



**VALORACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE TANQUES DE  
ALMACENAMIENTO DE ARnD EN ESTACIONES DE SERVICIO DE  
GASOLINA**

**Por:**

**Henry Duque Pérez**

Trabajo de grado para optar al título de  
Especialista en Gestión de Proyectos

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia  
UNAD  
Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios  
Especialización en Gestión de Proyectos**

**2019**



**VALORACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE TANQUES DE  
ALMACENAMIENTO DE ARnD EN ESTACIONES DE SERVICIO DE  
GASOLINA**

**Por:**

**Henry Duque Pérez**

**Asesor:**

**Hugo Ocampo Cárdenas**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia  
UNAD  
Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios  
Especialización En Gestión de Proyectos**

**2019**

## **Dedicatoria**

El presente trabajo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados en mi carrera profesional.

## **Agradecimientos**

Los agradecimientos se los doy a todas las personas que se estuvieron involucrados en el desarrollo de este trabajo de grado.

Sin embargo merecen reconocimiento especial mi Madre, mi Padre, mi esposa y mis hijas que con su animo me ayudaron a culminar mi especialización universitaria y me dieron el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible.

Además, agradezco infinitamente a mi Asesor de trabajo de grado Hugo Ocampo Cárdenas que por sus consejos y correcciones he llegado al fin de este trabajo.

## **Resumen**

El presente trabajo de investigación desarrolla la metodología cuantitativa descriptiva del grado de implementación de la Resolución 631 de 2015 analizando las fortalezas, oportunidades, amenazas y debilidades en las estaciones de servicio de gasolina de la Ciudad de Medellín.

El trabajo de campo dio como resultado que las estaciones de servicio de gasolina no cuentan con tanques de almacenamiento de ARnD para el control de elementos de plaguicidas, fisicoquímicos y microbiológicos. En las instalaciones de servicio no cuentan con personal idóneo para el control de los vertimientos a las alcantarilladas públicas. Las estaciones de servicio no tienen adecuadamente la implementación de la Resolución 631 de 2015.

Se ha identificado que las estaciones de servicios de gasolina en sus vertimientos de ARnD no tienen equipos eficientes y que no le hacen control adecuado de estos a las fuentes hídricas de la Ciudad de Medellín.

Se hace una valoración de la factibilidad del VPN y la TIR para la construcción de un tanque de almacenamiento de ARnD siendo factible y rentable. Se recomienda que las estaciones de servicio de gasolina implemente tanques de almacenamiento de ARnD que permita minimizar el riesgo de los residuos de líquidos de hidrocarburos en la contaminación del medio ambiente en las fuentes de hídricas. Por último se concluye que las estaciones de servicio de gasolina deben implementar los lineamientos descritos en la Resolución 631 de 2015 para evitar sanciones pecunarias el Estado y que le permitan controlar los vertimientos de ARnD a las alcantarillas públicas.

Palabras clave: Estaciones de servicio, Resolución 631 de 2015, tanques API , residuos líquidos, Valoración

### **Abstract**

This research work develops the descriptive quantitative methodology of the degree of implementation of Resolution 631 of 2015 analyzing the strengths, opportunities, threats and weaknesses in the petrol service stations of the City of Medellín.

The fieldwork resulted in the fact that the petrol service stations do not have ARnD storage tanks for the control of pesticide, physicochemical and microbiological elements. In the service facilities they do not have suitable personnel for the control of discharges to public sewers. The service stations do not adequately have the implementation of Resolution 631 of 2015.

It has been identified that the gas service stations in their ARnD discharges do not have efficient equipment and that they do not make adequate control of these to the water sources of the City of Medellín.

An assessment is made of the feasibility of the VPN and the IRR for the construction of an ARnD storage tank being feasible and profitable. It is recommended that gasoline service stations implement ARnD storage tanks that minimize the risk of residues of hydrocarbon liquids in environmental pollution in water sources. Finally, it is concluded that the gas service stations must implement the guidelines described in Resolution 631 of 2015 to avoid financial penalties for the State and that allow it to control the dumping of ARnD into public sewers

**Keywords:** Service stations, Resolution 631 of 2015, API tanks, liquid waste, Valuation

## Tabla de contenido

<b>Resumen</b> .....	1
<b>Abstract</b> .....	2
<b>Lista de tablas</b> .....	6
<b>Lista de figuras</b> .....	7
<b>Lista de cuadros</b> .....	8
<b>Introducción</b> .....	9
<b>Capítulo 1</b> .....	10
<b>1.1. Planteamiento del problema</b> .....	10
<b>1.2. Pregunta problematizadora</b> .....	22
<b>1.3. Justificación</b> .....	23
<b>1.4. Alcance de la investigación</b> .....	24
<b>1.5. Limitaciones</b> .....	25
<b>1.6. Objetivos de la investigación</b> .....	26
<b>1.6.1. Objetivo general</b> .....	26
<b>1.6.2. Objetivos específicos</b> .....	26
<b>Capítulo 2</b> .....	27
<b>Marco de referencia</b> .....	27
<b>2.1. Marco de definiciones</b> .....	27
<b>2.2. Marco teórico</b> .....	31
<b>2.3. Marco legal</b> .....	35
<b>Capítulo 3</b> .....	40
<b>Marco metodológico</b> .....	40
<b>3.1. Tipo de investigación</b> .....	40
<b>3.2. Población y Muestra</b> .....	40
<b>3.3. Unidad de análisis</b> .....	41
<b>3.4. Análisis e interpretación de datos</b> .....	42
<b>3.5. Operacionalización de las variables</b> .....	42

3.6. Consideraciones éticas .....	44
Capítulo 4 .....	45
Desarrollo del proyecto .....	45
4.1. Descripción del servicio de gasolina .....	45
4.2. Estudio de mercado .....	52
4.2.1. Demanda del servicio .....	59
4.2.2. Análisis DOFA, .....	62
4.3. Estudio técnico.....	66
4.3.1. Tamaño del proyecto .....	66
4.3.2. Elementos de infraestructura y estructura .....	69
4.3.3. Control de calidad .....	69
4.3.4. Capacidad instalada .....	70
Capítulo 5 .....	72
Estudio de factibilidad del proyecto .....	72
5.1. Estudio Económico – Financiero.....	72
5.1.1. Tabla de costos .....	72
5.1.2. Flujo de fondos.....	73
5.2. VPN y TIR .....	73
5.3. Análisis de sensibilidad.....	76
5.4. Proceso de separación de ARnD .....	76
5.5. Funcionamiento del tanque vertical.....	77
Capítulo 6 .....	80
Análisis de resultados.....	80
6.1. Percepción sobre la aplicación de la Resolución 631 de 2015 .....	80
6.2. Análisis de la matriz DOFA .....	80
6.3. Factibilidad del proyecto.....	87
Capítulo 7 .....	88
Conclusiones.....	88
Capítulo 8 .....	90
Recomendaciones .....	90
Referencias bibliográficas.....	92
ANEXO: Cuestionario .....	98



**Lista de tablas**

Tabla 1: Alteraciones físicas del agua

Tabla 2. Alteraciones químicas del agua

Tabla 3. Alteraciones biológicas del agua

Tabla 4. Enfermedades causadas por la contaminación del agua

Tabla 5. Normatividad general y de ordenamiento territorial para la protección del medio ambiente en Colombia.

Tabla 6. Normatividad para el tratamiento de los residuos sólidos en Colombia

Tabla 7. Normatividad para la protección del agua en Colombia

**Lista de figuras**

Figura 1.	Ciclo hidrológico	31
Figura 2.	Triada de servicio de una estación de servicio de gasolina	50
Figura 3.	Tipo de almacenamiento de líquidos ARnD	58
Figura 4.	Grado de conocimiento de la Resolución 631 de 2015	58
Figura 5.	Servicios de lavautos	59
Figura 6.	Personal calificado par manejo de ARnD	59
Figura 7.	Tipos de vertimiento	60
Figura 8.	Grado de control de ARnD	60
Figura 9.	Uso de desagüe de los derrames de líquidos	61
Figura 10.	Tratamiento de aguas utilizadas	61
Figura 11.	Lugar de vertimiento de las aguas residuales	62
Figura 12.	Monitoreo del proceso de vertimiento de ARnD	62
Figura 13.	Grado de mantenimiento al vertimiento de ARnD	63
Figura 14.	Realizan control de prueba de ARnD	63
Figura 15.	Estructura DOFA	67
Figura 16.	Sistema de Gestión Ambiental	74
Figura 17.	Comportamiento de la TIR del proyecto	80
Figura 18.	Esquema de separación de aguas	82
Figura 19.	Esquema de funcionamiento del tanque vertical	85

**Lista de cuadros**

Cuadro 1	Operacionalización de las variables objeto de estudio	47
Cuadro 2	Matriz DOFA	69
Cuadro 3.	Costos de inversión inicial	72
Cuadro 4.	Costos de inversión del proyecto	76
Cuadro 5.	Flujo de efectivo	77
Cuadro 6.	VPN del proyecto de inversión	79

## Introducción

El presente trabajo de investigación sobre cuantificar el grado de implementación de la Resolución 631 de 2015 en las estaciones de servicio de gasolina en la disposición, tratamiento y uso de las aguas residuales no domésticas se estructura en 7 capítulos.

El primer Capítulo se encuentra la descripción del problema haciendo un recuento de la problemática que se presenta en la implementación de las normas que protegen el medio ambiente. Esta descripción se hace desde la mirada de las entidades gubernamentales del Ministerio de Minas y Energía, la Unidad Nacional para el Riesgo de Desastres, los programas de la Naciones Unidas para el Desarrollo, la Constitución Política de Colombia entre otras. Se muestra la normativa que rige al día de hoy en materia de protección del Medio Ambiente. Luego, se pasa a los objetivos de la valoración del proyecto de implementación de la Resolución 631 de 2015 para la construcción de un tanque API para el tratamiento de las aguas residuales.

En el segundo Capítulo se desarrolla el marco de referencia conformado por unas definiciones, elemento teórico conceptual y el marco legal. El tercer capítulo se esquematiza el proceso metodológico para el alcance de los objetivos. El desarrollo del proyecto se desarrolla en el Capítulo 4. En este apartado se describirá los lineamientos en cuanto a la planeación estratégica del proyecto, el estudio de mercado, los elementos de la infraestructura, el estudio técnico. El Capítulo 5 mostrará el estudio económico financiero y el estudio de factibilidad con un análisis del VPN y TIR. En el Capítulo 6 se mostrará un análisis de los resultados. Luego en los Capítulos 7 y 8 se plantearán las conclusiones y las recomendaciones.

## Capítulo 1

### Propuesta de investigación

#### 1.1. Planteamiento del problema

*“El agua es la fuerza motriz de toda la naturaleza”  
Leonardo Da Vinci*  
*“El agua sucia no puede lavarse”  
Proverbio africano*

Como afirma el polímata Da Vinci (1452 – 1519) *“el agua es un elemento vital para la vida del planeta tierra y de los seres en toda su dimensión que en el habitan”*. Es así como los seres humanos en toda su trasegar histórico han luchado por adquirir y proteger el agua como el recurso natural máspreciado para su existencia. Este comportamiento de lucha da sus comienzos en la protección por los pozos de agua entre los pastores de diversas poblaciones, mencionado por la biblia en su libro de génesis en la lucha por el abastecimiento del agua del río Jordán entre Israel y Palestina y por las tierras bañadas de leche y miel alrededor de los ríos Eufrates y Tigris, y la existencia de diferentes conflictos a nivel mundial por la propiedad de los lugares que contienen el recurso hídrico para la existencia del ser humano.

Según informe de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), mencionado por Gualdrón (2009), la crisis del agua es inminente debido su inadecuado uso y al presente desequilibrio entre las poblaciones menos favorecidas, con altos índices de pobreza, para que tengan el acceso a los recursos hídricos para satisfacer sus necesidades. En el informe señala lo siguiente:

Todas las señales parecen indicar que la crisis se está empeorando y que continuará haciéndolo, a no ser que se emprenda una acción correctiva. Se

trata de una crisis de gestión de los recursos hídricos, esencialmente causada por la utilización de métodos inadecuados. La verdadera tragedia de esta crisis, sin embargo, es su efecto sobre la vida cotidiana de las poblaciones pobres, que sufren el peso de las enfermedades relacionadas con el agua, viviendo en entornos degradados y a menudo peligrosos, luchando por conseguir una educación para sus hijos, por ganarse la vida y por solventar a sus necesidades básicas de alimentación. La crisis pesa asimismo sobre el entorno natural, que cruje bajo la montaña de desechos que se vierten a diario y por el exceso de uso o uso indebido que de él se hace, con aparente desinterés por las consecuencias y por las generaciones venideras. En realidad, se trata fundamentalmente de un problema de actitud y de comportamiento, problemas en su mayoría identificables y localizables, recuperado de <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/water/index.html>.

La ONU ha creado diversos mecanismos preventivos y correctivos para proteger el agua en su adecuado uso por las diferentes comunidades mundiales. Un mecanismo importante desarrollado por la ONU es la Declaración de Estocolmo sobre el Medio Ambiente Humano (1972). Ésta declaración proclama que *“El hombre es a la vez obra y artífice del medio ambiente que lo rodea, el cual le da el sustento material y le brinda la oportunidad de desarrollarse intelectual, moral social y espiritualmente”*. Además, la Declaración propone que es fundamental que el ser humano realice acciones para proteger y mejorar la calidad del agua en su medio ambiente para el bienestar de los pueblos para alcanzar un desarrollo económico sostenible en el mundo entero.

