuales que se generan en el Conjunto*

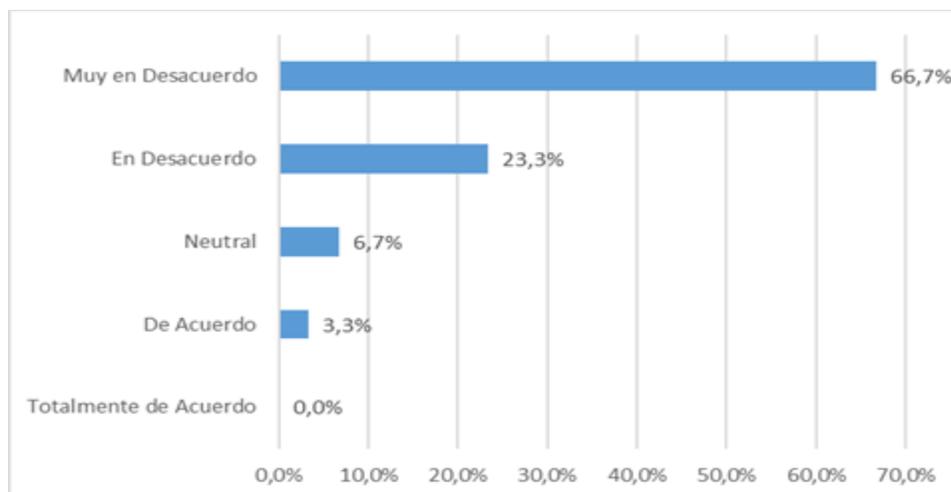


*Ilustración 7.* Satisfacción con la disposición de las aguas residuales del Conjunto. Fuente: elaboración propia.

En la ilustración 7 se puede observar que el nivel de satisfacción de los propietarios que se encuestaron es muy bajo con relación a la disposición de las aguas residuales del Conjunto. Al respecto, el 83,3% de mostró Muy en desacuerdo y el 13,3% En desacuerdo, con la idea de estar satisfechos con dicho manejo.

En el punto anterior se indicó que en la actualidad las aguas servidas se depositan sin ningún tratamiento, directamente a un cuerpo de agua cercano que es una quebrada que fluyen en las inmediaciones del conjunto. Esta respuesta manifiesta el conocimiento y la consciencia de los propietarios acerca de este tema que está pendiente de resolver y que es el objeto de esta investigación.

5) *Creo que, en general, la vida en el Conjunto resulta amigable con el medio ambiente*



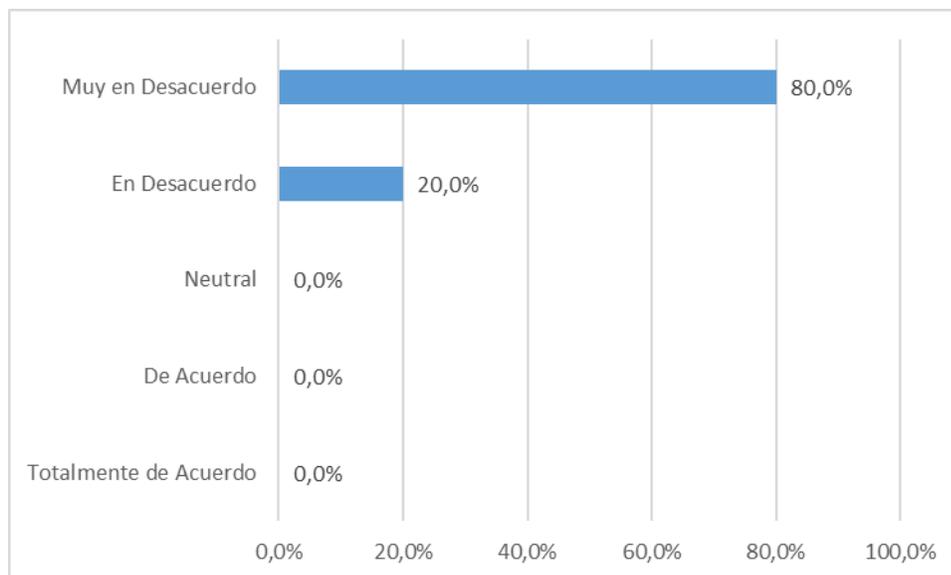
*Ilustración 8.* Percepción de que el Conjunto es amigable con el medio ambiente. Fuente: elaboración propia.

En coherencia con lo señalado en el punto anterior, en la ilustración 8 se puede apreciar que entre los propietarios existe una percepción generalizada de que el Conjunto no es amigable con el medio ambiente, lo cual se desprende la situación del manejo de las aguas residuales. Al respecto, el 66,7% de los encuestados señaló estar Muy en desacuerdo con que el Conjunto sea amigable con el medio ambiente y el 23,3% estuvo De acuerdo. Aunque en otros aspectos de la relación del Conjunto con el ambiente pueda haber armonía y cuidado, es el tema de las aguas residuales el que, en términos general, oculta o “tapa” todo lo demás.

6) *Considero que la forma en que se realizan los vertidos de las aguas residuales del Conjunto cumple con las normas ambientales*

En la ilustración 9 se puede apreciar que los encuestados se encuentra principalmente Muy en desacuerdo (80,0%) con que se considere que la forma en que se realizan los vertidos de las aguas residuales del conjunto esté cumpliendo con las normas ambientales. Así mismo, los que señalaron la respuesta En desacuerdo fueron el restante 20,0%, lo cual lleva a observar que los

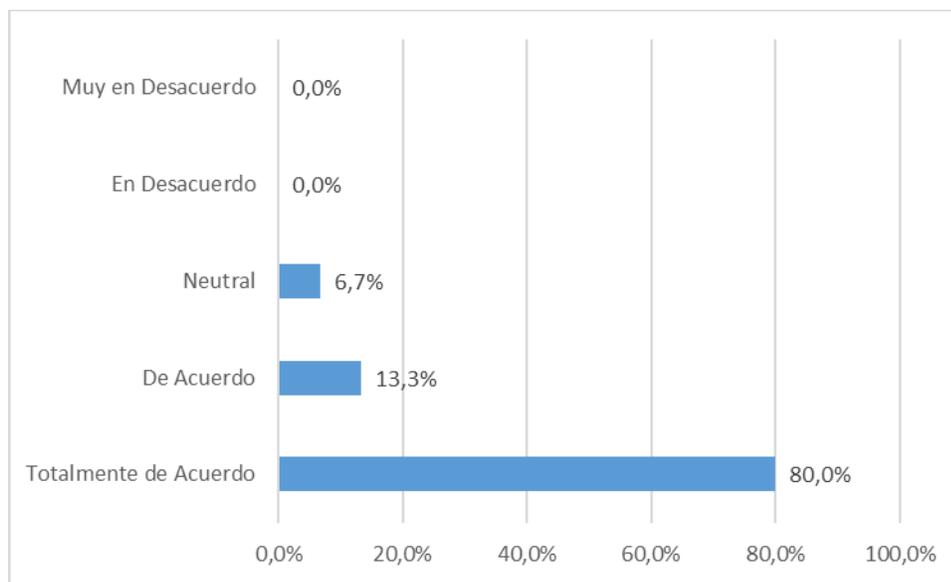
propietarios del conjunto tienen claridad de las debilidades ambientales que tiene el conjunto de acuerdo con la forma en que en la actualidad se disponen las aguas residuales.



*Ilustración 9.* Cumplimiento de las normas ambientales por parte del Conjunto. Fuente: elaboración propia.

*7) Considero que la puesta en funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales es una prioridad de la administración del Conjunto.*

En la ilustración 10 se observa que la gran mayoría de los propietarios que conformaron la muestra encuestada se encuentran Totalmente de acuerdo (80,0%) o De acuerdo (13,3%) con el hecho de que es una prioridad la puesta en operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Conjunto.



*Ilustración 10.* Es prioritaria la puesta en operación de la PTAR del Conjunto. Fuente: elaboración propia.

En general, las respuestas obtenidas manifiestan que los propietarios en su gran mayoría tienen una claridad y una consciencia acerca de que hay un problema con la disposición de las aguas residuales que se generan en el Conjunto, lo cual debe ser resuelto cuanto antes, por ser este asunto un tema de la más alta prioridad.

#### **4.3 La PTAR y el manejo actual de las aguas residuales del Conjunto**

Como parte de la venta de las casas del Conjunto a los propietarios, la constructora entregó en el año 2011 la PTAR, pero sin ponerla en funcionamiento. Aquellos primeros propietarios ni la Administración determinaron en ese año ni, posteriormente, hasta la fecha, empezar a operar correctamente la planta. Por esta razón, desde ese entonces las aguas residuales han pasado sin realizarles algún tipo de tratamiento en dirección a su vertimiento en la quebraba Socotá, que se encuentra ubicada en las cercanías del Conjunto.