Además, la Organización de Naciones Unidas (1972) declara que

La protección y mejoramiento del medio ambiente humano es una cuestión fundamental que afecta al bienestar de los pueblos y al desarrollo económico del mundo entero, un deseo urgente de los pueblos de todo el mundo y un deber de todos los gobiernos, (p. 1)

Por otro lado, el liderazgo del Programa de las Naciones Unidas (PNUD, 2015) para el Desarrollo los gobiernos hace que los países del mundo se reunieran en New York para proponer los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). Se desarrolla un documento con los lineamientos para garantizar la sostenibilidad del medio ambiente sobre la protección en deforestación y el cuidado del recurso hídrico. El informe de PNUD (2015) menciona que en Colombia la provisión de los servicios públicos de agua potable presenta grandes diferencias entre las regiones rurales y urbanas. En Colombia el 3% de la población concentrada en la región urbana no tienen abastecimiento de agua potable de conexión con un acueducto. Existen brechas significativas con respecto a los diferentes territorios de Colombia. Como lo menciona el informe ODM (2015)

Es crítico el caso de Chocó, donde 1 de cada 2 hogares no cuenta con acceso a agua potable en zonas urbanas, cifra que empeora en zonas rurales, donde 2 de cada 3 hogares no cuenta con conexión adecuada ni soluciones alternativas a este servicio, (p, 40).

Haciendo esfuerzos grandes la ONU organiza la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible celebrada en Rio de Janeiro en el año 2012. En el documento “*La Cumbre de Rio +20*” se desarrollado se fortalece que los Estados tienen el derecho del uso de sus recursos basados en sus políticas internas ambientales y de controlar las actividades que se realicen que afecten el medio ambiente. (ONU, 2012)

El documenteo propone que los países deben apropiarse de los lineamientos internacionales que se propongan con respecto a los intereses y necesidades de los ciudadanos en cuanto a protección de las fuentes hídricas, (ONU, 2012, p. 7). Como lo menciona el documento La Cumbre de “Rio +20” (2012) los países

Deberán emprender una evaluación del impacto ambiental, en calidad de instrumento nacional, respecto de cualquier actividad propuesta que probablemente haya de producir un impacto negativo considerable en el medio ambiente y que este sujeta a la decisión de una autoridad nacional competente, (p.8).

Ahora bien, en Colombia con la existencia de los citados mecanismos que tiene su origen principalmente con la Declaración Universal de los Derechos Humanos en 1948, se ha establecido con rango de índole Constitucional la salvaguardia del medio ambiente y se delinear los artículos que hacen el cumplimiento de normas para proteger la diversidad e integridad del ambiente y fomentar la educación. Los artículos en la Constitución Política de Colombia (CPC) le da importancia a la protección del recurso hídrico en Colombia. (CPC, 2016).

Es así, se delimita a partir de la Constitución Política de Colombia de 1991 los derroteros a seguir en concordancia con las normas existentes que no le fuesen contrarias a la norma superior en materia del tratamiento y uso de agua.

La normatividad en Colombia, en todos los ámbitos, para el uso de agua y residuos líquidos es amplia. Se comienza con la Constitución de Colombia de 1991, pasando por las siguientes leyes: Ley 9 de 1979, Ley 79 de 1986, Ley 99 de 1993 Ley 142 de 1994, Ley 373 de 1997, los decretos: Decretos 2811 de 1974, 1541 de 1978,

1594 de 1984, 475 de 1998, 3100 de 2003 entre muchos otros Decretos, Resoluciones y documentos CONPES de planes de manejo de agua.

Cada norma nacional citada anteriormente determina el uso adecuado del agua, la protección del recurso hídrico, el valor económico a cobrar por los servicios de acueducto y alcantarillado por parte de las difentes empresas públicas y privadas, además de las normas de calidad del agua para el consumo humano, los lineamientos y directrices tendientes a controlar y reducir la contaminación hídrica de conformidad con lo señalado en el Capítulo 5 en sus artículos 365 y siguientes de la Constitución Política de Colombia, (CPC, 2016).

En estudio realizado por ACODAL (2016) *“el principal problema ambiental que aqueja a las ciudades y a los departamentos es la contaminación de los recursos hídricos”*, (p. 2). El estudio concluye que el manejo inadecuado que se le dan a los residuos sólidos asociado a la poca accesibilidad al agua potable de las comunidades de bajos recursos generan el principal problema en la contaminación hídrica, (p. 3).

Las actividades económicas que realizan las comunidades para satisfacer sus necesidades básicas en las ciudades producen vertimientos de aguas residuales contaminantes que son producidas por hogares, industrias de producción y servicios de distribución de hidrocarburos.

Los residuos sólidos que contaminan el agua en las ciudades se pueden catalogar como agentes patógenos, desechos de sustancias químicas inorgánicas, sustancias químicas orgánicas, sedimentos de materia insoluble de suelo, sustancias radicativas y calor, (Segura, 2017, p. 15).

Las comunidades utilizan los recursos hídricos para satisfacer sus necesidades en cuanto consumo doméstico, consumo humano, consumo industrial, protección de la

flora y fauna, actividades recreativas y culturales entre otras. De esta manera, las aguas residuales que genera el hombre en sus procesos industrializados son de origen doméstico, industrial o agrícola. Los residuos producto de las actividades económicas son desechados a las corrientes hídricas naturales como gases o como sustancias disueltas o en forma articulada, (Segura, et. al, p. 16).

Las alteraciones de los recursos hídricos son de diferentes tipos que se clasifican en físicos, químicos y biológicos. Estos diferentes tipos de contaminación al agua son depositadas en las corrientes hídricas que posteriormente caen al Río Medellín contaminándolo, ver tabla 1.

Tabla 1.  
*Alteraciones físicas del agua*

Alteraciones físicas	Tipo de Contaminación que indica
Color	El agua no contaminada suele tener ligeros colores rojizos, pardos, amarillentos o verdosos debido, principalmente, a los compuestos húmicos, férricos o los pigmentos verdes de las algas que contienen. Las aguas contaminadas pueden tener muy diversos colores pero, en general, no se pueden establecer relaciones claras entre el color y el tipo de contaminación
Olor y sabor	Compuestos químicos presentes en el agua como los fenoles, diversos hidrocarburos, cloro, materias orgánicas en descomposición o esencias liberadas por diferentes algas u hongos pueden dar olores y sabores muy fuertes al agua, aunque estén en muy pequeñas concentraciones. Las sales o los minerales dan sabores salados o metálicos, en ocasiones sin ningún olor.
Temperatura	El aumento de temperatura disminuye la solubilidad de gases (oxígeno) y aumenta, en general, la de las sales. Aumenta la velocidad de las reacciones del metabolismo, acelerando la putrefacción. La temperatura óptima del agua para beber está entre 10 y 14°C. Las centrales nucleares, térmicas y otras industrias contribuyen a la contaminación térmica de las aguas, a veces de forma importante.
Materiales en suspensión	Partículas como arcillas, limo y otras, aunque no lleguen a estar disueltas, son arrastradas por el agua de dos maneras: en suspensión estable (disoluciones coloidales); o en suspensión que sólo dura mientras el movimiento del agua las arrastra. Las suspendidas coloidalmente sólo precipitarán después de haber sufrido coagulación o floculación (reunión de varias partículas)
Radiactividad	Las aguas naturales tienen unos valores de radiactividad, debidos sobre todo a isótopos del K. Algunas actividades humanas pueden contaminar el agua con isótopos radiactivos.
Espumas	Los detergentes producen espumas y añaden fosfato al agua (eutrofización). Disminuyen mucho el poder autodepurador de los ríos al dificultar la actividad bacteriana. También interfieren en los procesos de floculación y sedimentación en las estaciones depuradoras.
Conductividad	El agua pura tiene una conductividad eléctrica muy baja. El agua natural tiene iones en disolución y su conductividad es mayor y proporcional a la cantidad y características de esos electrolitos. Por esto se usan los valores de conductividad como índice aproximado de concentración de solutos. Como la temperatura modifica la conductividad las medidas se deben hacer a 20°C

Fuente: Elaborado por Segura (2017). Se muestran las alteraciones físicas del agua producto de los vertimientos domésticos, industriales y de servicios de hidrocarburos. Recuperado de <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/estudio%20de%20antecedentes%20sobre%20la%20contaminaci%C3%B3n%20h%C3%ADdrica.pdf>

Tabla 2. Alteraciones químicas del agua

Alteraciones químicas	Tipo de Contaminación que indica
pH	Las aguas naturales pueden tener pH ácidos por el CO <sub>2</sub> disuelto desde la atmósfera o proveniente de los seres vivos; por ácido sulfúrico procedente de algunos minerales, por ácidos húmicos disueltos del mantillo del suelo. La principal sustancia básica en el agua natural es el carbonato cálcico que puede reaccionar con el CO <sub>2</sub> formando un sistema tampón carbonato/bicarbonato. Las aguas contaminadas con vertidos mineros o industriales pueden tener pH muy ácido. El pH tiene una gran influencia en los procesos químicos que tienen lugar en el agua, actuación de los floculantes, tratamientos de depuración, etc.
Oxígeno disuelto OD	Las aguas superficiales limpias suelen estar saturadas de oxígeno, lo que es fundamental para la vida. Si el nivel de oxígeno disuelto es bajo indica contaminación con materia orgánica, septicización, mala calidad del agua e incapacidad para mantener determinadas formas de vida.
Materia orgánica biodegradable: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	DBO <sub>5</sub> es la cantidad de oxígeno disuelto requerido por los microorganismos para la oxidación aerobia de la materia orgánica biodegradable presente en el agua. Se mide a los cinco días. Su valor da idea de la calidad del agua desde el punto de vista de la materia orgánica presente y permite prever cuanto oxígeno será necesario para la depuración de esas aguas e ir comprobando cual está siendo la eficacia del tratamiento depurador en una planta.
Materiales oxidables: Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Es la cantidad de oxígeno que se necesita para oxidar los materiales contenidos en el agua con un oxidante químico (normalmente dicromato potásico en medio ácido). Se determina en tres horas y, en la mayoría de los casos, guarda una buena relación con la DBO por lo que es de gran utilidad al no necesitar los cinco días de la DBO. Sin embargo la DQO no diferencia entre materia biodegradable y el resto y no suministra información sobre la velocidad de degradación en condiciones naturales.
Nitrógeno total	Varios compuestos de nitrógeno son nutrientes esenciales. Su presencia en las aguas en exceso es causa de eutrofización. El nitrógeno se presenta en muy diferentes formas químicas en las aguas naturales y contaminadas. En los análisis habituales se suele determinar el NTK (nitrógeno total Kendahl) que incluye el nitrógeno orgánico y el amoniacal. El contenido en nitratos y nitritos se da por separado.
Fósforo total	El fósforo, como el nitrógenos, es nutriente esencial para la vida. Su exceso en el agua provoca eutrofización. El fósforo total incluye distintos compuestos como diversos ortofosfatos, polifosfatos y fósforo orgánico. La determinación se hace convirtiendo todos ellos en ortofosfatos que son los que se determinan por análisis químico.
Aniones	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Cloruros: indican salinidad.</li> <li>✚ Nitratos: indican contaminación agrícola.</li> <li>✚ Nitritos: indican actividad bacteriológica.</li> <li>✚ Fosfatos: indican detergentes y fertilizantes.</li> <li>✚ Sulfuros: indican acción bacteriológica anaerobia (aguas negras, etc.).</li> <li>✚ Cianuros: indican contaminación de origen industrial.</li> <li>✚ Fluoruros: en algunos casos se añaden al agua para la prevención de las caries, aunque es una práctica muy discutida.</li> </ul>
Cationes	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Sodio: indica salinidad.</li> <li>✚ Calcio y Magnesio: están relacionados con la dureza del agua.</li> <li>✚ Amonio: contaminación con fertilizantes y heces.</li> <li>✚ Metales Pesados: de efectos muy nocivos; se bioacumulan en la cadena trófica.</li> </ul>
Compuestos orgánicos	Los aceites y grasas procedentes de restos de alimentos o de procesos industriales (automóviles, lubricantes, etc.) son difíciles de metabolizar por las bacterias y flotan formando películas en el agua que dañan a los seres vivos. Los fenoles pueden estar en el agua como resultado de contaminación industrial y cuando reaccionan con el cloro que se añade como desinfectante forman clorofenoles que son un serio problema porque dan al agua muy mal olor y sabor. La contaminación con pesticidas, petróleo y otros hidrocarburos se estudia con detalle en los capítulos correspondientes.

Fuente: Elaborado por Segura (2017). Se muestran las alteraciones químicas del agua producto de los vertimientos domésticos, industriales y de servicios de hidrocarburos. Recuperado de <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/estudio%20de%20antecedentes%20sobre%20la%20contaminaci%C3%B3n%20h%C3%ADdrica.pdf>

Tabla 3. *Alteraciones biológicas del agua*

Alteraciones biológicas del agua	Tipo de contaminación que indican
Bacterias coliformes	Desechos fecales
Virus	Desechos fecales y restos orgánicos
Animales, plantas, microorganismos diversos	Eutrofización

Fuente: Elaborado por Segura (2017). Se muestran las alteraciones biológicas del agua producto de los vertimientos domésticos, industriales y de servicios de hidrocarburos. Recuperado de <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/estudio%20de%20antecedentes%20sobre%20la%20contaminaci%C3%B3n%20h%C3%ADdrica.pdf>

Tabla 4. *Enfermedades causadas por la contaminación del agua*

Tipo de Microorganismo	Enfermedad	Síntomas
Bacterias	Cólera	Diarreas y vómitos intensos. Deshidratación. Frecuentemente es mortal si no se trata adecuadamente
Bacterias	Tifus	Fiebres. Diarreas y vómitos. Inflamación del bazo y del intestino.
Bacterias	Disentería	Diarrea. Raramente es mortal en adultos, pero produce la muerte de muchos niños en países poco desarrollados
Bacterias	Gastroenteritis	Náuseas y vómitos. Dolor en el digestivo. Poco riesgo de muerte
Virus	Hepatitis	Inflamación del hígado e ictericia. Puede causar daños permanentes en el hígado
Virus	Poliomielitis	Dolores musculares intensos. Debilidad. Temblores. Parálisis. Puede ser mortal
Protozoos	Disentería amebiana	Diarrea severa, escalofríos y fiebre. Puede ser grave si no se trata
Gusanos	Esquistosomiasis	Anemia y fatiga continuas

Fuente: Elaborado por Segura (2017). Se muestran las alteraciones químicas del agua producto de los vertimientos domésticos, industriales y de servicios de hidrocarburos. Recuperado de <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/estudio%20de%20antecedentes%20sobre%20la%20contaminaci%C3%B3n%20h%C3%ADdrica.pdf>

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) en estudio sobre los factores de contaminación de las fuentes hídricas en Colombia identificó que el demayor porcentaje proceden de aguas residuales domésticas, en el segundo puesto se encuentran las aguas residuales industriales, la tercera provienen de las actividades de producción agrícola y ganadera y por último las aguas lluvias,

transporte terrestre, obras de infraestructura y residuos sólidos, (IDEAM, mencionado por Segura, 2017, p. 36).

En la ciudad de Medellín las estaciones de servicio, al ser instalaciones destinadas a la venta al público de gasolinas, gasóleos, y Lubricantes para automóviles, con llevan un riesgo potencial de contaminación de suelos y aguas subterráneas, (IDEAM, 2017).

La normatividad imperante en Colombia ha contribuido para que las empresas de servicio de hidrocarburos ajusten sus procedimientos de control de calidad en cuanto al vertimiento de los residuos producto de los hidrocarburos, como son la gasolina, petróleo y ACPM, que envían a las fuentes hídricas de la ciudad de Medellín. El vertimiento de residuos a las corrientes hídricas por parte de las estaciones de servicio de gasolina son acciones de su proceso de comercialización y/o industrialización se presentan por las malas prácticas en su construcción y/o por los controles deficientes al interior de la organización (Sánchez y Luis, 2017, p. 16).

Las instalaciones de una estación de servicio de gasolina no son una infraestructura de contaminación hídrica. La naturaleza del servicio de los productos que ofrecen asociado a su manipulación derivan en riesgos altos de contaminación hídrica. Los riesgos potenciales de contaminación hídrica en el proceso de servicio en las estaciones de gasolina se presentan por el mal estado de la infraestructura de almacenamiento, falta de depósitos para almacenar los residuos, la mala manipulación por parte de los empleados y/o usuarios en el deshecho de los residuos en los recursos hídricos, (Univeridad de Antioquias, 2017).

En los estudios realizados por la Universidad de Antioquia (2017) describen que las estaciones de servicio en la Ciudad de Medellín registran



niveles altos de algunos componentes, tal es el caso del Benceno que aumenta la posibilidad de padecer de cáncer. Algo muy alarmante especialmente para las personas que trabajan en las gasolineras, así como las personas que viven cerca de una. El aire de las gasolineras y de sus inmediaciones está cargado con las emisiones provenientes de la evaporación de los combustibles, ya que estos se generan durante las operaciones de carga, descarga, repostaje y fugas de combustible líquido, (p. 18).

Las estaciones de gasolina presentan altos grados de contaminación por efecto de los productos físicos, químicos y biológicos que arrojan a las fuentes



hídricas de la Ciudad de Medellín. La existencia de la normatividad para controlar los vertimientos de los productos contaminantes a las fuentes hídricas ha producido una concientización por parte de las directivas de las organizaciones en controlar sus residuos desechables en bajo nivel por el alto costo de la infraestructura instalada para la manipulación de los residuos de los hidrocarburos, (U de A, et. al., p. 23).

La contaminación que producen las estaciones de gasolina ha incrementado su impacto al medio ambiente por cuanto el vertimiento de los aceites residuales son desechados sin controles que estén apoyados en un tratamiento eficiente. Al no tener adecuadamente un proceso control de los residuos las personas y las fuentes hídricas circundantes a la estación de servicio asumen un riesgo de índole de salud y seguridad

pública. Es por esto, que en Colombia existen toda clase de normativa y organismos estatales buscan controlar los vertimientos de residuos a las fuentes hídricas en las ciudades capitales.

Las sustancias emitidas por las estaciones de gasolina en la ciudad de Medellín se presentan en forma líquida, sólida o gaseosa. Como lo menciona el estudio *¿Cuál es la calidad del río Aburrá-Medellín?* (U de A, et. al. 2017) afirma que:



Los vertimientos pueden ser los líquidos vertidos contaminados y las descargas directas sobre aguas superficiales adicional a la fugas en aguas subterráneas. La contaminación del suelo y las fuentes hídricas pueden ser por las fugas de hidrocarburos en las instalaciones mecánicas como en los tanques y tuberías enterradas. Adicionalmente, se presentan los derrames superficiales en los procesos de carga de tanques y suministros de vehículos. El agua actúa como medio de transporte alejando los contaminantes a distancias insospechadas. Es por eso recomendable tener mucha precaución en el manejo de una gasolinera, la cual debe de prestar todas las medidas de seguridad necesarias, (p. 32).

Otros posibles tipos de contaminación que se pueden ocurrir al interior de una estación de servicio son:

- Tanques de almacenamiento de gasolina, ACPM y aceites.
- Red de Tuberías
- Red de Drenaje
- Foso de cambio de Aceite

- Lavados de Coches
- Repostaje de vehículos

En Colombia toda estación de servicios de gasolina tiene que solicitar el permiso de vertimiento de residuos a las fuentes hídricas. Este permiso es la autorización, por parte de la entidad ambiental, que se le adjudica a toda persona natural o jurídica para realizar vertimientos de aguas residuales producidas por las actividades comerciales, de la estación de servicio de gasolina, a fuentes hídricas y/o al suelo previo de su tratamiento y que se encuentran protegidas por la normatividad del medio ambiente.

Las normas que protegen el medio ambiente con referente al vertimiento de las aguas residuales a la fuentes hídricas son robustas y costosas financieramente. Estos altos costos llevan a que las estaciones de servicios no las cumplan a total cabalidad lo que les hace cometer infracciones de incumplimiento que les generan posibles sanciones pecunarias y/o en el cierre de la estación de servicio, (U de A, et. al. 2017).

Por lo anterior, el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible expidió la Resolución 631 de 2015 sobre los vertimientos de aguas residuales a las fuentes hídricas. La Resolución 631 de 2015 fija los parámetros y valores máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público. Esta Resolución exige nuevos lineamientos y directrices de control de las aguas residuales a las estaciones de servicio de gasolina.

Con la entrada en vigencia de la Resolución, las personas naturales y jurídicas que desempeñan actividades económicas con el uso de las aguas no domésticas o industriales se presentan dos situaciones, las cuales se podrán confirmar o negar durante la investigación; la primera obedece a los límites de uso del recurso hídrico que minimizaría la libre empresa vulnerando con ello lo contenido en el artículo 333 de la

Constitución Política de Colombia y dos que evite el uso indebido e inadecuado del recurso hídrico, siendo este último el fin perseguido con el espíritu filosófico del lineamiento normativo en comento.

La implementación de la Resolución 631 de 2015 ha producido el cierre de los sistemas de vertimientos actuales como tanques de almacenamiento y trampas de grasas. Las restricciones de la Resolución ha llevado al cierre de gasolineras, por parte del Área Metropolitana y EPM, anidado al aumentado de los costos de inversión para la operación de las Estaciones de Servicios de gasolina (EDS) y los lavaderos de vehículos en la ciudad de Medellín, (El Colombiano, 2016).

En Colombia se encuentran registradas y certificadas 5.920 estaciones de gasolina que prestan el servicio de distribución de gasolina que son controladas por el Ministerio de Minas y Energía. De estas estaciones certificadas por Ministerio de Energía el 2% (122) se encuentran en la Ciudad de Medellín. Este Ministerio expide la normatividad que deben ajustarse todas la estaciones de prestación de servicio de comercialización de gasolina. Como lo menciona el informe del Ministerio de Minas y Energía (2018) “Listado de Estaciones de Servicio Certificadas” expresa que

A pesar de los controles que se tiene estipulados para que una estación de servicio entre en operación, estos no son lo suficientemente eficaces al momento de la operación de las EDS, lo cual causa una afectación medioambiental en el desarrollo de estas actividades, teniendo impactos en el medio tales como.

## **1.2. Pregunta problematizadora**

Por lo anterior expuesto, surge para la pregunta problematizadora; cuál es la valoración de la construcción de tanques de depósito para residuos de hidrocarburos generados por las estaciones de servicio de gasolina?

### 1.3. Justificación

La gestión de los vertimientos de los residuos de hidrocarburos por parte de las estaciones de gasolina son peligrosos para las fuentes hídricas y a su vez para el ser humano. El desarrollo de la infraestructura adecuada para la reducción del impacto ambiental de los residuos de hidrocarburos permite la disminución de los riesgos ambientales que afectan el ámbito social de las estaciones de gasolina de las ciudades.

Por otro lado, la implementación de la Resolución 631 de 2015 obliga a que las estaciones de servicios cumplan con los valores mínimos de los parámetros y valores máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales con el llenado a una nueva estructuración en cuanto los sitios de almacenaje de los residuos. Esto implica que las organizaciones de las estaciones de servicios de gasolina implementan tanques de almacenamiento para controlar los vertimientos de residuos de hidrocarburos a las fuentes hídricas. La estructura física de un tanque de almacenamiento implica una inversión importante de recursos financieros que no todas las estaciones de gasolina pueden afrontar y si lo afrontan se les presenta el riesgo de cierre del establecimiento por insolvencia financiera.

Las malas prácticas en que incurren las estaciones de gasolina en la gestión de los residuos que vierten a las fuentes hídricas ya sea por omisión o por incapacidad de la infraestructura instaladas para controlar los vertimientos de los aceites, hidrocarburos y demás líquidos de contaminación ambiental.

En el actual mercado de los servicios de las estaciones de gasolina se presentan márgenes menores en competitividad y con una normatividad más exigente las organizaciones deben buscar oportunidades de crecimiento y eficiencia en el tratamiento de los residuos de hidrocarburos. Es así, que las administraciones de las estaciones de

servicio de gasolina son conscientes de la importancia en la disminución de la contaminación ambiental y el del cumplimiento de las normas reguladoras para contralorarlas emisiones de residuos líquidos a las fuentes hídricas.

El presente proyecto de investigación busca formular soluciones en la optimización de los recursos ambientales y disminución de costos dentro del proceso de almacenamiento y comercialización de combustible de las estaciones de gasolina.

La ciudad de Medellín se encuentra en un crecimiento sostenido del uso de los vehículos y por ende de los servicios de estaciones de gasolina que requieren implementar la Resolución 631 de 2015 para darle cumplimiento a la norma de controlar y minizar los vertimientos contaminantes a las fuentes hídricas. Las estaciones de servicio se ven en la obligación de invertir en la construcción y/o adecuación de los tanques de almacenamiento de ARnD y las trampas de grasas para los líquidos de hidrocarburos.

Por lo anterior, las estaciones de servicio de gasolina requieren de la valoración del proyecto de construcción de los tanques para el almacenamiento y tratamiento de los residuos contaminantes de las fuentes hídricas de la ciudad de Medellín.

#### **1.4. Alcance de la investigación**

La investigación sobre la implementación de la Resolución 631 de 2015 en las estaciones de gasolina tiene la limitación en el tiempo. El proyecto tendrá un alcance en cuanto a la indagación del riesgo en el almacenamiento de combustible en las estaciones de servicio en la ciudad de Medellín. Además, el proyecto cuantificará la valoración de la construcción de un tanque de almacenamiento para el tratamiento de los líquidos residuales en las estaciones de servicios de gasolina. Y por último, se propondrán

algunas posibles acciones de mitigación en la infiltración y emisión de gases del mismo de los hidrocarburos que generan las estaciones de servicios a las fuentes hídricas.

### **1.5. Limitaciones**

La investigación presenta la limitación de la información que suministren las estaciones de servicios de combustibles sobre la práctica de pruebas de vertimiento de aguas no domésticas y los procesos de almacenamiento y tratamiento de los líquidos de hidrocarburos.

## **1.6. Objetivos de la investigación**

### **1.6.1. Objetivo general**

Determinar la valoración de la implementación de tanques almacenamiento en estaciones de servicio para el cumplimiento de la resolución 631 de 2015 en el almacenamiento y tratamiento de los residuos de las aguas no domésticas.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

- 1.6.2.1. Describir las prácticas de vertimiento y tratamiento de aguas no domésticas en las estaciones de servicio de la ciudad de Medellín.
- 1.6.2.2. Diagnosticar con los elementos de la matriz DOFA la implementación de la Resolución 631 de 2015 en el vertimiento y tratamiento de las aguas residuales no domésticas en las estaciones de servicio de gasolina.
- 1.6.2.3. Proponer estrategias para la instalación de tanques almacenamiento para el tratamiento de las aguas no domésticas en las estaciones de gasolina.

## Capítulo 2

### Marco de referencia

#### 2.1. Marco de definiciones

##### a. Aguas Residuales Domésticas- (ARD):

Son las procedentes de los hogares, así como las de las instalaciones en las cuales se desarrollan actividades industriales, comerciales o de servicios y que correspondan a: 1. Descargas de los retretes y servicios sanitarios. 2. Descargas de los sistemas de aseo personal (duchas y lavamanos), de las áreas de cocinas y cocinetas, de las pocetas de lavado de elementos de aseo y lavado de paredes y pisos y del lavado de ropa (No se incluyen las de los servicios de lavandería industrial). (Minambiente, 2015).

##### b. Aguas Residuales no Domésticas, (ARnD)

Son las procedentes de las actividades industriales, comerciales o de servicios distintas a las que constituyen aguas residuales domésticas, (ARD). (Minambiente, 2015).

##### c. Carga contaminante

Es el producto de la concentración másica promedio de una sustancia por el caudal volumétrico promedio del líquido que la contiene determinado en el mismo sitio; en un vertimiento se expresa en kilogramos por día (kg/d). (Minambiente, 2015).

##### d. Estaciones de Servicio (EDS)

Son instalaciones construidas localizadas cerca de una vía o carretera que se encarga de adquirir, almacenar y distribuir combustible, cumpliendo con la regulación de las normas vigentes existentes, este proceso es complejo porque toma en consideración el servicio que presta que es principalmente hacia el

público porque estas construcciones son necesarias para garantizar el tráfico de los vehículos, además tomando en consideración el riesgo que representan debido a su responsabilidad en la manipulación y almacenamiento de materias inflamables. Es una estación de servicio, gasolinera o servicentro es un punto de venta de combustible y lubricantes para vehículos de motor. Aunque en teoría pueden establecerse y comprar libremente, las estaciones de servicio normalmente se asocian con las grandes empresas distribuidoras, con contratos de exclusividad. Generalmente, las estaciones de servicio ofrecen gasolina y gasóleo, ambos derivados del petróleo. Algunas estaciones proveen combustibles alternativos, como gas licuado del petróleo, gas natural, gas natural comprimido, etanol, gasohol, biodiésel, hidrógeno y keroseno. Los elementos esenciales de las gasolineras son los surtidores y los depósitos. Establecimiento en el cual se almacenan y distribuyen al consumidor final los combustibles líquidos derivados del petróleo. (Lenis y Montes, 2010).