Esto significa que desde hace cerca de 9 años, las aguas residuales pasan por la PTAR pero sin que se les haga ninguna operación de depuramiento, puesto que la planta se emplea únicamente como parte de la vía o el canal hacía el desagüe en la mencionada quebrada, pues no se ha realizado su puesta en operación como es debido. Cabe señalar que ante las recientes inquietudes de los propietarios, la Administración del Conjunto contrató a una empresa especializada para que efectuara un diagnóstico del estado de la PTAR, considerando la posibilidad de empezar a ponerla a funcionar.

En el siguiente cuadro se muestran algunos de los datos que presentó dicho contratista, partiendo de la base en su diagnóstico, de que la PTAR se encuentra en condiciones de comenzar a operar efectivamente, luego de que se le haga un mantenimiento acorde con las condiciones en que se encuentra en la actualidad.

Cuadro 1. *Datos de la situación actual de la PTAR y las aguas residuales del Conjunto*

TIPO DE POBLACIÓN	Residencial
TIPO DE TRATAMIENTO	Residual doméstico
POBLACIÓN (Hab.)	500
TASA DE RETORNO	80%
CAUDAL DIARIO POR PERSONA (m <sup>3</sup> /día)	112 aprox.
CAUDAL MEDIO DIARIO m <sup>3</sup> /día	56.000
CAUDAL DE DISEÑO (L/s)	0,648
FACTOR DE SEGURIDAD	1,1
CAUDAL MÁXIMO (L/s)	0,713
TASA DE INFILTRACIÓN	Media: 0,1 – 0,3
NIVEL DE COMPLEJIDAD	Medio

PARÁMETROS DE MEDICIÓN PARA CALIDAD DEL AGUA A LA SALIDA DE LA PTAR	DBO5 total y soluble, sólidos suspendidos, disueltos y sedimentables, DQO soluble y total, nitrógeno total, fósforo (soluble y particulado). Depuración de Cromo y metales pesados, eliminación de tensoactivos
CAUDAL MÁXIMO HORARIO m <sup>3</sup> /h	56

Fuente: Comercial de Aguas y Servicios (2019).

De acuerdo con los datos presentados por la empresa que efectuó el diagnóstico, el caudal de diseño del sistema se sitúa en 0.713 l/s para una población de 500 habitantes, situación poco probable en épocas del año que no sean vacacionales. Debido a que este condominio es para usos habitacionales recreativos y la población que habita los 365 días del año es muy baja. Por tal motivo el sistema que se tiene es suficiente y no trabaja de insuficiente si se opera correctamente (Comercial de Aguas y servicios, 2019).

Así mismo, hay que destacar con respecto a las características de la PTAR, que se trata de un sistema aerobio de lodos activados conformado por dos módulos fabricados en PRFV (Poliéster reforzado con fibra de vidrio). El primer módulo contiene las unidades primarias y una pre-aireación, en el segundo modulo se encuentra la cámara de lodos activados, sedimentación y estabilización y vertimiento. Como se mencionó anteriormente, es necesario realizar mantenimiento correctivo a todo el sistema, debido a que sus unidades de tratamiento se encuentran deterioradas por la falta de mantenimiento desde su instalación. Dicho mantenimiento debe incluir principalmente: el reforzamiento de los tanques, mantenimiento de los motores, desocupación de los lodos del sistema, impermeabilización del piso, entre otros, como paso previo a su operación. A continuación se presentan algunas fotos actuales de la PTAR.



*Ilustración 11.* Unidad primaria de la PTAR. Fuente: elaboración propia

En las anteriores imágenes se muestra el tanque del primer módulo de la planta, en donde se debe efectuar el proceso de pre-aireación.



*Ilustración 12.* Lodos activados en la PTAR. Fuente: Elaboración propia

En las anteriores imágenes se muestra parte del segundo módulo de la PTAR, que es en donde trabaja con lodos activados, sedimentación, estabilización y vertimiento, para finalizar el tratamiento.



*Ilustración 13.* Recirculación de motores. Fuente: elaboración propia.

En las anteriores imágenes se muestra lo relativo a la parte de la PTAR en donde se pone en movimiento el agua residual para que pase por las diferentes fases del tratamiento que se lleva a cabo.



*Ilustración 14.* Lechos de secado. Fuente: elaboración propia.

En las imágenes anteriores, se muestra lo correspondiente a los lechos de secado, que forma parte de la última fase del tratamiento que lleva a cabo la planta.

Como síntesis de lo expuesto sobre la situación actual del tratamiento de las aguas residuales y de la planta, se puede apreciar que ésta cuenta con las condiciones para ponerla en funcionamiento, previa la realización de un mantenimiento que la ponga en óptimo funcionamiento. La empresa que realizó el diagnóstico de la situación actual de la PTAR y su propuesta de mantenimiento se presenta en el Anexo B.

De esta manera, considerando las expectativas de los propietarios y el esquema administrativo que se maneja, se debe subcontratar a una empresa especializada que se haga cargo de la operación de la PTAR. Sin embargo, para garantizar el óptimo funcionamiento y el enfoque sostenible de su operación, la Administración del Conjunto debe basarse en la aplicación de un Sistema de Gestión Ambiental para dicho proceso, lo cual se plantea en el siguiente capítulo.

## **5. PROPUESTA**

Como un componente relevante para el desarrollo de la administración del Conjunto Residencial Altos de San Nicolás, se propone integrarle la gestión ambiental enfocada en el manejo y operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de dicho conjunto. En tal sentido, se da aplicación a la norma ISO 14001 sobre Sistemas de Gestión Ambiental, la cual auspiciará que el conjunto asuma un perfil de responsabilidad social y, a la par, se cumplirá con las normas que regulan todo lo relacionado con el manejo de aguas residuales.

La implementación de la norma ISO 14001 implica la aplicación del principio en el cual ésta se basa, que es el ciclo de mejora continua o ciclo PHVA, el cual se describió en el marco teórico. En este orden de ideas, la estructura de la propuesta se desarrolla a partir del seguimiento de las actividades correspondiente a Planificar, Hacer, Verificar y Actuar, lo cual se presenta a continuación.

### **5.1 Planificación**

En esta fase se llevan a cabo actividades como la definición de la política medioambiental por parte de la Administración del conjunto, análisis de la situación existente, identificación de aspectos prioritarios, definición de requisitos legales, definición de objetivos medioambientales y, finalmente, descripción del programa de gestión ambiental, de acuerdo con la identificación de aspectos prioritarios y demás aspectos relevantes.

#### ***5.1.1 Política medioambiental para la Administración del Conjunto***

El planteamiento de la política medioambiental que se propone es el siguiente:

El Conjunto Residencial Altos de San Nicolás a través de la acción de su Administración tiene el compromiso total de gestionar la operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) con la finalidad de minimizar el vertimiento de aguas residuales contaminadas, situándolas dentro de los parámetros exigidos por la normatividad ambiental, de manera que se haga evidente la responsabilidad socioambiental del Conjunto, por medio del control y verificación sistemática en el cumplimiento de los objetivos encaminados a la protección del medio ambiente.

### ***5.1.2 Análisis de la situación existente***

De acuerdo con lo expuesto en el diagnóstico presentado en el capítulo anterior, el Conjunto cuenta con una PTAR que fue instalada en el año 2011, pero no fue puesta en operación. Luego de un diagnóstico de su estado actual realizado en el año 2019 por una empresa especializada, se encontró que la planta puede ponerse en funcionamiento luego de realizarse algunas labores de mantenimiento.

Es importante destacar que el Conjunto ha venido realizando los vertidos de sus aguas residuales a la quebrada Socotá, la cual fluye por sus inmediaciones, sin realizarle ningún tipo de tratamiento o descontaminación. Así mismo, se encontró que los propietarios de las casas del Conjunto tienen claridad sobre la situación y consideran como un asunto de la mayor prioridad poner a operar la PTAR y así cumplir con la normatividad ambiental al respecto.

De igual manera, se debe destacar que al contratar con una empresa especializada la realización del diagnóstico del estado de la PTAR, se evidencia el interés de la Asamblea de propietarios y de la Administración del Conjunto por dar una solución a este tema. Es por ello, que desde la perspectiva de la función administrativa resulta adecuado integrar a su labor, el campo de

la gestión ambiental a partir del trabajo que se deba desarrollar con la operación de la PTAR en procura de la protección del medio ambiente.

### ***5.1.3 Identificación de aspectos prioritarios***

A partir de lo expuesto anteriormente, se consideran como los asuntos prioritarios la contratación de una empresa especializada que se haga cargo de poner en operación la PTAR, lo cual, además de empezar por efectuar el respectivo mantenimiento necesario del equipo, a su vez debe enfocarse en el cumplimiento de los requisitos legales para la disposición de aguas residuales en cuerpos de agua.