#### **e. Hidrocarburos**

Son un grupo de compuestos orgánicos más sencillos, porque están formados principalmente por átomos de carbono e hidrógeno, los cuales se forman gracias a la descomposición y transformación de plantas y animales marinos, los cuales vivieron hace miles de años. Los hidrocarburos del petróleo se queman como combustible y una pequeña porción se convierte en productos petroquímicos como plásticos, colorantes, detergentes, plaguicidas entre otros. (Sánchez y Luis, 2017, p. 19).

**f. Plan de Reversión a Tecnologías Limpias en Gestión de Vertimientos (PRTLGV)**

Los Planes de Reversión a Tecnologías Limpias en Gestión de Vertimientos (PRTLGV) son mecanismos que promueven la reversión tecnológica de los procesos productivos de los generadores de vertimientos que desarrollan actividades industriales, comerciales o de servicios y deben dar cumplimiento a la reducción y minimización de la carga contaminante por unidad de producción, antes del sistema de tratamiento o antes de ser mezclada con aguas residuales domésticas y reutilización o reciclar subproductos o materias primas, por unidad de producción o incorporar a los procesos de producción materiales reciclados, relacionados con la generación de vertimientos. Es un Mecanismo que promueve la reversión tecnológica de los procesos productivos de los generadores de vertimientos que desarrollan actividades industriales, comerciales o de servicios. (Osorio, 2015).

**g. SICOM**

Sistema de Información de Combustibles Líquidos del Ministerio de Minas y Energía. El cual integra a los agentes de la cadena a nivel nacional en un solo sistema de información y mediante el cual se organiza, controla y sistematiza la comercialización, distribución, transporte y almacenamiento de combustibles líquidos derivados del petróleo, alcohol carburante y biodiesel. (Ministerio de Minas y Energía, 2018)..

**h. Tanque de almacenamiento API**

Cuando es necesario almacenar sustancias para tenerlas disponibles en un futuro cercano, su almacenamiento se realiza según el estado de agregación del producto. Para líquidos con presiones bajas se utilizan tanques de

almacenamiento. Los tanques de almacenamiento se usan como depósitos para contener una reserva suficiente de algún producto para su uso posterior y/o comercialización. Los tanques de almacenamiento son los más usados. Los distintos tipos de tanques son utilizados para almacenar gran variedad de productos como: petróleo crudo y sus derivados, butano, propano, gas licuado de petróleo, solventes, agua, etc. Los tanques de almacenamiento se usan como depósitos para contener una reserva suficiente de algún producto para su uso posterior y/o comercialización. Tanque de separación y recolección de hidrocarburos, similar a las trampas de grasas con mayor capacidad de caudal de tratamiento. (Volpe, 2004)

**i. Trampa de grasas**

Las trampas de grasas o separadores de hidrocarburos y lodos es un tanque ubicado entre las líneas de desagües de la fuente y el sistema de alcantarillado, esto permite la separación y recolección de grasas y aceites de agua usada, evitando que estos residuos contaminantes entren en contacto directo con la red principal de alcantarillado público. (Paéz y Simbaña, 2017).

**j. Vertimiento**

Es la descarga final a un cuerpo de agua, a un alcantarillado o al suelo, de elementos, sustancias o compuestos contenidos en un medio líquido. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

**k. Vertimiento puntual**

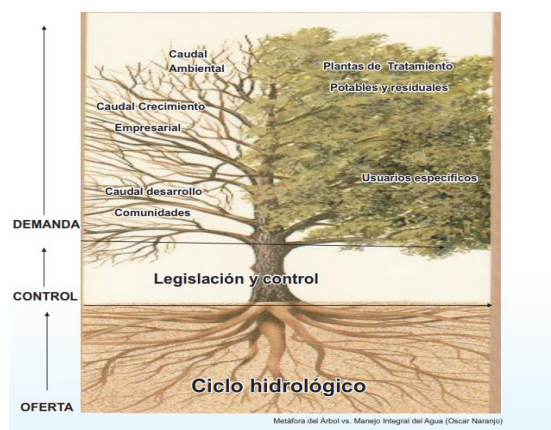
Es el que se realiza a partir de un medio de conducción, del cual se puede precisar el punto exacto de descarga al cuerpo de agua, al alcantarillado o al suelo. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

## 2.2. Marco teórico

Las teorías conceptuales que se utilizan en el presente proyecto de investigación se basan en las políticas del medio ambiente principalmente de las fuentes hídricas. Es así que se parte describiendo el ciclo hidrológico que desarrolla la cartilla del agua: “Visión y Manejo Integral del Agua” suministrada por la entidad PLANEA del Plan Estratégico de Antioquia (2010).

En la cartilla establece una analogía entre las actividades que se desarrollan por las diferentes partes que conforman un árbol. Las diferentes partes del árbol tienen diferentes funciones que se necesitan para el Manejo Integral del Agua y son una analogía frente a las actividades que se identifican y desarrolla el Plan Estratégico Departamental con el objetivo de proporcionar una adecuada interpretación a la comunidad de tal manera que lo desarrollen las administraciones gubernamentales, (PLANEA, 2010). La figura 1 muestra la analogía del ciclo hidrológico de el agua en las que se identifican las partes del árbol asociadas a las actividades que se deben desarrollar proyectos de manejo del agua.

Figura 1. Ciclo hidrológico  
ÁRBOL DEL AGUA



Se muestra el ciclo hidrológico presentado por PLANEA (2010). Se hace una metáfora sobre las actividades que se deben desarrollar en el Plan Estratégico Departamental. Imagen tomada de cartilla del agua.

Esta metáfora que hace referencia al proceso de vida y suministro del árbol para su desarrollo se asimila a los procesos realizados en el ciclo de protección del recurso hídrico, sobre el particular se expone la metáfora a continuación:

- **Raíces**

Es la base donde se soporta el árbol, es por donde ingresa el agua proveniente del suelo y se conduce al tronco. Al establecer su equivalencia con el árbol, se podrá definir que El Ciclo Hidrológico es el soporte y provee de agua a todo el sistema ecológico, donde este recurso es fundamental. El Ciclo Hidrológico es el soporte que maneja y controla la oferta, es la raíz de todo el sistema AGUA.

- **El Tronco**

Es el intermediario que integra las raíces y el follaje, recibe el agua captada por las raíces para distribuirla en cada rama, su grosor define su estabilidad como árbol.

En los procesos administrativos del manejo integral del agua su equivalente es la normatividad, la legislación, el desarrollo científico, los proyectos financieros y otros relacionados con la intervención de los seres humanos en el manejo del agua.

La normatividad y controles existentes para proteger, conservar y mejorar los procesos de oferta y demanda dentro del Plan Estratégico del Agua serán el equivalente al grosor del tronco. El espesor del tronco indica la solidez de la estructura que controla y maneja el agua en una región. Así mismo el tronco equivale a la CPU del computador que maneja toda la normatividad creada por el hombre para generar, conservar, distribuir, procesar, consumir y controlar el agua.

- **Las Ramas**

Son el soporte para hojas y frutos, reciben del tronco el agua extraída y suministrada por las raíces y la entregan a su vez a las ramas, hojas y frutos.

En su equivalente, dentro del manejo integral del agua contamos con tres grandes divisiones: una de ellas está relacionada con el desarrollo humano que suministra el recurso requerido para el crecimiento y calidad de vida de las comunidades, la segunda se refiere al suministro para el crecimiento de las actividades productivas que permiten alcanzar el crecimiento económico, la tercera división alude al caudal ambiental necesario para la sostenibilidad del sistema.

- **Las Hojas**

En el árbol están los laboratorios donde se procesa el agua y los diferentes elementos que ingresan por las raíces y los captados del ambiente como el CO<sub>2</sub> para generar la savia que retroalimenta todo el sistema.

En su correlación con el manejo integral del agua, las hojas son los consumidores específicos como son las empresas y comunidades que procesan el agua con otros insumos de acuerdo con sus necesidades

- **Los Frutos**

En el árbol los frutos son los guardianes de las semillas, los frutos son el objetivo de todo el proceso realizado por el árbol.

Las plantas de tratamiento para potabilización del agua y las plantas para procesos industriales son para el ser humano el resultado o fruto de todo el programa implementado para garantizar el manejo integral del agua.

- **Las Semillas**

En el árbol las semillas son consideradas como la continuación de la especie y tienen todo el informe genético del árbol. En su correspondencia con el manejo integral del agua se relacionan con los indicadores, los cuales van a evaluar si todo el conjunto

de normas y actividades realizadas permiten que todo el sistema sea sustentable y sostenible.” *Cursiva fuera de texto.* (Grupo de pensamiento en Agua – Planea. 2010).

Debido a la inadecuada recolección, tratamiento y disposición de vertimientos generados en las actividades industriales y al poco control por parte del Estado se ha ocasionado la contaminación de fuentes hídricas como ríos, embalses, lagunas o cuerpos de aguas naturales o artificiales pero de agua dulce.

Por otro lado, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2015) dentro de su política de protección de los recursos hídricos actualizó el Decreto 3930 de 2010 y el Decreto 1594 de 1984 a través de la Resolución 631 de 2015, siendo más restrictivo y adicionando nuevos parámetros a seguir para la protección de recurso.

La aplicación de la Resolución 631 permite disminuir el flujo de aguas residuales a un nivel estable para las Plantas de Tratamientos de Aguas Residuales (PTAR) que se encuentran superadas en su capacidad. Así, esto permite igualmente optimizar e incentivar a los Municipios del país a crear plantas de tratamiento. En un estudio de expertos realizado por PLANEA se concluyó que el país requiere de 900 plantas de tratamiento de aguas residuales.

Los recursos públicos se direccionan a proyectos que cubren las necesidades de las contaminaciones que presentan los ríos más importantes como eson el río Magdalena, el río Cauca o el río Bogotá. Aunque no se desconoce que los afluentes de las ciudades capitales del país presentan las mismas necesidades de tratamiento por el déficit de plantas de tratamiento de aguas residuales. Es así, que el informe del Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico concluye que el 9% de las aguas residuales del país tienen tratamiento.

Un ejemplo palpable de la disminución en el uso de la capacidad es la planta de tratamiento de aguas de San Fernando que tiene su infraestructura en el Municipio de Itagüí. Esta planta de tratamiento de aguas residuales inició sus operaciones en el año 2000. La capacidad instalada de la Planta San Bernardo es de 1.3 m<sup>3</sup>/s en el presente. En esta Planta de tratamiento se recogen el 20 por ciento de las aguas residuales que se generan en el área Metropolitana del Valle de Aburrá conformado por los municipios de Sabaneta, Envigado Itagüí y La Estrella, (Empresas Públicas de Medellín, 2017).

La Ley 373 de 1997 se enfatiza en el tratamiento eficiente y en el ahorro del uso del agua lo que contribuye de manera tangencial a la disminución en la producción de aguas residuales fomentando el proceso de reúso de las aguas residuales como una elección para disminuir los costos operacionales y el cumplimiento de las normas medio ambientales del país..

Además, las empresas dedicadas a la disposición final de aguas industriales como son las estaciones de servicio de gasolina cuentan con equipos artesanales que requieren poca inversión para esta actividad operacional del tratamiento de las aguas residuales no domésticas.

### **2.3. Marco legal**

En Colombia existen muchas normas que dan los lineamientos para la protección ambiental. Estas normas son dictadas por el Congreso de la República con referencia a los Códigos de Recursos Naturales Renovables como son la Ley 23 de 1973 y Decreto Ley 2811 de 1974. Luego, se han aprobado el Código Sanitario Nacional, Ley 09 de 1979 y la Ley 99 de 1993 que se encuentra la Constitución Nacional de 1991, que establece el marco jurídico para la protección ambiental. Esta Ley 99 organizó la

gestión de las entidades territoriales en cuanto a la protección del medio ambiente y los recursos naturales renovables de las fuentes hídricas de Colombia.

A continuación se enuncian algunas de las Leyes, Resoluciones y Decretos que fortalecen la protección del medio ambiente en cuanto a las aguas residuales no domésticas y domésticas, (UNGRD, 215). Las normas que regulan el tratamiento de residuos líquidos para proteger el medio ambiente son:

- La ley 373 de 1997, hace énfasis en el Uso Eficiente y Ahorro del agua.
- Resolución 631 del 17 de marzo de 2015.
- Decreto 3930 de 2010 (Octubre 25). Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 3100 de 2003: Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones.
- Decreto 1713 de 2002: Gestión Integral de Residuos sólidos.

Para el control del vertimiento en Colombia es la Resolución 631 de 2015. En su Artículo 28 del Decreto 3930/2010 formaliza que el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial debe fijar los lineamientos de los parámetros y los límites máximos permisibles de los vertimientos a las aguas superficiales.

Por otro lado, el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimiento- PSMV reglamentado por la Resolución 1433 de 2004 define el conjunto de proyectos, programas y actividades con sus cronogramas e inversiones necesarias para el

tratamiento y saneamiento de los vertimientos de las aguas residuales no domésticas y en la que se tienen en cuenta la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales no domésticas vertidas en la fuente hídricas, (UNGRD, 2015).

A continuación se presenta la tabla de normatividad que hace referencia a la protección del medio ambiente en las fuentes hídricas. Las normas hacen referencia desde lo general, el ordenamiento territorial, para el agua y los residuos sólidos, ver tablas 5, 6 y 7 respectivamente.