De igual manera, la pretensión de la Asamblea de propietarios y la Administración del Conjunto no es dejar este aspectos como otro más entre los diversos frentes de acción que forman parte de la rutina de la función administrativo que allí se lleva a cabo. La perspectiva es que el campo ambiental forme parte integral de la gestión que se realiza, para lo cual se plantea enfocar la operación de la PTAR bajo los lineamientos de un Sistema de Gestión Ambiental, a través de la norma ISO 14001, incluyendo todos los procedimientos para empezar la operación de la planta y, posteriormente, así con todos los que se derivan en la operación en el largo plazo.

### ***5.1.4 Definición de requisitos legales***

La Resolución 631 de 2015, del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, es la que se ocupa de fijar los parámetros y los valores límites máximos que son permitidos en lo referente a los vertimientos a los cuerpos de agua. Por esta razón es una referencia fundamental para plantear objetivos de calidad del agua que debe salir de la PTAR para ser vertida en la quebrada Socotá.

En este orden de ideas, los parámetros y acciones que plantea esta resolución y que son aplicables al tipo de aguas residuales que produce el Conjunto (Aguas Residuales Domésticas – ARD), son los siguientes:

- La mayor temperatura permisible de las aguas residuales es de 40°C.
- Se debe cumplir con los parámetros generales, presencia de hidrocarburos, compuestos de fósforo, compuesto de nitrógeno, iones, metales y metaloides, y otros parámetros para análisis y reporte, conforme a lo que se dispone en el artículo 8° de la resolución y que se presenta en el anexo C.
- La información de los resultados del análisis de las aguas residuales vertidas en cuerpos de agua superficiales debe ser reportado por el ente responsable (para el caso es la Administración del Conjunto) a las autoridades ambientales competentes, que corresponden a la Corporación Autónoma Regional (CAR).

Hay que destacar que la Resolución 1207 de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, plantea la regulación en lo referente al reuso de las aguas residuales tratadas, lo cual no será del caso para lo referente al Conjunto, puesto que las aguas generadas y tratadas allí se verterán en la misma quebrada señalada, aunque con una calidad a la que se ha manejado en el pasado.

Por otra parte, otra norma importante y aplicable a este caso es el artículo 2.2.3.3.5.1 del Decreto 1076 de 2015, en donde se establece lo siguiente con respecto al requerimiento de permiso de vertimiento: “Toda persona natural o jurídica cuya actividad o servicio genere vertimientos a las aguas superficiales, marinas o al suelo, deberá solicitar y tramitar ante una autoridad ambiental

competente el respectivo permiso” (CAR, 2015). Esto implica que una de las prioridades de la Administración de Conjunto consistirá en la tramitación del permiso respectivo.

Por último, también es importante destacar que la Resolución 1514 de 2012 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, plantea que los responsables de licencia ambiental que realicen vertidos de aguas residuales originadas por proyectos o actividades industriales, comerciales o de servicios, deben elaborar el Plan de Gestión de Riesgo para Manejo de Vertimientos. Sin embargo, en el caso del Conjunto no se encaja en esas categorías por lo que no es su responsabilidad llevar a cabo este procedimiento.

#### ***5.1.5 Definición de objetivos medioambientales***

1. Contratar a una empresa especializada para poner en funcionamiento la PTAR, en el término de dos meses; es decir, tener el contrato para fin de junio del año 2020.
2. Realizar, a través de la actividad del contratista, el mantenimiento requerido por la PTAR para su puesta a punto e iniciar su operación antes de finalizar el mes de agosto de 2020.
3. Garantizar el cumplimiento de la normatividad legal ambiental sobre vertido de aguas residuales, para el momento del inicio de la operación de la PTAR antes del fin de agosto de 2020.
4. Enmarcar el desarrollo de la operación de la PTAR bajo la norma ISO 14001 sobre Sistemas de Gestión Ambiental.
5. Poner a operar la PTAR regularizando su funcionamiento a partir del mes de septiembre de 2020.

### ***5.1.6 Programa de gestión ambiental***

En el siguiente cuadro se presentan los contenidos del Programa de Gestión Ambiental, referente al manejo de los vertidos de aguas residuales del Conjunto Residencial Altos de San Nicolas.

*Cuadro 2. Programa de Gestión Ambiental para la disposición de las aguas residuales del Conjunto Residencial Altos de San Nicolás*

Objetivo 1. Contratar a una empresa especializada para poner en funcionamiento la PTAR, en el término de dos meses; es decir, tener el contrato para fin de junio del año 2020.				
Actividades	Parámetros	Plazo	Responsable	Recursos
1.1 Identificar empresas especializadas que presten el tipo de servicio en la región.	Se identificarán al menos cinco empresas que tengan la experiencia y solidez para cumplir lo requerido.	Los primeros 15 días de mayo del año 2020	Administrador del Conjunto	Labor integrada en el salario del Administrador
1.2 Solicitar cotizaciones a tres empresas, con base en el estudio de la situación	Analizar bajo los parámetros de trayectoria, capacidad y recomendaciones.	Mayo 15 al 30 del año 2020	Administrador del Conjunto	Labor integrada en el salario del Administrador
1.3 Seleccionar a la empresa que proveerá el servicio para su contratación.	Analizar bajo los parámetros de trayectoria y capacidad, y presupuesto del Conjunto.	Junio 8 del año 2020	Consejo Administrativo y Administrador del Conjunto	Labor integrada en el salario del Administrador
1.4 Realizar la contratación respectiva	Cumplimiento de los requisitos legales	Junio 15 de 2020	Consejo Administrativo y Administrador del Conjunto	Labor integrada en el salario del Administrador
Objetivo 2. Realizar, a través de la actividad del contratista, el mantenimiento requerido por la PTAR para su puesta a punto e iniciar su operación antes de finalizar el mes de agosto de 2020.				
Actividades	Parámetros	Plazo	Responsable	Recursos

2.1 Efectuar el diagnóstico de la situación actual de la PTAR	Funcionamiento y estado de cada parte del sistema de la PTAR	Entre junio 15 y 25 del año 2020	Empresa contratista	De acuerdo al contrato
2.2 Identificar los puntos específicos a intervenir	De acuerdo la capacidad operativa actual de cada parte	Entre junio 15 y 25 del año 2020	Empresa contratista	De acuerdo al contrato
2.3 Realizar el mantenimiento requerido	Optimizar el estado de cada componente intervenido y de la PTAR en su conjunto.	Entre junio 25 y julio 20 del año 2020	Empresa contratista	De acuerdo al contrato
2.4 Efectuar la pruebas para la puesta a punto	Verificar óptimo estado de cada componente intervenido y de la PTAR en su conjunto.	Entre julio 20 y agosto 10 del año 2020	Empresa contratista	De acuerdo al contrato
Objetivo 3. Garantizar el cumplimiento de la normatividad legal ambiental sobre vertido de aguas residuales, para el momento del inicio de la operación de la PTAR antes del fin de agosto de 2020.				
Actividades	Parámetros	Plazo	Responsable	Recursos
3.1 Realizar las mediciones iniciales de los parámetros exigidos por la normatividad	Verificar la conformidad con las exigencias puntuales de la normatividad ambiental	Julio 30 de 2020	Empresa contratista	De acuerdo al contrato
3.2 Solicitar el permiso de vertidos a la CAR	Cumplir los trámites solicitados por le CAR	Agosto 10 de 2020	Administración del Conjunto y Empresa contratista	De acuerdo al contrato

3.3 Programar y efectuar las mediciones de parámetros de acuerdo a lo establecido por la normatividad	Verificar la conformidad con las exigencias puntuales de la normatividad ambiental	Agosto 15 de 2020 en adelante	Empresa contratista	De acuerdo al contrato
<b>Objetivo 4. Enmarcar el desarrollo de la operación de la PTAR bajo la norma ISO 14001 sobre Sistemas de Gestión Ambiental.</b>				
<b>Actividades</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Plazo</b>	<b>Responsable</b>	<b>Recursos</b>
4.1 Establecer los puntos del ciclo PHVA para el Sistema de Gestión Ambiental en la PTAR	Actividades referentes a Planificar, Hacer, Verificar y Actuar, según la norma.	Marzo 1 de 2020 en adelante.	Administración del Conjunto, Consejo Administrativo y Contratista.	Labor integrada en el salario del Administrador y de acuerdo al contrato
4.2 Realizar la evaluación del cumplimiento de la norma ISO 14001	Actividades referentes a Planificar, Hacer, Verificar y Actuar, según la norma.	Septiembre 30 de 2020 en adelante.	Administración del Conjunto y Consejo Administrativo	Labor integrada en el salario del Administrador
4.3 Garantizar el seguimiento continuo de la norma ISO 14001 para la actividad de la PTAR	Realizar auditorías internas que constaten el cumplimiento de la norma	Enero de 2021	Administración del Conjunto, Consejo Administrativo y empresa contratista especializada	De acuerdo con el presupuesto asignado por el Consejo Administrativo
<b>Objetivo 5. Poner a operar la PTAR regularizando su funcionamiento a partir del mes de septiembre de 2020.</b>				
<b>Actividades</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Plazo</b>	<b>Responsable</b>	<b>Recursos</b>

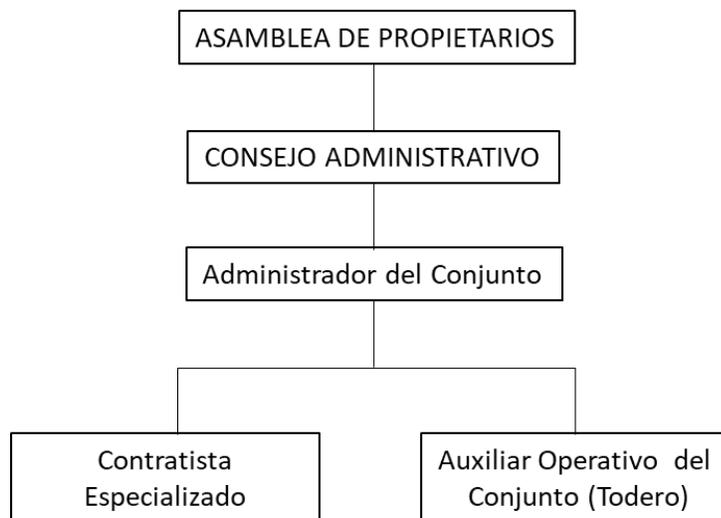
5.1 Verificar el cumplimiento del mantenimiento de la PTAR	Lista de chequeo según el diagnóstico	Julio 20 al 30 de 2020	Administración del Conjunto, Consejo Administrativo y contratista	De acuerdo con el contrato
5.2 Verificar el cumplimiento de la normatividad ambiental	Lista de chequeo según parámetros de las normas	Julio 20 al 30 de 2020	Administración del Conjunto, Consejo Administrativo y contratista	De acuerdo con el contrato
5.3 Dar inicio a la operación de la PTAR	Funcionamiento adecuado de la PTAR	Septiembre 1 de 2020	Contratista	De acuerdo con el contrato
5.4 Desarrollar la operación bajo la norma ISO 14001	Seguir el cumplimiento del ciclo PHVA	Desde septiembre 1 de 2020 en adelante	Administración del Conjunto, Consejo Administrativo y contratista	De acuerdo con el contrato

Fuente: elaboración propia.

## 5.2 Implantación (Hacer)

### 5.2.1 Estructuras y responsabilidades

En la siguiente ilustración se plantea el orden de responsabilidades, inherente a la puesta en marcha del Sistema de Gestión Ambiental del Conjunto.



*Ilustración 15.* Estructura orgánica del Sistema de Gestión Ambiental para la operación de la PTAR. Fuente: elaboración propia

Se puede apreciar que la mayor autoridad es la Asamblea de propietarios, y esta delega en el Consejo administrativo, el cual traza los lineamientos directivos acerca de los servicios comunes y demás regulaciones de la propiedad. El máximo responsable de la parte ejecutiva es el Administrador del Conjunto, que es quien mantiene una relación directa con la empresa Contratista especializada, la cual tiene bajo su responsabilidad la parte técnica correspondiente a la operación de la PTAR. El Auxiliar operativo del Conjunto colabora en las labores operativas que le delegue el Administrador del Conjunto, con relación a las diferentes actividades que surgen del ámbito del Sistema de Gestión Ambiental.

En este orden de ideas, se destaca que la mayor responsabilidad del componente técnico del sistema recae sobre la empresa contratista, la mayor responsabilidad sobre el componente administrativo recae sobre el Administrador del Conjunto.

En tal sentido, al contratista le corresponde mantener la PTAR en funcionamiento, llevar a cabo los controles acerca del cumplimiento de los parámetros a cumplir en las aguas residuales que se vierten en la quebrada Socotá, realizar el mantenimiento preventivo y correctivo que sea del caso, e instruir al Auxiliar operativo del Conjunto sobre las labores cotidianas que debe realizarse.

Por su parte, el Administrador del Conjunto realiza los trámites pertinentes ante las autoridades ambientales, supervisa el cumplimiento de las responsabilidades del contratista, efectúa la verificación del cumplimiento de los objetivos dispuestos en el Sistema de Gestión Ambiental. A su vez, reporta estas actuaciones al Consejo administrativo, con quien determina los cambios a ajustes a realizar en el ciclo del mejoramiento continuo.

### ***5.2.2 Formación y sensibilización***

La Administración del Conjunto realizará actividades de sensibilización y formación a la comunidad de habitantes y propietarios del mismo, con miras a que se consolide la consciencia sobre los problemas de la contaminación ambiental y la labor que se desarrolla en el marco del Sistema de Gestión Ambiental.

### ***5.2.3 Comunicación***

La Administración del Conjunto, en asocio con el Consejo administrativo y la colaboración de la empresa contratista presentará a los propietarios informes semestrales acerca del desempeño y actividades que se llevan a cabo por parte de Sistema de Gestión Ambiental como marco de la

operación de la PTAR. Así mismo, eventualmente, cuando se presente la necesidad, entregará reportes especiales sobre el curso de las actividades desarrolladas.

También le corresponde a la Administración del Conjunto realizar las comunicaciones pertinentes con miras, tanto a los trámites del Permiso de vertimiento, como a las diferentes exigencias que contempla la normatividad ambiental en cuanto a la interacción con la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR).

#### ***5.2.4 Documentación del Sistema de Gestión Ambiental***

El componente de documentación del Sistema de Gestión Ambiental es fundamental como parte del seguimiento de la norma ISO 14001. En este sentido, por medio informático se tendrá registro de los siguientes componentes:

- Política medioambiental
- Objetivos ambientales
- Asignación de funciones
- Programa ambiental
- Otra documentación relevante que surja.

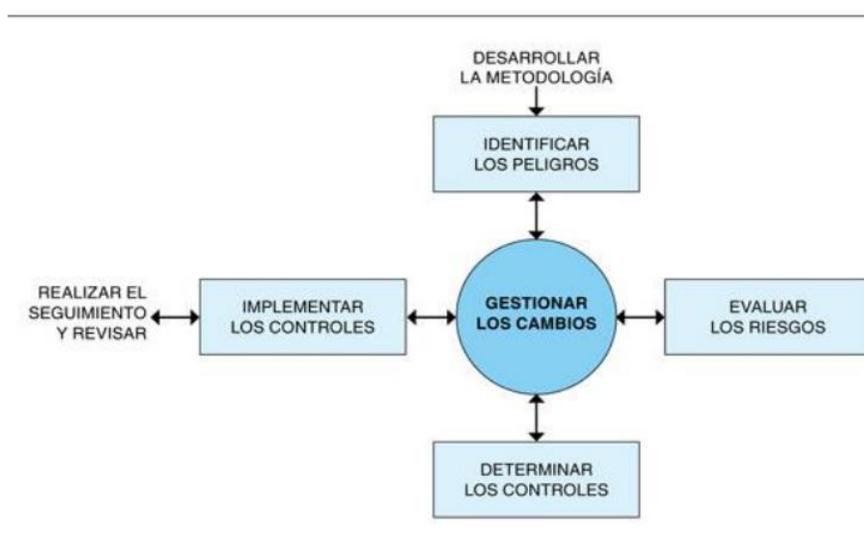
#### ***5.2.5 Control operacional***

Cada proceso de rutina, así como los diferentes chequeos de verificación y análisis de los parámetros de la calidad de las aguas vertidas, deben generar una documentación, que produzca la constancia de los procedimientos seguidos y los resultados obtenidos.

El registro de las operaciones servirá, además, para controlar la ejecución de las tareas necesarias para el óptimo desempeño de la operación y gestión ambiental de la PTAR, e igualmente, tendrá la funcionalidad de poder aportar al seguimiento por medio de estadísticas, cuando ello sea pertinente.

### 5.2.6 Plan de emergencia

La empresa contratista especializada, deberá incluir dentro de su labor de operación de la PTAR, el desarrollo de un Plan de emergencias que pueda ser la herramienta de respuesta frente a los eventuales riesgos de dicha operación. En la siguiente ilustración se muestra el análisis de riesgos que se debe efectuar como base para la elaboración del Plan de emergencias.



*Ilustración 16.* Esquema básico para el análisis de riesgos de la operación de la PTAR. Fuente: Universidad de Antioquia (2019).