Tabla 5. Normatividad general y de ordenamiento territorial para la protección del medio ambiente en Colombia

TEMA	NORMATIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Constitución Política 1991 Marco Normativo Colombiano		
General	Ley 2811 de 1974	Código Nacional de Recursos Naturales
	Decreto 1449 de 1977	Uso y conservación de los recursos naturales
	Ley 99 de 1993	Gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, organización del Sistema Nacional Ambiental, SINA.
	Resolución 1503 de 2010	Por el cual se adopta la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales
Ley 388 de 1997 Ordenamiento Territorial		
TEMA	NORMATIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Ordenamiento Territorial	Ley 388 de 997	Ley general de Ordenamiento territorial. Reglamentada por los Decretos Nacionales 150 y 507 de 1999; 932 y 1337 de 2002; 975 y 1788 de 2004; 973 de 2005; 3600 de 2007; 4065 de 2008; 2190 de 2009; Reglamentada parcialmente por el Decreto Nacional 1160 de 2010.

Fuente: La tabla muestra la normatividad del orden General y de Ordenamiento Territorial que se ha creado en Colombia. Recuperado de [http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/Plan\\_Pazcifico/ANEXO\\_1-MARCO\\_NORMATIVO.pdf](http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/Plan_Pazcifico/ANEXO_1-MARCO_NORMATIVO.pdf)

Tabla 6. Normatividad para el tratamiento de los residuos sólidos en Colombia

Ley 09 de 1979 Residuos Sólidos		
Residuos sólidos	Resolución 541 de 1994	Se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.
	Resolución 415 de 1998	Se establecen los casos en los cuales se permite la combustión de los aceites de desecho y las condiciones técnicas para realizar la misma
	Decreto 1713 de 2002	Se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Modificado por el Decreto Nacional 838 de 2005, Derogado por el art. 120, Decreto Nacional 2981 de 2013
	Resolución 1045 de 2003	Se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS. Modificado por la Resolución 477 de 2004.
	Decreto 0838 de 2005	Se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos. Reglamenta el procedimiento a seguir por parte de las entidades territoriales para la definición de las áreas potenciales susceptibles para la ubicación de rellenos sanitarios
	Resolución 1390 de 2005	Se establecen directrices y pautas para el cierre, clausura y restauración o transformación técnica a rellenos sanitarios de los sitios de disposición final a que hace referencia el artículo 13 de la Resolución 1045 de 2003. Modificada por Resolución 1684 de 2008.
	Ley 1259 de 2008	Se insta la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros.

Fuente: La tabla muestra la normatividad para el tratamiento de los residuos sólidos que se ha creado en Colombia. Recuperado de [http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/Plan\\_Pazcifico/ANEXO\\_1-MARCO\\_NORMATIVO.pdf](http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/Plan_Pazcifico/ANEXO_1-MARCO_NORMATIVO.pdf)

Tabla 7. Normatividad para la protección del agua en Colombia

Ley 09 de 1979 Agua		
	Decreto 1541 de 1978	Concesión de aguas de uso público superficiales y subterráneas. Modificado por Decreto 2858 de 1981
	Ley 9 de 1979	Medidas sanitarias y protección del medio ambiente. Reglamentada por el Decreto Nacional 704 de 1986, Decreto Nacional 305 de 1988, Decreto Nacional 1172 de 1989, Decreto Nacional 374 de 1994, Decreto Nacional 1546 de 1998, Decreto Nacional 2493 de 2004, Decreto Nacional 126 de 2010,
	Decreto 1594 de 1984	Vertimientos/Usos del agua. Derogado por el art. 79, Decreto Nacional 3930 de 2010, salvo los arts. 20 y 21.
	Ley 79 de 1986	Dicta normas de conservación de agua
	Ley 373 de 1997	Se establece el Programa ahorro y uso eficiente del agua
	Decreto 901 de 1997	Se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa o indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se establecen las tarifas de éstas
	Resolución 273 de 1997	Se fijan las tarifas mínimas de las tasas retributivas por vertimientos líquidos para los parámetros Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Sólidos Suspendidos Totales (SST).
	Resolución 0372 de 1998	Se actualizan las tarifas mínimas de las tasas retributivas por vertimientos líquidos.
	Resolución 1096 de 2000	Se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS. Modificado por: Res 668 de 2003, Res 1447 de 2005, Res 1459 de 2005, Resolución 2320 de 2009.
	Decreto 1729 de 2002	Se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto-ley 2811 de 1974 sobre cuencas hidrográficas, parcialmente el numeral 12 del artículo 5° de la Ley 99 de 1993.
	Decreto 3100 de 2003	Reglamentación sobre tasas retributivas. El Decreto 3440 de 2004 modifica algunos artículos del Decreto 3100 de 2003.
	Decreto 155 de 2004	Se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones".
	Resolución 1433 de 2004	Reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV. Modificado por: Res 2145 de 2005
	Resolución 2145 de 2005	Se modifica parcialmente la Resolución 1433 de 2004 sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV.
	Resolución 2320 de 2009	Se modifica parcialmente la Resolución número 1096 de 2000 que adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico –RAS
	Resolución 1508 de 2010	Establece el procedimiento para el recaudo de los recursos provenientes de las medidas adoptadas por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico para promover el uso eficiente y ahorro del agua potable y desestimular su uso excesivo y su respectivo giro al Fondo Nacional Ambiental (Fonam).
	Decreto 3930 de 2010	Usos del agua, residuos líquidos y ordenamiento del territorio/vertimientos. Modificado por: Decreto 4728 de 2010
	Resolución 1514 de 2012	Se adoptan los Términos de Referencia para la Elaboración del Plan de Gestión de Riesgo para el Manejo de Vertimientos - PGRMV
	Resolución 1207 de 2014	Se adoptan disposiciones relacionadas con el uso de aguas residuales tratadas.
	Resolución 631 de 2015	Se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales a los sistemas de alcantarillado público.
	Decreto 1076 de 2015	Se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible

Fuente: La tabla muestra la normatividad del orden General y de Ordenamiento Territorial que se ha creado en Colombia. Recuperado de [http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/Plan\\_Pazcifico/ANEXO\\_1-MARCO\\_NORMATIVO.pdf](http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/Plan_Pazcifico/ANEXO_1-MARCO_NORMATIVO.pdf)

### Capítulo 3

#### Marco metodológico

##### 3.1. Tipo de investigación

El presente proyecto de investigación desarrolla el enfoque de investigación cuantitativa de corte transversal. La presente investigación será de tipo descriptiva con fundamentación hipotético – deductiva utilizando fuentes primarias representadas por las estaciones de servicios de gasolina y fuentes secundarias conformadas por la información necesaria para fortalecer la valoración de la implementación de tanques de almacenamiento para el tratamiento de aguas residuales no domésticas en la ciudad de Medellín.

##### 3.2. Población y Muestra

La población objeto de estudio serán las 122 estaciones de servicio de gasolina que se encuentran registradas en el Ministerio de Minas y Energía con corte al año 2018. Se realizará un trabajo de campo para aplicar un cuestionario a las estaciones de gasolina para identificar el grado de aplicación de los lineamientos de la Resolución 631 de 2015. Para el trabajo de campo se seleccionará una muestra óptima y eficiente que representa las caracterizaciones de los análisis descriptivo, en las estaciones de gasolina de la ciudad de Medellín, de los comportamientos y tendencias de aplicación de la Resolución 631 en las estaciones de gasolina. Esta muestra se seleccionará mediante el muestreo aleatorio simple, (Cochran, 2000). La fórmula a utilizar se muestra en la siguiente ecuación 1:

$$n = \frac{Z^2 PQ / E^2}{1 + \frac{Z^2 PQ / E^2}{N}} \quad (1)$$

Donde:

**N**: Es la población objetivo de las estaciones de gasolina en la ciudad de Medellín conformada por 122 estaciones.

**Z**: Es el punto de inflexión con una confianza del 95% y que equivale a 1,96

**P**: Proporción de éxitos de respuestas de las estaciones de gasolina y se asume una proporción de 50%.

**Q**: Proporción de no éxitos de respuestas de las estaciones de gasolina y se asume una proporción de 50%.

**E**: Error de estimación de la muestra se asume un valor de 10,0%

**n**: Tamaño de muestra óptimo y eficiente

Por lo tanto, reemplazando se tiene

$$n = \frac{1,96^2 * 0,5 * 0,5 / 0,10^2}{1 + \frac{1,96^2 * 0,5 * 0,5 / 0,10^2}{122}} = 54$$

Con una confianza del 95% y un error de estimación del 10% se debe seleccionar una muestra aleatoria de tamaño 54 estaciones de gasolina.

### 3.3. Unidad de análisis

La unidad de análisis serán las estaciones de gasolina ubicadas en el área metropolitana del Valle de Aburrá a las que se les aplicará un cuestionario por medio de

un correo electrónico desde la plataforma de google cuestionarios. La unidad de información son los encargados o administrador de la estación de gasolina.

### **3.4. Análisis e interpretación de datos**

La aplicación del cuestionario a las estaciones de gasolina permitirá recoger la percepción de sus administradores sobre la implementación de la Resolución 631 de 2015. Además, se buscará la identificación de las debilidades, oportunidaes, fortalezas y amenazas de las estaciones de servio de gasolina frente a los lineamientos de la Resolución.

Se realizarán los análisis descriptivos unidimensionales de cada característica de importancia planteada en el cuestionario. Posteriormente, se harán los análisis correlacionales significativos par describir la percepción de los administradores en cuanto al grado de implementación de la Resolución.

Para la valoración del proyecto de diseño de un tanque API para las estaciones de servicio se registraran los componentes mínimos de la norma de la infraestructura en cuanto a costos que son el insumo para determinar el valor presente neto –VPN – de la viabilidad del proyecto como su Tasa de Retorno Interna – TIR.

### **3.5. Operacionalización de las variables**

Los registros obtenidos de los cuestionarios aplicados a las estaciones de servicio se vaciarán en una estructura de base de datos en la herramienta estadística SPSS® 23. Este software permite obtener los resultados descriptivos de las correlaciones de las variables importantes para identificar el grado de implementación de los Resolución 631 de 2015 en las estaciones de servicio.

En la operacionalización de las variables se tuvo en cuenta la definición de la variable de medición y posteriormente se les dio los niveles de categorías de respuesta en escala Likert. El análisis de las variables se centró en describir los resultados resumidos por medio de gráficos y análisis descriptivos, ver cuadro 1.

Cuadro 1. Operacionalización de las variables objeto de estudio

N°	Variable o característica	Tipo de variable	Clase	Categorías/ valores de medición
1	Tipo de almacenamiento de líquidos ARnD utilizan	Cualitativa	Nominal	a. Trampas de grasas b. Tanques API c. Canecas y otros d. N/R
	Grado de conocimiento de la Resolución 631 de 2015	Cualitativa	Ordinal	a. Muy alto b. Alto c. Medianamente d. Bajo e. Muy bajo f. N/R
3	Cuenta con servicio de lava autos	Cualitativa	Nominal	a. Si b. No c. N/R
4	Personal calificado	Cualitativa	Nominal	a. Si b. No c. N/R
5	Tipo de vertimiento	Cualitativa	Nominal	a. Grasas b. Aguas sucias c. Desechos orgánicos d. Aceites e. Petróleo f. Gasolina g. N/R
6	grado de control de las ARnD	Cualitativa	Ordinal	a. Muy alto b. Alto c. Medianamente d. Bajo e. Muy bajo f. N/R
7	Tipo de desagüe usa para los derrames líquidos	Cualitativa	Nominal	a. Canal perimetral b. Rejillas en zonas de islas c. Ambas d. N/R

Fuente: elaborado por el autor 2019.

Continúa...

Continuación...

Cuadro 1. Operacionalización de las variables objeto de estudio

N°	Variable o característica	Tipo de variable	Clase	Categorías/ valores de medición
8	Tratamiento le dan a las aguas utilizadas	Cualitativa	Nominal	a. Almacenaje b. Distribución c. Eliminación d. Transformación e. Reutilización f. N/R
9	Lugar del vertimiento de las aguas residuales	Cualitativa	Nominal	a. Sistema de alcantarillado b. Cuerpo de aguas residuales c. N/R
10	Frecuencia de monitoreo del proceso de vertimientos	Cualitativa	Ordinal	d. 1 vez al año e. 2 veces al año f. 3 veces al año g. Más de un año
11	grado de mantenimiento al vertimiento de ARnD	Cualitativa	Ordinal	a. Muy alto b. Alto c. Medianamente d. Bajo e. Muy bajo f. N/R
12	Tipo de control que realiza a la ARnD	Cualitativa	Nominal	a. Físicoquímicos b. Plaguicidas c. Organismos microbiológicos d. N/R

Fuente: elaborado por el autor 2019.

### 3.6. Consideraciones éticas

En el trabajo de campo se obtendrán valores de suma importancia que son confidenciales para las estaciones de servicio de gasolina haciendo necesario la confidencialidad del investigador en su manipulación y uso de los mismos.

El trabajo no mostrará los datos confidenciales, para las estaciones de servicio de gasolina, que se utilizarán en los cálculos de los flujos de efectivo del proyecto.

## Capítulo 4

### Desarrollo del proyecto

#### 4.1. Descripción del servicio de gasolina

Una estación de gasolina es una organización que se dedica a la distribución de gasolina corriente, diesel, Jet A-1, Avgas entre otros productos de hidrocarburos. Para la construcción de una estación de servicio de venta de gasolina debe tener en cuenta la especificaciones dictadas en los Decretos 101 de febrero de 2000 y 1521 de agosto de 1998 dictados por el el Ministro de Transporte, en ejercicio de sus facultades legales.

Para la construcción de una estación de servicio de gasolina se debe cumplir con los siguientes requisitos, como lo menciona el Dec. 1521 de 1998:

Artículo 1: El interesado en obtener autorización por parte del Ministerio de Transporte, para la expedición de licencia de construcción de una estación de servicio nueva, ubicada en vías nacionales, deberá reunir los siguientes requisitos:

- a) Presentar, ante la Dirección General de Carreteras o a la dependencia que haga sus veces, solicitud que contenga la siguiente información: Ubicación de la estación de servicio a construir con indicación clara de la carretera nacional sobre la cual quedará localizada, señalando las distancias de la misma respecto del eje de la vía y los puntos de referencia (PR) inicial y final advirtiendo si tiene accesos construidos para la entrada y salida a la vía; ficha catastral del lote y la matrícula inmobiliaria con el nombre del establecimiento comercial
- b) Anexar una copia del plano de planta general del proyecto con localización del lote en donde se va a construir la estación de servicio que incluya la localización de la infraestructura vial existente, precisando las distancias respecto al eje de la vía y

los puntos de referencia (PR) inicial y final de la vía nacional sobre la cual estará ubicada.

El Decreto 1073 de 2015 clasifica las estaciones de servicio como lo menciona el artículo 2.2.1.1.2.2,1.5 de la siguiente manera:

### **1. Por la clase de servicios que prestan:**

**CLASE A.** Es la que, además de vender combustibles, tiene instalaciones adecuadas para prestar tres o más de los siguientes servicios: lubricación, lavado general y de motor cambio y reparación de llantas, alineación y balanceo reparaciones menores. Además, puede disponer de instalaciones para la venta de lubricantes, baterías, llantas, neumáticos y accesorios para automotores.

**CLASE B.** Es aquella dedicada exclusivamente a la venta de combustibles y que, además tiene instalaciones adecuadas para la venta de lubricantes, baterías, llantas, neumáticos y accesorios.

**CLASE C.** Es aquella dedicada única y exclusivamente a la venta de combustibles. Esas estaciones pueden ubicarse en áreas reducidas, siempre y cuando cumplan con todos los requisitos de seguridad de acuerdo con normas internacionalmente reconocidas, como las de la NFPA. Por excepción, pueden tener puntos de venta de lubricantes, agua para batería, aditivos y algunos accesorios

### **2. Por su naturaleza**

**Estación de servicio pública.** Establecimiento destinado al suministro de combustibles líquidos derivados del petróleo, servicios y venta de productos al público en general, según la clase del servicio que preste.

**Estación de servicio privada.** Establecimiento perteneciente a una empresa o institución, destinada exclusivamente al suministro de combustibles líquidos derivados del petróleo para sus vehículos, aeronaves, barcos y/o naves

### **3. Por la clase de producto que manejan:**

**Estación de Servicio Dedicada:** Es la Estación de Servicio destinada solamente a la distribución de un tipo de combustible, ya sea combustibles líquidos derivados del petróleo o combustibles gaseosos.

**Gas natural comprimido (G.N.C.):** Establecimiento que dispone de instalaciones y equipos para el almacenamiento y distribución de combustibles gaseosos excepto gas licuado del petróleo (G.L.P.), para vehículos, a través de equipos fijos (surtidores) que llenan directamente los tanques o cilindros de combustible

**Combustibles líquidos derivados del petróleo:** Establecimiento que dispone de instalaciones y equipos para el almacenamiento y distribución de combustibles líquidos derivados del petróleo, excepto gas licuado del petróleo (G.L.P.), para vehículos, a través de equipos fijos (surtidores) que llenan directamente los tanques de combustible

**ARTÍCULO 2.2.1.1.2.2.3.2. Solicitud.** El interesado que planea la construcción de una planta de abastecimiento de combustibles líquidos derivados del petróleo deberá solicitar por escrito al Ministerio de Minas y Energía. La visita, de un funcionario de la Dirección General de Hidrocarburos al lote donde se proyecta construir la planta, anexando una descripción general y justificación detallada de la misma; además, deberá incluir un plano general de localización, donde se señalen la ubicación de otras plantas de abastecimiento si existen y sitios de alta densidad poblacional indicados en el artículo siguiente; capacidad de almacenamiento, combustible que expendirá zona de

influencia que abastecerá; inversión aproximada y forma de abastecerse de los combustibles con el fin de resguardar a las personas, los bienes y preservar el medio ambiente.

La utilización del suelo será certificada por las autoridades competentes de acuerdo a los planes de ordenamiento urbanístico. En Antioquia CORNARE expedirá el permiso para la construcción de una estación de servicio que cumpla con las normas medioambientales. El Decreto 1073 de 2015 certifica lo relacionado:

con la pendiente mínima, diámetro y desembocadura de las cañerías, instalaciones sanitarias en las estaciones de servicio, estructuras de las edificaciones, separación del área de las estaciones de servicio, prohibición del funcionamiento de vivienda, protección de las instalaciones eléctricas, plan de contingencia contra incendios en estaciones de servicio, prohibiciones al enterrar los tanques, anclaje de los tanques de almacenamiento, normas aplicables a las instalaciones de las estaciones de servicio, certificación de construcción de los tanques almacenadores, calibración de los surtidores de combustible y demás disposiciones esenciales para las estaciones de servicio. (Artículos 2.2.1.1.2.2.3.42. al 2.2.1.1.2.2.3.71.)

El proyecto se consolida como un emprendimiento en el cual el solicitante realizará una inversión económica y que generará fuente de trabajo aportando al desarrollo del entorno.

Para el montaje de una estación de servicio se debe verificar in situ los aspectos como son las condiciones de ocupación habitacional del entorno, las condiciones naturales físico – ambientales del sector, las condiciones geológicas, la operación de las máquinas, los efectos causados por la construcción, la carga y el

transporte del combustible, el control del aire, la prevención de riesgos y respuestas de emergencia, en las condiciones de drenaje y eliminación de residuos

Así, todas las estaciones de servicio de gasolina deben buscar ser confiables, buscando asesorar y acompañar a los usuarios. Además, se busca minimizar y controlar los impactos en el entorno y los riesgos en las personas mediante el desarrollo de la seguridad, calidad y protección del medio ambiente, ver figura 1.

Figura 2. Triada de servicio de una estación de servicio de gasolina



Fuente: elaborado por el investigador 2019

Para la construcción de estaciones de servicio de gasolina el Decreto 1521 de 1998 especifica la norma técnica de construcción en cuanto a las trampas de grasas:

**Artículo 9o.** El piso de las estaciones de servicio deberá tener una pendiente mínima de uno por ciento (1%) para que puedan escurrir los residuos de aguas hacia las cañerías. El desagüe de los lavaderos deberá ser subterráneo. El desagüe general deberá estar provisto de una trampa de grasas que separe los productos antes de entrar al colector de aguas, con el fin de evitar la contaminación de las mismas. Lo

anterior sin perjuicio de lo exigido por el Ministerio del Medio Ambiente o de la autoridad que haga sus veces.

**Artículo 10.** Las tuberías de desagüe (cañerías), deberán tener diámetro apropiado y desembocar en los sitios autorizados por las empresas de acueducto y alcantarillado de la localidad o por la autoridad competente, teniendo en cuenta las normas del medio ambiente que las regulen.

Por otro lado, en el artículo 289 del decreto 283 de 1990 comenta

que las estaciones de servicio de cualquier tipo que hallan de localizarse dentro del perímetro urbano municipal vigente, deberán solicitar el permiso de suministro de aguas para el abasto y aprobación del sistema de evacuación de aguas residuales, ante las Empresas Públicas de Medellín.

En el proceso de construcción e instalación de los tanques de almacenamiento y desagüe de las aguas residuales se debe tener en cuenta la dirección del flujo de aguas superficiales y subterráneas para la construcción de las trampas de grasas o tanques de almacenamiento.

Las estaciones de servicio generan los siguientes residuos líquidos:

- Operación de la estación de servicio como son el lavado de pisos; derrames y pérdidas de gasolina, aceites y grasas; y aguas lluvia.
- Aguas servidas domésticas.
- Manejo y disposición de Efluentes.

Para el proceso de almacenamiento de los residuos líquidos las estaciones de servicio deben disponer de una trampa de grasas o un tanque de almacenamiento.

Los tanques de almacenamiento de vertimientos de aguas no residuales en las estaciones de servicio; como son el petróleo crudo, gasolina, ACPM, gas líquido de petróleo, solventes, permiten controlar la temperatura de los vertimientos puntuales al alcantarillado público, los ingredientes de plaguicidas toxicológicas y los elementos fisicoquímicos.

A continuación se muestran las ventajas y desventajas de las trampas de grasa y los tanques de almacenamiento.

- **Ventajas**

<b>Trampas de grasas</b>	<b>Tanque de almacenamiento</b>
Separa grasas por remoción	Son ligeros y fáciles de manejar
Reduce mantenimientos de tuberías	No se oxidan ni se corroen
Por su fácil mantenimiento	Poseen un grado alimenticio certificado por FDA
Mucho más bajo costo	Son resistentes a golpes y climas extremos
Menor tiempo de instalación	Tanto al líquido como al gas, almacenados, están protegidos del aire
De fácil y sencillo mantenimiento	Para sustancias químicas que requieren un manejo especial
No requiere de mano de obra especializada	Mantener presiones adecuadas en la red de distribución

- **Desventajas**

<b>Trampas de grasas</b>	<b>Tanque de almacenamiento</b>
No evitar la sedimentación de materia orgánica	Todos los sistemas de almacenamiento deben limpiarse e inspeccionarse regularmente para evitar riesgos para la salud o daños
Requieren un espacio superior a 3 m <sup>2</sup> para un buen desempeño	El agua del tanque debe analizarse con regularidad y, de ser necesario, tratarla antes de ser bebida para que cumpla con los estándares establecidos
	Costos de implementación del sistema

## 4.2. Estudio de mercado

El estudio de factibilidad de mercado es la base para desarrollar los estudios técnicos, financieros, de ingeniería y económica para la realización del proyecto.

En el estudio de mercado de la construcción de un tanque de almacenamiento en las estaciones de gasolina se debe analizar aspectos del producto para determinar su viabilidad en cuanto a las características del sector en cuanto a sus ventajas y desventajas. Adicionalmente, se debe tener en cuenta la administración financiera que permitirá determinar si los recursos económicos son suficientes para el desarrollo del proyecto.

Por otra parte, el estudio de mercado determina el espacio en cuanto a:

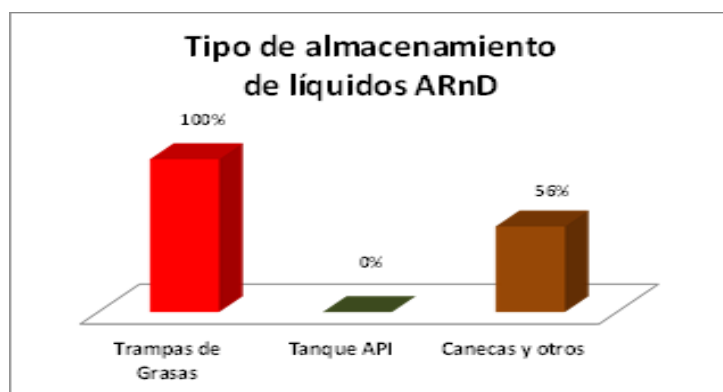
- a. La necesidad que tienen las estaciones de servicio para cumplir con la Resolución 631 de 2015 en cuanto al almacenamiento de las aguas residuales.
- b. La identificación de las empresas productoras que constuyen los tanque de almacenamiento.
- c. La descripción de la creación del precio y de la forma de como ofertan los tanques de almacenamiento y las condiciones del suministro

### a. Descripción del entorno del mercado

Para el estudio de mercado se realizó trabajo de campo en 51 estaciones de servicio de gasolina de la ciudad de Medellín. A las estaciones de servicio se les aplicó un cuestionario en que se les preguntó sobre algunos aspectos que deben cumplir con la norma colombiana de construcción de estaciones de servicios de gasolina y tratamiento del vertimiento de ARnD en el alcantarrillado público, ver anexo 1.

El trabajo de campo realizado identificó que ninguna estación de gasolina encuestada utiliza tanques de almacenamiento para el vertimiento de las ARnD, el 100% usan trampas de grasa y el 56% utilizan canecas y otros utensilios de almacenamiento de grasas y aceites, ver figura 3.

Figura 3. Tipo de almacenamiento de líquidos ARnD



Fuente: elaborado por el autor 2019

El total de estaciones de servicio encuestadas el 63% tienen conocimientos de la Resolución 631 de 2015, y el 37% tienen pocos conocimientos de la Resolución 631 de 2015, ver figura 4.

Figura 4. Grado de conocimiento de la Resolución 631 de 2015



Fuente: elaborado por el autor 2019

El 58% de las estaciones de servicio de gasolina tienen el servicio de lavadero de autos, y de estas ninguna hace procesos de purificación del ARnD para su posterior utilización, ver figura 5.

Figura 5. Servicios de lavautos



Fuente: elaborado por el autor 2019

Del total de estaciones de servicio de gasolina encuestadas el 4% si cuentan con personal calificado para el manejo de la ARnD, el 84% de las estaciones no cuentan con personal calificado y el 12% no responden, ver figura 6.

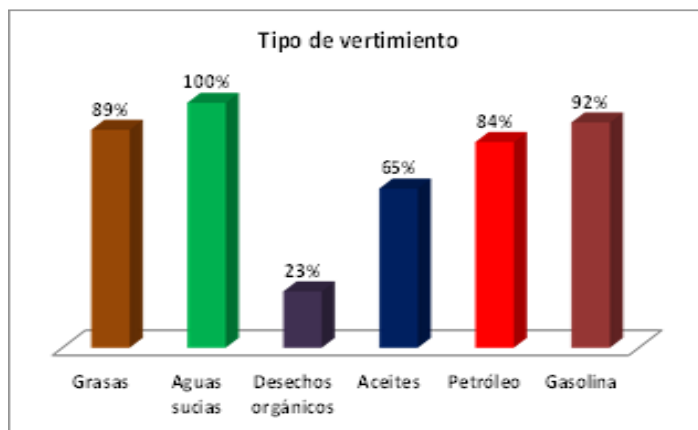
Figura 6. Personal calificado para manejo de ARnD



Fuente: elaborado por el autor 2019

Del total de servicios de gasolina con lavadero de autos, el 89% presentan vertimientos de grasas, el 100% presentan vertimientos de aguas sucias, el 23% vierten desechos orgánicos, el 65% presentan vertimientos de aceites, el 84% vierten petróleo y el 92% vierten gasolina, ver figura 7.