Como se muestra, se debe partir por identificar los eventuales peligros que puedan ocasionarse con la operación de la PTAR, a partir de allí se evalúan los riesgos, se determinan los controles que debe efectuarse sistemáticamente de manera preventiva y se realiza la

implementación de dichos controles. La gestión de los riesgos se complementa con la realización del seguimiento y revisión de los procedimientos señalados.

Es importante señalar que las amenazas que generalmente se asocian con la operación de las PTAR pueden ser amenazas naturales como pueden ser las de carácter sísmico, deslizamientos, inundaciones y sequías, entre otras. Así mismo se debe contar también con las amenazas de tipo operativo, como pueden ser los accidentes por fallas técnicas o humanas, lo que puede derivar en la contaminación del cuerpo de agua receptor, que este caso es la quebrada Socotá.

Frente a cada una de las amenazas potenciales que se identifiquen se debe establecer el nivel de vulnerabilidad que se cuenta en la PTAR del Conjunto Residencial Altos de San Nicolás. A partir de las eventualidades que se proyecte que puede surgir de las vulnerabilidades se plantean los diferentes escenarios de riesgo, incluyendo el nivel de gravedad de las posibles consecuencias. Finalmente, con base en los procedimientos señalados se procede a establecer los planes inherentes a cada escenario previsible, con miras a determinar medidas dirigidas a la reducción de cada riesgo asociado a la operación de la PTAR. De esta manera, se conforman las previsiones que deben tenerse para los eventuales casos de emergencia que pueden suceder alrededor de la operación de la PTAR del Conjunto.

## **5.3 Verificación**

### ***5.3.1 Seguimiento y medición***

Esta función tiene la finalidad de poder conocer permanentemente la forma en que está funcionando el Sistema de Gestión Ambiental. Para ello se cuentan con una serie de indicadores que son la base para poder realizar las mediciones que den cuenta del cumplimiento o

incumplimiento de las metas, así como su evolución en el tiempo. En el siguiente cuadro se muestran los principales indicadores que se debe aplicar para cumplir adecuadamente la fase de verificación en el Sistema de Gestión Ambiental.

Cuadro 3. Diseño de indicadores para la función de Verificación.

INDICADORES PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL SGA				
Aspecto	Objetivos	Indicador	Meta	Frecuencia de medición
Contratación de empresa operadora de la PTAR	Contratar a una empresa especializada para poner en funcionamiento la PTAR.	Cumplimiento del objetivo	En el término de dos meses; es decir, tener el contrato para fin de junio del año 2020.	Cada trimestre
Mantenimiento de la PTAR	Realizar el mantenimiento requerido por la PTAR, a través de la actividad del contratista.	Cumplimiento del objetivo	Para su puesta a punto e iniciar su operación antes de finalizar el mes de agosto de 2020.	Cada trimestre
Cumplimiento de la normatividad sobre aguas residuales	Garantizar el cumplimiento de la normatividad legal ambiental sobre vertido de aguas residuales,	Cumplimiento del objetivo	Para el momento del inicio de la operación de la PTAR antes del fin de agosto de 2020.	Cada trimestre
Aplicación de ISO 14001 a la operación de la PTAR	Enmarcar el desarrollo de la operación de la PTAR bajo la norma ISO 14001 sobre Sistemas de Gestión Ambiental.	Cumplimiento del objetivo	Desarrollo de los pasos PHVA	Cada trimestre
Operación de la PTAR	Poner a operar la PTAR regularizando su funcionamiento	Cumplimiento del objetivo	A partir del mes de septiembre de 2020.	Cada trimestre

INDICADORES PARA EL DESARROLLO DE LA OPERACIÓN DE LA PTAR				
Aspecto ambiental	Objetivos	Indicador	Metas ambientales	Frecuencia de medición
Generación de aguas residuales	Mejoramiento de la calidad fisicoquímica del agua vertida después de la PTAR	DBO (mg/L) DQO (mg/L) SST (mg/L)	Disminuir en un 2% la concentración de DBO, DQO y SST después de la PTAR.	Cada 6 meses
Generación de lodos	Disminuir la afectación a la salud humana, afectación del paisaje, deterioro de la calidad del suelo, el agua y el aire	Ton. lodos/año	Disponer con la CAR y/o el municipio el 100% de los lodos.	Cada 1 año
Generación de residuos sólidos ordinarios	Disminuir la cantidad de residuos sólidos ordinarios que llegan a la PTAR y disminuir su impacto ambiental a nivel interno de la PTAR.	Kg R.S./mes	Disminuir en un 2 % la cantidad de residuos sólidos generados por mes.	Cada 6 meses
Ecoeficiencia del sistema	Disminuir el consumo de energía por parte de la PTAR, considerando el caudal de agua tratada	M <sup>3</sup> de agua /mes KW / mes	Sobre las primeras mediciones que se hagan, se adoptarán las metas	Cada mes.

Fuente: elaboración propia con información de Quirós (2019).

Es importante resaltar, que si tras la acciones de verificación de los aspectos de la implementación del Sistema de Gestión Ambiental, se encuentran incumplimientos o errores en los aspectos operativos o administrativos, deberán determinarse las acciones correctivas, pues allí radica la razón de ser de la verificación en el ciclo del mejoramiento continuo. En el anexo D se

presenta el Manual de gestión ambiental y demás formatos de registro y procedimientos, incluyendo lo referente a la función de Verificación del SGA.

### ***5.3.2 Evaluación del cumplimiento legal***

Considerando las responsabilidades del Conjunto en el ámbito del cumplimiento de la normatividad ambiental, se debe tener un seguimiento especial para velar que todas las normas se cumplan cabalmente. En tal sentido, habrá una coordinación liderada por la Administración y con la cooperación de la empresa contratista, para realizar la medición de los parámetros del caso, los cuales están incluidos en los indicadores mencionados en el punto anterior.

De esta manera, con la frecuencia adecuada, se podrán realizar los trámites necesarios y entregar los informes que son solicitados por las autoridades ambientales, para mantener el funcionamiento de la PTAR dentro del marco de la ley.

### ***5.3.5 Auditoría interna***

Periódicamente debe llevarse a cabo una auditoría interna, con miras a revisar cómo está funcionando en Sistema de Gestión Ambiental. Esta función debe ser realizada por una persona o empresa diferente a la Administración del Conjunto y a la empresa contratista que opera la PTAR. La frecuencia de esta auditoría puede ser cada dos años, o menos si se presentan problemas en el desarrollo del Sistema, que hagan apremiante su aplicación. En anexo D se presentan los formatos de procedimiento para realizar la auditoría.

## **5.4 Actuación**

### ***5.4.1 Revisión por la dirección***

La fase o función de actuación, dentro del ciclo PHVA, corresponde acciones que se deben emprender como consecuencia de los resultados obtenidos a la fase de verificación. Esto indica que se trata principalmente de acciones correctivas, si se encuentran fallas o errores, o se tratará simplemente de llevar a cabo ajustes que el Sistema de Gestión Ambiental requiere ante las condiciones que puedan ser cambiantes en que se lleva a cabo este sistema.

Le corresponderá, por lo tanto, a la Administración del Conjunto o al Consejo administrativo, observar los resultados de la evaluación de los indicadores y demás aspectos revisados, para determinar si se requiere hacer cambios en la operación de la PTAR o en los aspectos administrativos alrededor de ella. Sobre esta fase se debe cumplir la actuación; es decir, la acción para continuar el ciclo de mejora continua, garantizando así este principio de la norma ISO 14001.

### ***5.4.2 Certificación del Sistema de Gestión Ambiental***

Por lo general, las empresas y muchos tipos de organizaciones aspiran a obtener el certificado de cumplimiento de la norma ISO 14001 sobre el Sistema de Gestión Ambiental, lo cual favorece su imagen institucional en el entorno y facilita la interacción con otras empresas y el mercado en general.

Sin embargo, para el caso del Conjunto Residencial Altos de San Nicolas, la base para seguir los lineamientos de dicha norma no se funda en el reconocimiento de por parte de su entorno, sino principalmente obtener la capacidad de llevar a cabo la gestión del conjunto con el respeto del

medio ambiente y garantizando que esto sea organizado, estructurado, sistemático y sostenible. Por esta razón, cualquier decisión sobre este campo será de la órbita del Consejo directivo en el momento y circunstancia que este tema deba abordarse.

## CONCLUSIONES

Con referencia al primer objetivo específico de la investigación, que planteaba describir la situación actual de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y del manejo de las aguas residuales por parte del Conjunto Residencial Altos de San Nicolas, en el cuarto capítulo se expuso el diagnóstico de la situación encontrada. En este se señala que se halló que la PTAR se emplea en la actualidad como parte del sistema de conductos para las aguas residuales, las cuales van a verterse sin ningún tipo de tratamiento a la quebrada Socotá. Esta situación lleva 9 años, desde que la PTAR fue entregada por la empresa constructora del Conjunto.