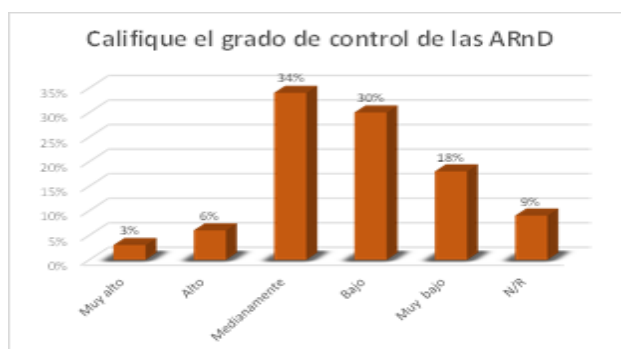
Figura 7. Tipos de vertimiento



Fuente: elaborado por el autor 2019

El 91% de las estaciones de servicio encuestadas con servicio de lavado de autos califican medianamente o menor el control de los vertimientos de ARnD en condiciones de la resolución 631 de 2015, el 9% si hacen un buen control de los vertimientos, ver figura 8.

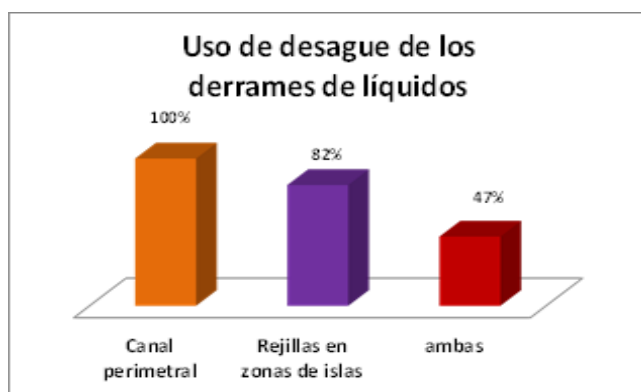
Figura 8. Grado de control de ARnD



Fuente: elaborado por el autor 2019

Del total de estaciones de servicio encuestadas el 100% cuenta con canales perimetrales para la conducción de derrames de líquidos, el 82% de las estaciones cuentan con rejillas en zonas de islas y el 47% cuentan con ambas canales perimetrales y rejillas, ver figura 9.

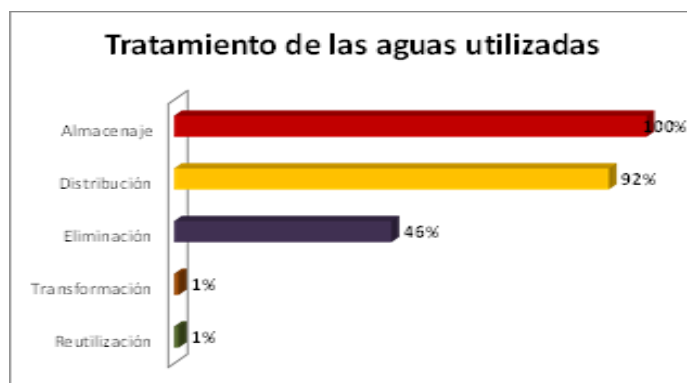
Figura 9. Uso de desague de los derrames de líquidos



Fuente: elaborado por el autor 2019

Del total de estaciones de servicio el 100% almacenan las aguas residuales. El 92% de las estaciones la distribuyen a otras entidades recolectoras, el 46% eliminan las ARnD, el 1% la transforman y el 1% la reutilizan, ver figura 10.

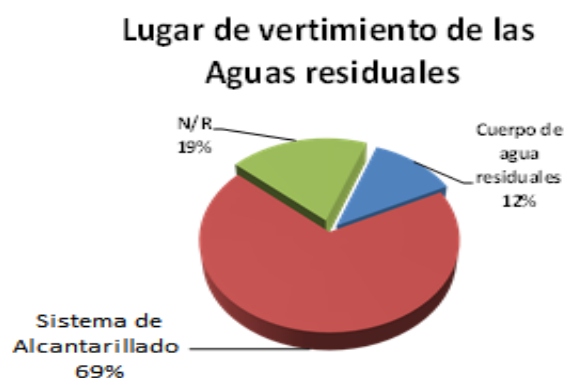
Figura 10. Tratamiento de aguas utilizadas



Fuente: elaborado por el autor 2019

Del total de estaciones de servicio con lavadero de autos el 69% realizan el vertimiento al sistema de alcantarillado, el 12% hacen los vertimientos en cuerpo de agua residual y el 19% no responde, ver figura 11.

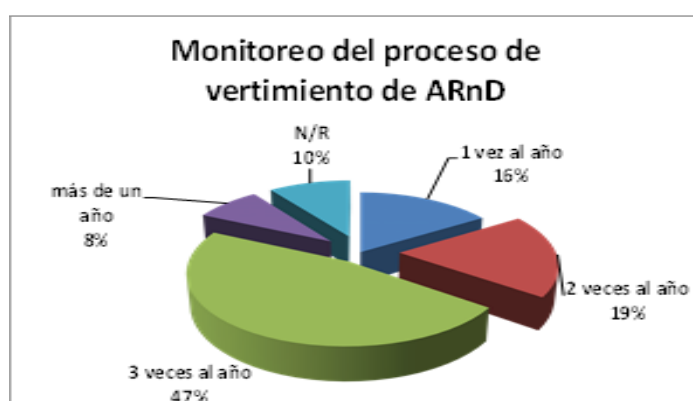
Figura 11. Lugar de vertimiento de las aguas residuales



Fuente: elaborado por el autor 2019

De las estaciones de servicio de gasolina encuestadas el 16% realizan monitoreo del proceso de vertimiento de ARnD una vez al año, el 19% realizan monitoreo dos veces al año, el 47% realizan monitoreo tres veces al año, el 8% realizan monitoreo pasados un año y el 10% no responde, ver figura 12.

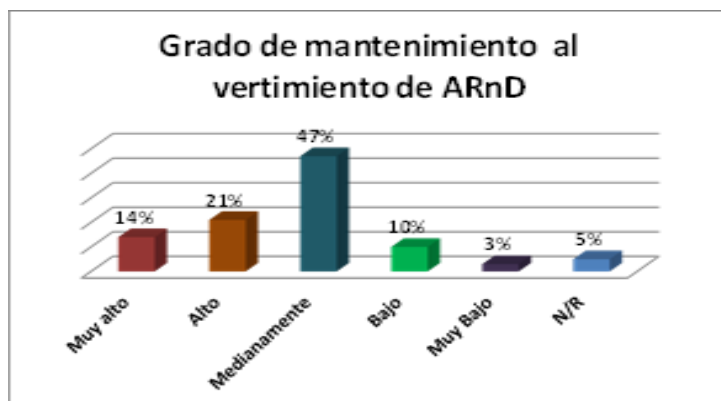
Figura 12. Monitoreo del proceso de vertimiento de ARnD



Fuente: elaborado por el autor 2019

Del total de estaciones de servicios de gasolina el 14% realizan el mantenimiento en grado alto, el 21% en grado alto, el 47% medianamente, el 10% en grado bajo, el 3% en grado muy bajo y el 5% no responde, ver figura 13.

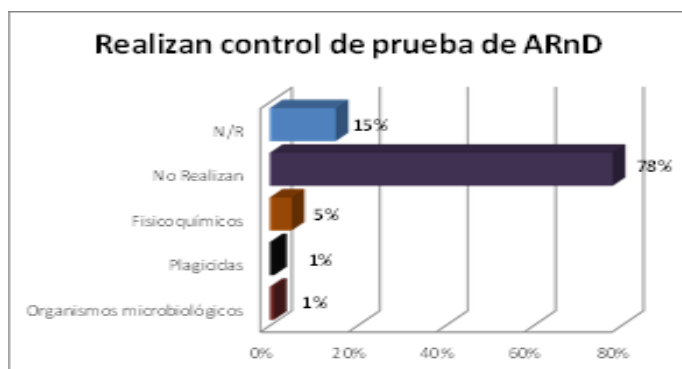
Figura 13. Grado de mantenimiento al vertimiento de ARnD



Fuente: elaborado por el autor 2019

De las estaciones de servicio encuestadas el 78% no realizan ninguna prueba de elementos fisicoquímicos, plagicidas y organismos microbiológicos; el 5% realizan prueba fisicoquímicos, el 1% realizan pruebas de plagicidas, el 1% realizan pruebas de organismos microbiológicos y el 15% no responde, ver figura 14.

Figura 14. Realizan control de prueba de ARnD



Fuente: elaborado por el autor 2019

#### 4.2.1. Demanda del servicio

El estudio de mercado busca identificar la existencia de un público cautivo suficiente en número de demandantes para el desarrollo del proyecto de construcción de tanques de almacenamiento de ARnD en la Ciudad de Medellín sostenible a lo largo del tiempo.

La estimación de la demanda del proyecto de construcción de un tanque de almacenamiento para ARnD en las estaciones de servicio de gasolina se centra en la ciudad de Medellín. Las estaciones de gasolina de la ciudad presentan



condiciones particulares por encontrarse en zona urbana circundantes a espacios de locales de negocios de comidas, almacenes de consumo de artículos personal o artículos para el aseo personal, espacios de esparcimiento cultural, condominios o viviendas familiares y en cercanías de locales de atención vehicular y por oferta del servicio se encuentran en vías de circulación masiva vehicular.

En el Ministerio de Minas y Energía, Dirección de hidrocarburos: Estaciones de Servicio Automotriz Certificadas se encuentran registradas 122 estaciones de servicio de gasolina situadas en la Ciudad de Medellín con el 93% se encuentran en la zona urbana y el 3% en la zona rural.

El trabajo de campo muestra que las estaciones de servicio de gasolina no cuentan con un procedimiento adecuado, de acuerdo a la Resolución 631 de 2015 en su Capítulo 3: Disposiciones Aplicables a los Vertimientos puntuales de Aguas no



Tomado de [www.google.com](http://www.google.com)

Residuales en su Art. 6, Art. 7 y Art. 8: Parámetros microbiológicos, fisicoquímicos y plaguicidas de análisis y reporte en los vertimientos puntuales de ARD y ARnD

El incremento del uso de vehículos en la Ciudad de Medellín ha generado una cultura del mantenimiento y la limpieza de los autos. Esta actividad económica de prestación de los servicios de mantenimiento y lavado de autos en la ciudad se encuentra ofertada por 172 establecimientos legalmente constituidos que se encuentran vigilados por las autoridades competentes en materia de medio ambiente.

Adicionalmente existen un número elevado de lavaderos que están ubicados en zonas residenciales, y que no están bajo el control de las entidades competentes. A continuación se pueden enumerar algunos aspectos a considera como graves en materia ambiental, (Hinestroza, 2010).

En la ciudad de Medellín se ha ido incrementando el número de lavaderos de autos que se encuentran circundante en zonas residenciales que no estan normalmente registrados bajo la normatividad vigente. Es aasí, que estos centros de lavados de vehículos ofrecen servicios incurriendo en activiades de carácter grave en materia ambiental, (Hinestroza, 2010):

- a. Uso ilegal de aguas subterráneas

- b. Contaminación de cuerpos de agua subterráneas y superficiales
- c. Contaminación con productos derivados del petróleo y lodos contaminados
- d. Utilización ilegal de alcantarillado público para arrojar las aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento.
- e. El no cumplimiento por algunos establecimientos de la normatividad ambiental
- f. La falta de conciencia de la ciudadanía al realizar lavado en sitios y lugares que no son adecuados.
- g. Consumo desmedido de aguas en el lavado de todo tipo de vehículos
- h. Contaminación de la quebradas y cuencas hidrográficas

En las ciudad de Medellín los lavadores de autos es la actividad que consume más agua y el gran porcentaje de ella no es reutilizable, callendo a las alcantarillas y drenajes de la ciudad para luego depositarse en el Rio



Medellín. Esta actividad económica, se encuentra regulada por el Decreto 1521 de 2008 en su Artículo 68. Como lo menciona Gonzalez (2018) se estima que “alrededor de 70 litros a 90 litros del líquido se gastan cuando se lava un solo carro de manera tradicional, y entre 200 a 300 litros de agua por cada automóvil en los túneles de lavado”.

Las ARnD presentan contaminantes de tipo biológico que van a depositarse en el Rio Medellín. La Contraloría de Antioquia en su informe “Indicadores Ambientales de Medellín 2017” muestra que se removió el 77,8% por parte de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Fernando.

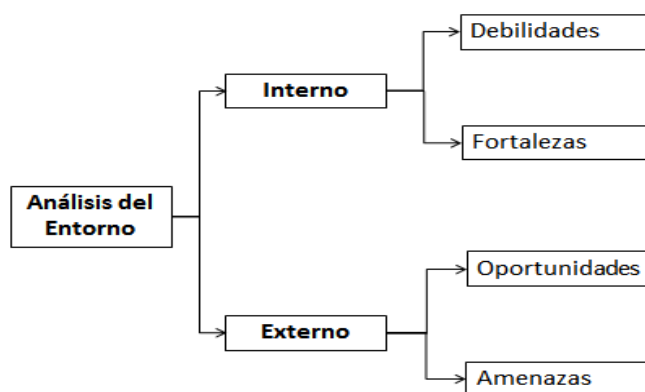
Como lo enuncia el informe de Indicadores Ambientales de la Contraloría (2017)

En cuanto a las emisiones de contaminantes criterio generados a partir de los combustibles de las fuentes móviles, se tiene como la gasolina domina, presentando una participación del 87% en las emisiones de óxidos de azufre (SOx), seguido por las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (VOC), con el 80% y del monóxido de carbono (CO) con el 63%. A su vez la combustión del diésel aporta a la atmósfera, principalmente partículas suspendidas fracción 2.5 micras (PM2.5 ) con una participación del 83% y óxidos de nitrógeno (NOx) con el 69%. De otro lado, el Gas Natural Vehicular (GNV) contribuye a las emisiones de CO con el 30%. (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2017).

#### 4.2.2. Análisis DOFA,

En la planeación estratégica de la evaluación del proyecto sobre los aspectos internos y externos se aplicó la herramienta cualitativa denominada Matriz DOFA o FODA o SWOT por sus siglas en inglés, como se muestra en la figura 15.

Figura 15. Estructura DOFA



Fuente: elaborado por el autor 2019, mencionado por Ponce (2007).

El análisis DOFA, describe las Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas del proyecto. Identifica los factores internos que son la variables endógenas que hacen que el proyecto se potencialice o se ponga en riesgo mediante las fortalezas y las debilidades respectivamente. (Ponce, 2007), ver figura 15.