Para la realización de este diagnóstico, se tuvo en cuenta, entre otras fuentes, un documento elaborado por una firma especialista que fue contratada por la Administración del Conjunto, la cual determinó algunos datos en donde se incluye que el caudal medio diario por persona de estas aguas que se genera en el Conjunto es de un 112 m<sup>3</sup>/día. Con este flujo se produce un caudal medio diario total promedio de 0,648 L/s, pudiendo llegara a un máximo de 0,713 L/s, de acuerdo con la cantidad promedio máxima estimada de habitantes, que es de aproximadamente 500. Vale señalar que el promedio de los días de menor asistencia o residencia de personas al Conjunto es de cerca de 40 personas, que es lo que se presenta en la mayor cantidad de días del año, debido a que los propietario suelen tomar las casas únicamente como lugar de veraneo.

Por su calidad de aguas residuales provenientes de usos domésticos, los parámetros de medición para las características del agua a la salida de la PTAR, los elementos que se deben considerar para evaluar el nivel de contaminación son los siguientes: DBO5 total y soluble, sólidos suspendidos, disueltos y sedimentables, DQO soluble y total, nitrógeno total, fósforo (soluble y

particulado), depuración de cromo y metales pesados, así como la eliminación de tensoactivos. Obviamente, hasta la actualidad estos parámetros no han sido medidos o analizados.

De acuerdo con el diagnóstico, la PTAR ha sufrido algún deterioro por el paso del tiempo sin habersele realizado algún tipo de mantenimiento. Es por ello por lo que se deben realizar una serie de acciones o actividades que son necesarias para poner la planta a punto e iniciar su funcionamiento en condiciones adecuadas. El diagnóstico efectuado mostró que es viable realizarle algunos procedimientos como: el reforzamiento de los tanques, mantenimiento de los motores, desocupación de los lodos del sistema, impermeabilización del piso, entre otros, como paso previo a su operación.

En lo que hace referencia al segundo objetivo de la investigación, que consideró establecer las acciones o actividades necesarias para la puesta en operación de la PTAR, en el quinto capítulo donde se expone la propuesta, se planteó la contratación de una empresa especializada para que realice el respectivo mantenimiento y ponga en operación la PTAR. Con base en esto será factible obtener el permiso de vertimiento que concede la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, y demás trámites que sea necesario efectuar para cumplir la normatividad ambiental. Estos aspectos de la puesta en operación de la PTAR se plantearon en el Programa de Gestión Ambiental, dentro del marco de la incorporación la norma ISO 14001 sobre Sistemas de Gestión Ambiental para lograr el desarrollo del ciclo de mejora continua en la operación y administración de la planta.

En lo que hace referencia al tercer y último objetivo específico de la investigación, este planteó incorporar la norma ISO 14001 sobre Sistemas de Gestión Ambiental para lograr el desarrollo del ciclo de mejora continua en la operación y administración de la PTAR. Al respecto,

la implementación de esta norma se estableció sobre la base de las fases de Planificar, Hacer, Verificar y Actuar. Con el desarrollo de cada uno de estos aspectos se le aportó al Conjunto Residencial Altos de San Nicolas un instrumento de gran utilidad, incluyendo también el Manual de Gestión Ambiental y otros formatos de procedimientos y de registro que forman parte necesaria para poner en marcha el SGA. De esta manera se podrá incorporar dentro de la labor directiva y administrativa, la integración de la Gestión Ambiental como base para la operación y administración de la PTAR, con un enfoque organizado, sostenible y sistemático.

## RECOMENDACIONES

Con base en el desarrollo de la presente investigación se presentan las siguientes recomendaciones:

- En primer lugar, el ejercicio de la implementación de la norma ISO 14001 sobre Sistemas Gestión Ambiental, permite conocer y analizar diversos aspectos acerca de la forma en que se puede integrar el campo de la Gestión Ambiental dentro de la disciplina y la labor correspondiente a la Ingeniería Industrial, por lo cual se plantea la promoción de nuevas investigación que pongan en aplicación dicha norma en campos tan diversos como pueden ser los de las empresas de los sectores industrial, comercial y de servicios, minero-energético y agropecuario.
- En segundo lugar, se recomienda a los propietarios y a la Administración del Conjunto Residencial Altos de San Nicolás, que a partir de la consciencia que han adquirido sobre la necesidad de llevar acciones prácticas y concretas para la preservación del medio ambiente, y del desarrollo de la propuesta planteada en este trabajo de grado, puedan realizar un proceso de promoción de labores similares en otros conjuntos residenciales u organizaciones que en la actualidad estén contaminando no sólo los cuerpo de agua del municipio de Anapoima, sino que generen otros tipos de contaminación del aire y el suelo en la región.
- Finalmente, se propone a los propietarios y a la Administración del conjunto que en cumplimiento de una acción de responsabilidad social y ambiental, emprendan una labor

de recuperación de la quebrada Socotá, de manera que se retribuya en algo los eventuales daños que se han causado por cerca de 9 años a este cuerpo de agua.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcaldía de Anapoima (2020) Información del Municipio. Recuperado de: <http://www.anapoima-cundinamarca.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx>

Altos de San Nicolás (2018) Acerca del Conjunto. Recuperado de: <https://altosdesannicolas.wordpress.com/acerca-de/#jp-carousel-51>

Arriols, E. (2019) Qué son las aguas residuales y cómo se clasifican. Recuperado de: <https://www.ecologiaverde.com/que-son-las-aguas-residuales-y-como-se-clasifican-1436.html>

BossTech (2018) Tratamiento de Aguas Residuales y su Impacto Ambiental. Recuperado de: <https://bosstech.pe/blog/tratamiento-de-aguas-residuales-y-su-impacto-ambiental/>

BSIgroup (2016) Gestión Medioambiental ISO 14001. Recuperado de: <https://www.bsigroup.com/es-CO/gestion-medioambiental-iso-14001/>

Calidad & Gestión (2010) Sistema de Gestión Ambiental. Recuperado de: [http://calidad-gestion.com.ar/boletin/52\\_iso\\_14000\\_gestion\\_ambiental.html](http://calidad-gestion.com.ar/boletin/52_iso_14000_gestion_ambiental.html)

CAR (2015) Decreto 1076 de 2015. Recuperado de: <https://www.car.gov.co/uploads/files/5b8808216a9f1.pdf>

Comercial de Aguas y Servicios (2019) Diagnóstico de la PTAR Conjunto Residencial Altos de San Nicolas. Bogotá: CAS. 16 p.

CuidoelAgua (2009) ¿Qué es una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales? Recuperado de:  
<http://www.cuidoelagua.org/empapate/aguaresiduales/plantatratamiento.html>

EcuRed (2016) Aguas residuales. Recuperado de: [https://www.ecured.cu/Aguas\\_residuales](https://www.ecured.cu/Aguas_residuales)

Envira (2017) ¿Qué es la norma ISO 14001 y para qué sirve? Recuperado de: <https://envira.es/es/la-norma-iso-14001-sirve/>

Escuela Europea de Excelencia (2016) ISO 14001: Términos y definiciones. Recuperado de:  
<https://www.nueva-iso-14001.com/2014/04/iso-14001-terminos-y-definiciones/>

Escuela Europea de Excelencia (2017) Las mejoras más características de la nueva ISO 14001 2015. Recuperado de: <https://www.nueva-iso-14001.com/2016/05/las-mejoras-mas-caracteristicas-de-la-nueva-iso-14001-2015/>

Estévez, R. (2013) Las 10 definiciones ecointeligentes que debes conocer. Recuperado de:  
<https://www.ecointeligencia.com/2013/02/10-definiciones-sostenibilidad/>

Farias, B. (2016) Conocimientos básicos sobre Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. Recuperado de: <https://www.iagua.es/blogs/bettys-farias-marquez/conocimientos-basicos-plantas-tratamiento-aguas-residuales-ptar-modulo-i>

FCEA (2010) Cuerpos de agua. Recuperado de: <https://agua.org.mx/cuerpos-de-agua/>

GeneratePress (2018) ¿Qué es el tratamiento de aguas residuales? Recuperado de:  
<https://tratamientodeaguasresiduales.net/que-es-el-tratamiento-de-aguas-residuales/#more-4>

GestionEmpresarial (2010) Ciclo P-H-V-A Y Matriz DOFA. Recuperado de:  
<https://gestionempresarial4.wordpress.com/174-2/>

GrupoACMS (2016) Finalidad y objetivos de la norma ISO 14001. Recuperado de:  
<https://www.grupoacms.com/consultora/finalidad-y-objetivos-de-la-norma-iso-14001>

GoogleMaps (2019) Mapa de Anapoima y El Conjunto Altos de San Nicolás. Recuperado de:  
<https://www.google.com/maps/place/Altos+de+San+Nicol%C3%A1s/@4.549494,-74.5400057,16z/data=!4m5!3m4!1s0x8e3f14d9c5aaaab3:0xa91b9e2dc856e5ee!8m2!3d4.5472213!4d-74.541379>

GoPlaceit (2018) Anapoima. Recuperado de:  
<https://www.goplacit.com/co/inmueble/venta/casa/anapoima/4040257-casa-condominio-en-venta-en-anapoima-anapoima>

Hernández, R. (2010) Metodología de la Investigación. Bogotá: Editorial Mc Graw Hill. 474 p.

ISOtools (2016) El origen de la norma ISO 14001. Recuperado de:  
<https://www.isotools.com.mx/origen-norma-iso-14001/>

Manrique, N. (2010). Propuesta marco para un proyecto ciudadano de educación ambiental en manejo integral de residuos sólidos. Bogotá: Universidad Distrital – Especialización en Educación y Gestión Ambiental. 122 p.

Mosquera, A. y Ramírez, J. (2014) Propuesta de implementación de un sistema de gestión ambiental para la planta de tratamiento de aguas residuales de Centroaguas, ubicada en el municipio de Tuluá, Valle del cauca. Tuluá, Valle del Cauca: Universidad Central del Valle

del Cauca – Programa de Ingeniería Ambiental. Recuperado de:  
[https://issuu.com/jorgemontoya90/docs/propuesta\\_de\\_implantacion\\_de\\_un\\_sis](https://issuu.com/jorgemontoya90/docs/propuesta_de_implantacion_de_un_sis)

Pereira, M. (2011) Sistema de Gestión Ambiental (SGA). Recuperado de:  
<https://mariapereiraa.wordpress.com/2011/11/18/sistema-de-gestion-ambiental-sga/>

Quiroz, O. (2019) Desarrollar una propuesta de Sistema de Gestión Ambiental de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales "Los Tajos", basado en los lineamientos de la norma ISO 14001:2015. Cartago, Valle del Cauca: Tecnológico de Costa Rica – Ingeniería Ambiental. Recuperado de:  
[https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10869/sistema\\_gestion\\_ambiental\\_planta\\_tratamiento\\_aguas\\_residuales.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10869/sistema_gestion_ambiental_planta_tratamiento_aguas_residuales.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Rodríguez, E. (2008) Gestión ambiental para los subproductos derivados de una planta de tratamiento de aguas residuales en el Jardín Botánico de la Universidad Nacional de Colombia y comparación con sistemas similares en San Andrés Islas. San Andrés Isla: Universidad Nacional de Colombia – Programa de Ingeniería Ambiental. Recuperado de:  
<http://bdigital.unal.edu.co/684/1/812119.2008.pdf>

Rodríguez, H. (2017) Las aguas residuales y sus efectos contaminantes. Recuperado de:  
<https://www.iagua.es/blogs/hector-rodriguez-pimentel/aguas-residuales-y-efectos-contaminantes>

Sánchez, J. y González, F. (2016) Sistema de gestión de las aguas residuales de la Planta Embotelladora Hielosnorte S.A.C. en el distrito de Moche – Perú. Ciencia y Tecnología.

- 12(3), 11-23. Recuperado de:  
<http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/1396>
- Seoanez, M. (2012) Medio Ambiente y desarrollo. Madrid: Editorial Mundi-Prensa. 225 p.
- Solares, M. (2006) Certificación de la norma ISO 14000 para una planta de tratamiento de aguas negras. Ciudad de Guatemala, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala – Escuela de Ingeniería Industrial. Recuperado de:  
[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_1677\\_IN.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1677_IN.pdf)
- Spinelli, M. (1985) Efluentes. Recuperado de:  
<https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/enciclopedia/terminos/Efluentes.htm>
- UNIT (2011) ISO 14000 - Gestión ambiental. Recuperado de:  
<https://www.unit.org.uy/normalizacion/sistema/14000/>
- Universidad de Antioquia (2019) Plan de Gestión de Riesgo para el Manejo de Vertimientos PTAR Occidental. Medellín: Gobernación de Antioquia. 134 p.
- WordReference (2005) Vertido. Recuperado de:  
<https://www.wordreference.com/definicion/vertido>

## ANEXO A. FORMATO DE LA ENCUESTA A PROPIETARIOS

### ENCUESTA

La presente encuesta forma parte de una investigación sobre el Conjunto Residencial San Nicolas, como trabajo de grado para el programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Militar Nueva Granada. Agradecemos su colaboración.

Fecha:	
--------	--

1) ¿Cuántos años lleva como propietario en el conjunto?: \_\_\_\_\_

2) ¿Cuáles aspectos son los que más le agradan del Conjunto?

ORDENE LOS ASPECTOS MENCIONADOS ABAJO ASIGNANDO LOS NÚMEROS DE 1 A 6, DONDE 1 ES EL ASPECTO QUE MÁS LE AGRADA Y ASÍ SUCESIVAMENTE.

	La distribución de los espacios dentro del Conjunto
	Las vías de acceso
	La compenetración y armonía con los recursos naturales que lo rodean
	La arquitectura de las casas
	El adecuado tratamiento de residuos sólidos y vertimientos de aguas residuales
	La solidaridad y organización entre los propietarios

Responda marcando una X en la respuesta más adecuada a su opinión o percepción:

	Muy en Desacuerdo	En Desacuerdo	Neutral	De Acuerdo	Totalmente de Acuerdo
3) Me siento satisfecho(a) con la manera en que está organizado y se disponen los residuos sólidos que se generan en el Conjunto					
4) Me encuentro satisfecho con la manera en que se disponen las aguas residuales que se generan en el conjunto					
5) Creo que, en general, la vida en el Conjunto resulta amigable con el medio ambiente					
6) Considero que la forma en que se realizan los vertidos de las aguas residuales del Conjunto cumple con las normas ambientales					
7) Considero que la puesta en funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales es una prioridad de la administración del Conjunto.					

**ANEXO B. ACTIVIDADES PLANTEADAS POR LA EMPRESA CONTRATADA PARA  
EL DIAGNÓSTICO DE LA PTAR, PRERREQUISITOS PARA PONER A OPERAR  
REGULARMENTE**

Según la empresa Comercial de Aguas y Servicios (2019), las actividades que deben ejecutarse para poder poner en marcha la operación de la PTAR del Conjunto son las siguientes:

- Para poder tener el permiso de vertimientos es necesario realizar el mantenimiento del sistema, colocarlo a punto y monitorear parámetros.
- Se recomienda realizar reforzamiento a los tanques en PRFV y pintura GELCOAT.
- Mantenimiento a los motores que integran el sistema.
- Implementación de bomba de recirculación de lodos.
- Re-diseño del sistema.
- Desocupación de lodos del sistema.
- Cambio o reemplazo de difusores en mal estado.
- Cambio de válvulas en mal estado
- Disposición y cambio de biosolidos.
- Cambio de material filtrante lechos de secado.
- Impermeabilización de piso

- Limpieza de concreto base de la planta.
- Instalación de tablero integrando unidades antiguas (Soplador, bombas, flotadores).
- Cambio de tuberías y accesorios en mal estado.
- Puesta en Marcha.
- Operación correcta del sistema.
- Después de que el sistema esté a punto se podrán tomar análisis, el sistema no necesita inoculación de bacterias de DBO y Encimas ya que es un tratamiento biológico.
- Se recomienda que después de realizado el mantenimiento se sigan mantenimientos periódicos para que el sistema trabaje correctamente.

**ANEXO C. PARÁMETROS PARA EL VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN  
CUERPOS DE AGUA, SEGÚN LA RESOLUCIÓN 631 DE 2015.**

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*	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> )	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Nitrógeno Amoniacal (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 <sup>-</sup> )	mg/L	0,50	0,50
Cloruros (Cl <sup>-</sup> )	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
<b>Metales y Metaloides</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 Cálcica	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 absorbancia a las siguientes longitudes de onda: 436 nm, 525 nm y 620 nm)	m <sup>-1</sup>	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte

Fuente: Resolución 631 de 2015, artículo 8°.

**ANEXO D. MANUAL DE GESTIÓN AMBIENTAL Y DEMÁS FORMATOS DE  
REGISTRO Y PROCEDIMIENTOS**

MANUAL DE GESTION AMBIENTAL SGA CONJUNTO RESIDENCIAL ALTOS DE SAN NICOLAS		CODIGO : MGA
FECHA	CONTENIDO	
NUMERAL	DESCRIPCION	CODIGO
1	<b>OBJETO DE TRABJO Y SU ALCANCE</b>	MGA 1
2	<b>REFERENCIAS Y NORMATIVAS</b>	MGA 2
3	<b>DEFINICIÓN DE TÉRMINOS</b>	MGA 3
4	<b>DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN</b>	MGA 4
4.1	IDENTIFICACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN Y DE SU ENTORNO	
4.2	PARTES INTERESADAS Y SUS INTERESES	
4.3	ALCANCE PROPUESTO POR EL SGA	
4.4	SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL	
5	<b>CARÁCTER DEL LIDERAZGO</b>	MGA 5
5.1	COMPROMISO ESTABLECIDO	
5.2	FIJACIÓN DE DIRECTRICES Y POLÍTICAS AMBIENTALES	
5.3	DEFINICIÓN DE RESPONSABILIDADES Y LÍNEA DE AUTORIDAD	
6	<b>PLANEACIÓN</b>	MGA 6
6.1	AMENAZAS Y OPORTUNIDADES	
6.2	OBJETIVOS AMBIENTALES Y PROGRAMA DE ACCIÓN	
7	<b>SOPORTE</b>	MGA 7
7.1	RECURSOS	
7.2	ÁREAS DE RSPONSABILIDAD	
7.3	CONCIENTIZACIÓN	
7.4	ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN	
7.5	SISTEMA DE INFORMACION	
8	<b>IMPLEMENTACIÓN</b>	MGA 8
8.1	PLANEACIÓN Y CONTROL DE OPERACIONES	
8.2	PREVISIÓN DE EMERGENCIAS	
9	<b>CALIFICACIÓN DEL DESEMPEÑO</b>	MGA 9
9.1	CONTROL, INDICADORES Y EVALUACIÓN	
9.2	AUDITORÍA INTERNA	
9.3	REVISION ADMINISTRATIVA	
10	<b>MEJORAMIENTO CONTINUO</b>	MGA 10
10.1	ASPECTOS GENERALES	
10.2	ANORMALIDADES Y CORRECCIÓN	
10.3	ACTIVIDADES DE MEJORAMIENTO	







CONJUNTO RESIDENCIAL ALTOS DE SAN NICOLAS	FORMATO DE INSPECCIONES AMBIENTALES			CODIGO: F-HSEQ-E-001	
				FECHA:	
ASPECTOS POR EVALUAR	EVALUACION			RESPONSABLE	OBSERVACIONES
	SI	NO	NA		
<b>SEPERACION DE LA FUENTE</b>					
1 Se emplean los recipientes de color adecuados para la segregación de los residuos solidos					
2 se clasifica adecuadamente los residuos de acuerdo a lo estipulado en la ficha de control técnico					
3 se hace separación del material de reciclable					
4 se disponen adecuadamente los residuos: biológicos, orgánicos y peligrosos producidos en el área					
<b>RECURSOS ELECTRICOS</b>					
1 los equipos eléctricos y electrónicos no usados se encuentran apagados					
2 las luces de las áreas sin trabajadores se encuentran apagadas					
3 se cumple con lo establecido en ficha técnica					
4 se disponen adecuadamente las bombillas y fluorescentes dañados					
<b>RECURSOS HIDRICO</b>					
1 existen fugas de agua					
2 el manejo de aguas residuales se hace de acuerdo con la ficha técnica					

<b>USOS DE INSUMOS Y CONSUMIBLES</b>					
1 se utilizan productos biodegradables					
2 las sustancias químicas están identificadas indicando el riesgo y la atención primera de emergencia en salud y medio ambiente					
<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO ORDEN Y ASEO</b>					
1 se realizan mantenimientos preventivos a las instalaciones para evitar pérdidas de recursos naturales					
2 cuando se hacen labores de mantenimiento se controlan los residuos generados					
3 las instalaciones se encuentran en orden y aseo que evite la generación de riesgos para la salud , la seguridad de los trabajadores y el medio ambiente					
REALIZADO POR : NOMBRE Y CARGO:					

	CONSUMO DE ENERGIA Y AGUA	CODIGO:F-E-006
--	---------------------------	----------------



CONJUNTO RESIDENCIAL ALTOS DE SAN NICOLAS			PROGRAMA DE CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO DEL SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE				CODIGO: PL -003		
						FECHA:			
ELEMENTOS DE CAPACITACION						ELEMENTOS DE SEGUIMIENTO A LA EFICACIA	SEGUIMIENTO A LA EFICACIA	PLAN DE ACCION	VERIFICACION
TEMA	DIRIGIDO	RESPONSABLE	OBJETIVO	ALCANSE	TEMA				
INTRODUCCION EN SEGURIDAD SALUD OCUPACIONAL Y AMBIENTAL	TODO EL PERSONAL	ADMINISTRADOR DEL CONJUNTO COORDINADOR HSE	DAR A CONOCER AL PERSONAL LAS RESPONSABILIDADES CON LOS SISTEMAS DE GESTION	ELEMENTOS DE LOS SISTEMAS DE GESTION	POLITICA OBJETIVO, RESPONSABILIDADES PROGRAMAS DE GESTION, NOTIFICACION DE INCIDENTES PLANES DE EMERGENCIA				
REINDUCCION EN SEGURIDAD SALUD OCUPACIONAL Y AMBIENTAL	TODO EL PERSONAL	ADMINISTRADOR DEL CONJUNTO COORDINADOR HSE	DAR A CONOCER AL PERSONAL LAS RESPONSABILIDADES CON LOS SISTEMAS DE GESTION	ELEMENTOS DE LOS SISTEMAS DE GESTION	POLITICA OBJETIVO, RESPONSABILIDADES PROGRAMAS DE GESTION, NOTIFICACION DE INCIDENTES PLANES DE EMERGENCIA				
PLANES DE EMERGENCIA	TODO EL PERSONAL	ADMINISTRADOR DEL CONJUNTO COORDINADOR HSE	CAPACITAR AL PERSONAL EN EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN LAS AREAS DE TRABAJO	EMERGENCIAS Y EMERGENCIAS AMBIENTALES	CLASE DE EMERGENCIAS, ATENCION DE DERRAMES, INCENDIOS E INUNDACIONES				
MANEJO DE SUTANCIAS QUIMICAS	PERSONAL OPERATIVO	COORDINADOR HSE	DAR A CONOCER AL PERSONAL EL MANEJO CORRECTO DE LA SUSTANCIAS QUIMICAS	IDENTIFICACION DE SUSTANCIAS QUIMICAS,ALMACENAMIENTO COMPATIBILIDAD HOJA DE SEGURIDAD E INTERPRETACIO	HOJA DE SEGURIDAD ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS QUIMICAS MANEJO DE MERGENCIA				
DIPLOMADO EN HSEQ	PERSONAL SELECCIONADO	COORDINADOR HSE	FORMAR AL PERSONAL EN TEMAS ASOCIADOS A LOS SISTEMAS DE GESTION	CALIDAD Y SEGURIDAD INDUSTRIAL SALUD OCUPACIONAL Y AMBIENTE	CALIDAD ,SEGURIDAD INDUSTRIAL ,SALUD OCUPACIONAL Y AMBIENTAL				
<b>MEDIO AMBIENTE</b>									
IDENTIFICACION DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES Y CONTROLES OPERACIONALES	TODO EL PERSONAL	ADMINISTRADOR DEL CONJUNTO COORDINADOR HSE	SOCIALIZAR EL PERSONAL SOBRE LOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES PRESENTES EN CADA AREA	IDENTIFICACION DE ASPECTOS E IMPACTOS CONTROLES OPERACIONALES	ASPECTOS AMBIENTALES IMPACTOS AMBIENTALES SGNIFICANCIA DE LOS IMPACTOS CONTROLES OPERACIONALES				
RESIDUOS SOLIDOS Y PELIGROSOS	TODO EL PERSONAL	ADMINISTRADOR DEL CONJUNTO COORDINADOR HSE	REALIZAR EL MANEJO ADECUADO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS Y PELIGROSOS	RESIDUOS SOLIDOS Y NO PELIGROSOS	CLASIFICACION DE LOS RESIDUOS ESTRATEGIAS DE RECICLABLE REUTILIZACION Y MINIMIZACION				





CONJUNTO RESIDENCIAL ALTOS DE SAN NICOLAS		REPORTE DE INCIDENTES		CODIGO: F-HSEQ-HS-002	
				FECHA	HORA
ACCIDENTE		INCIDENTE		SITUACION DE EMERGENCIAS	
INCIDENTE AMBIENTAL					
AREA			PERSONA QUE REPORTA EL EVENTO		
DESCRIPCION DEL EVENTO (QUE,CUANDO,DONDE,COMO,QUIEN)					
TESIGOS:					
FIRMA DE LA PERSONA QUE REPORTA					