Los factores externos como variables exógenas se encuentran representadas por las oportunidades y amenazas que no se pueden controlar en el mercado de los sistemas de servicios de estaciones de gasolina

El estudio de mercado en la implementación de un tanque de almacenamiento de aguas residuales permitió identificar las actividades relevantes en el ámbito interno y externo. Así, se describen los componentes DOFA del proyecto:

**a. Debilidades**

- El costo de implementación del tanque de almacenamiento que la estación de servicio de gasolina debe incurrir en forma inmediata.
- La instalación del producto en infraestructuras obsoletas que presentan las estaciones de servicio de gasolina.

**b. Oportunidades**

- El sector de las estaciones de gasolina y de lavados de autos se ha incrementado en la ciudad y las exigencias medio ambientales del control de las ARnD se tienen que cumplir.
- En las estaciones de servicio de gasolina que busca la calidad del servicio a los usuarios se refleja en la protección de la integridad de las personas mediante el control de las ARnD.

**c. Fortalezas**

- El producto es innovador para el manejo y control de las ARnD para la protección del medio ambiente y la seguridad del entorno del negocio.
- El nivel de aceptación del tanque de almacenamiento por lo fácil para el acceso a la materia prima, los materiales y equipos, por parte de las estaciones de servicios de gasolina es positiva por buscar la protección del medio ambiente y seguridad de las personas.
- Los niveles de vertimiento de las ARnD con sustancias fisicoquímicas al alcantarillado público será controlado y monitoreado bajo los estándares de la normatividad.

**d. Amenazas**

- Requerimientos adicionales de medio ambiente.
- Diseño de un nuevo plan de gestión ambiental
- Adición de nuevos operarios.

Al identificar los factores internos y externos que afectan el desarrollo del proyecto se procederá a realizar un análisis de asociación de los componentes FO, FA, DO y DA como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Matriz DOFA

		FACTORES INTERNOS	
		FORTALEZAS	DEBILIDADES
FACTORES EXTERNOS	OPORTUNIDADES	<b>ESTRATEGÍAS FO</b> Uso de fortalezas para Aprovechar Oportunidades	<b>ESTRATEGÍAS DO</b> Vencer debilidades Aprovechando Oportunidades
	AMENAZAS	<b>ESTRATEGÍAS FA</b> Usar fortalezas para evitar amenazas	<b>ESTRATEGÍAS DA</b> Reducir a un mínimo las debilidades y evitar amenazas

Fuente: elaborado por el autor. Mencionado por Ponce (2007)

En el cruce de los factores internos con los factores externos se plantean varias estrategias como se muestran en el cuadro 3.

### 4.3. Estudio técnico

El proyecto de implementación de un tanque de almacenamiento de aguas residuales se fortalecerá con el estudio técnico que permite determinar los recursos necesarios para el desarrollo de la producción de implementación. Se crea un esquema que optimice la función de producción sujeto a los recursos mínimos disponibles para obtener el producto.

El estudio técnico permitira verificar tecnicamente que la producción de un tanque de almacenamiento vertical sea factible. El estudio técnico del tanque de almacenamiento vertical tiene como objetivos:

- a. Decidir sobre el tamaño del proyecto
- b. Definir la ubicación efectiva de los elementos de infraestructura y estructura del tanque de almacenamiento vertical
- c. Determinar la maquinaria y equipos de producción
- d. Determinar el sistema de calidad en la producción
- e. Determinar la capacidad instalada
- f. Determinar los planes de producción

#### 4.3.1. Tamaño del proyecto

El tamaño del proyecto de construcción de un tanque de almacenamiento de ARnD vertical se encuentra constituido por la inversión asignada en la producción de una unidad y el número de puestos de trabajo, (Miranda, 2005).

**Comentario [dcva1]:** Debe de presentarse como anexo todos los soportes del estudio técnico ( tablas de flujos financiero, proyecciones o estimaciones de demanda, inversiones etc)

Flujo financiero- Excel Demanda base de datos de estaciones de servicio del valle Aburra. En el archio excel

El proyecto se direcciona en la instalación de tanques de almacenamientos de ARnD verticales en las estaciones de servicio de gasolina. La construcción de un tanque de almacenamiento, es sobredimensionado por el tamaño de las estaciones de servicio, esto es debido al hallazgo realizado en el trabajo de campo. Por lo tanto, la propuesta se direcciona a implementar un tanque de almacenamiento vertical, el cual es la mejor solución para este problema. Es así, que de esta manera se disminuye la disposición final de agua y el riesgo del vertimiento de aguas contaminadas.

Para almacenar las ARnD se propone la implementación de tanques de almacenamiento por ser los más usados y seguros para almacenar productos derivados del petróleo como son el gas propano, la gasolina y solventes. Estos tanques se utilizan para almacenar y custodiar líquidos de alta volatilidad para su uso posterior. Se propone la implementación de un tanque de almacenamiento cilíndrico vertical de fondo plano que utiliza controles de presiones internas bajas.

El tanque de almacenamiento vertical para ARnD tendrá capacidad para 500 litros. El costo del tanque de almacenamiento es de \$1.350.000. Para la administración, control y mantenimiento se requiere un operario con dedicación de dos (2) horas diarias al mantenimiento del tanque por valor de \$207.029 mensuales. La dotación del uniforme del operario contará de botas de cuero, impermeable, gafas oscuras,



gafas claras, pantalón, camisas, guantes, equipo de protección auditiva, mascarilla de

gases,. equipo de ergonomía, guantes de pupos, guantes de cuero, guantes latex y otros. Esta dotación se realizará cada cuatro (4) meses por valor de \$520.000. La señalización adecuada normas ICONTEC tiene un costo de \$77.900.

Las tuberías para el montaje del tanque de almacenamiento vertical requiere un equipo de tubos pvc internos, son los accesorios de pvc que se requieren para instalar el sistema. Material filtrante Rosetón y caja de distribución por valor de \$490.000.

Para el montaje del tanque de almacenamiento se requieren permisos de medio ambiente de las entidades gubernamentales pertinentes. Estos permisos conforman los documentos legales de los permisos de medio ambiente en CORANTIOQUIA por valor de \$104.700, tarifa regida por la Resolución 1280 de 2010. Adicionalmente, se consideran unos costos adicionales de construcción y adecuación del espacio de ubicación para el tanque vertical de almacenamiento, accesorios de cañería, tubos pvc, llaves de seguridad entre otros por valor de \$1.500.000, ver cuadro 3.

Cuadro 3. Costos de inversión inicial

Insumo - materia primas	Costo \$
Tanque vertical de Almacenamiento de 500 Lt	\$ 1.350.000
Operario	\$ 207.024
Dotación - Uniforme	\$ 520.000
Señalización	\$ 77.900
Material de accesorios del tanque	\$ 490.000
Permisos de medio ambiente	\$ 104.700
Otros gastos	\$ 1.500.000
Bomba dosificadora de químicos	\$ 1.200.000
<b>Total de inversión Inicial</b>	<b>\$ 5.449.624</b>

Fuente: elaborado por el autor 2019.

El proyecto de implementación de un tanque vertical de almacenamiento para ARnD requiere de una inversión inicial de \$5.449.624.

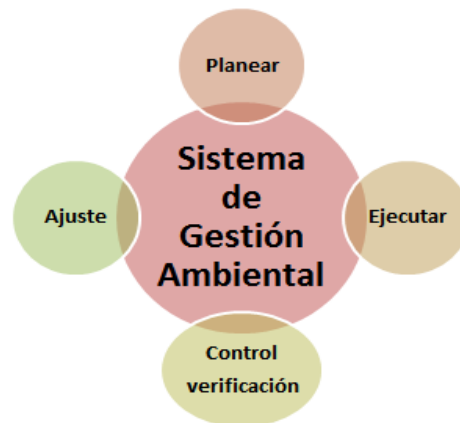
#### 4.3.2. Elementos de infraestructura y estructura

En la implementación de un tanque vertical de almacenamiento vertical en una estación de servicio de gasolina se requiere un espacio cuadrado de 2mt por 2mt. El espacio destinado para el tanque vertical de almacenamiento estará ubicado cerca a los servicios de letrinas que tenga disponibles la estación de servicio. Se procederá a la construcción de una plancha en la que se ubicará el tanque vertical de almacenamiento. Se tendrá un sistema de seguridad y de prohibición de ingresos a personas particulares.

#### 4.3.3. Control de calidad

Para la implementación del tanque vertical de almacenamiento vertical requiere el montaje de un sistema de Gestión ambiental conformado por las actividades planificación, ejecución, verificación y corrección y ajuste, ver figura 16.

Figura 16. Sistema de Gestión Ambiental



Fuente: Elaborado por el autor 2019. Mencionado por CORANTIOQUIA 1999

En la etapa de planeación se busca integrar los aspectos importantes de carácter ambiental que aboquen a su protección y sostenimiento a lo largo del tiempo. La

planificación se integran las funciones de la organización, los diseños y estudios ambientales necesarios para la ejecución del proyecto. Se presenta el plan de trabajo detallado, se definen responsabilidades y se cuantifican los recursos necesarios de ejecución y los riesgos típicos de las estaciones de servicio de gasolina. Se debe definir los aspectos relevantes de las normas que se deben de cumplir.

En la etapa de la ejecución es el montaje del tanque vertical de almacenamiento en la estación de servicio de gasolina bajo los lineamientos de las normas. Se busca minimizar los riesgos y el impacto considerados durante el diseño del proyecto. Se relaciona con la información generada por el sistema de gestión para conocimiento de las partes interesadas. La capacitación del personal mediante la divulgación de los lineamientos de medio ambiente. Además, se generan los informes periodicos y finales sobre la gestión del proyecto.

En la etapa de control y verificación se desarrollan las actividades que permitan prevenir y hacer correcciones de los riesgos de la manipulación de líquidos derivados del petróleo. Se implementa una auditoría o interventoría ambiental permanente durante la construcción y la ejecución del proyecto. Esta interventoría se conformará por un grupo que cuente con las herramientas necesarias para el cumplimiento de sus funciones.

En la etapa de los ajustes se realizarán las actividades de corrección y prevención producto del análisis de los monitoreos realizados periódicamente y sugeridos por el comité de interventoría y por la norma medio ambiental de CORANTIOQUIA.

#### **4.3.4. Capacidad instalada**

Para el cálculo de la Capacidad Instalada de Producción –CIP- de un tanque vertical de almacenamiento requiere un conjunto de actividades con un tiempo de 1181

minutos para ser desarrolladas. Además, se tiene los siguientes supuestos del tiempo a laborar en un día es de 24 horas con una eficiencia teórica de 70%. La unidad de producción es de 18 litros y se trabajan 25 días por mes. Así, la CIP en un periodo mensual será calculado como se muestra en la siguiente ecuación 2, (Cano, 2009).

$$COP_t = \frac{\left[ \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} * \frac{(24 * 0.70) \text{ hora}}{1 \text{ día}} * 18 \text{ Lt} * \frac{25 \text{ día}}{1 \text{ mes}} \right]}{1181 \text{ min}} = 384 \frac{\text{Litros}}{\text{mes}} \quad (2)$$

La capacidad instalada de atención de ARnD de almacenamiento del tanque vertical es de 384 litros por mes.

## Capítulo 5

### Estudio de factibilidad del proyecto

#### 5.1. Estudio Económico – Financiero

Para el desarrollo del proyecto de implementación del tanque vertical de almacenamiento se requiere una inversión inicial total de \$5.449.624.

##### 5.1.1. Tabla de costos

La tabla de costos del proyecto de implementación del tanque vertical de almacenamiento de ARnD se muestra en la cuadro 4, mencionado anteriormente.

Los costos operativos para la instalación de un tanque vertical de almacenamiento de ARnD asciende a \$ 5.449.624. Estos costos se encuentran discriminados en el valor del tanque vertical, el costo de un operario por dos horas extras más sus prestaciones, la dotación del uniforme, la señalización, los materiales accesorios del tanque, los permisos medio ambientales, otros gastos adicionales y la bomba dosificadora de químicos, ver cuadro 4.

Cuadro 4. Costos de inversión del proyecto

Insumo - materia primas	Costo \$
Tanque vertical de Almacenamiento de 500 Lt	\$ 1.350.000
Operario	\$ 207.024
Dotación - Uniforme	\$ 520.000
Señalización	\$ 77.900
Material de accesorios del tanque	\$ 490.000
Permisos de medio ambiente	\$ 104.700
Otros gastos	\$ 1.500.000
Bomba dosificadora de químicos	\$ 1.200.000
<b>Total de inversión Inicial</b>	<b>\$ 5.449.624</b>

### 5.1.2. Flujo de fondos

Los flujos de fondos es la estimación de la diferencia entre los ingresos y gastos que se general en los peridos por el proyecto. Estos flujos son valores estimados. El flujo de fondos para cubrir la inversión del proyecto de \$5.449.624 en seis (6) periodos como se muestra en el cuadro 5.

Cuadro 5. Flujo de efectivo

º	Inversión Inicial	1	2	3	4	5	6
Flujo Neto Efectivo	\$ (5.449.624)	\$ 1.800.000	\$ 1.650.000	\$ 1.500.000	\$ 1.200.000	\$ 900.000	\$ 900.000

Fuente: elaborado por el autor 2019.

Los Flujos Efectivos Netos – FEN- son los valores que permiten evaluar el Valor Presente Neto – VPN - del proyecto. Estos flujos se calculan mediante la diferencia entre los ingresos esperados y los gastos del proyecto. La estimación es comenzar con cubrimiento de la inversión de \$1.800.000 y terminando en \$900.000 con una tasa de dismunicón promedio de 15,6% a lo largo de los periodos.

## 5.2. VPN y TIR

### ▪ Valor Presente Neto – VPN

El VPN es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos del proyecto de inversión para conocer cuanto se va a ganar o perder con la misma en 10 periodos de tiempo. VPN es una medida del beneficio que rinde un proyecto de inversión a través de toda su vida útil.

Así, se calcula el VPN del proyecto mediante la ecuación 3.

**Comentario [dcva2]:** Revisar y presentar todo el flujo como anexo de igual manera todo el desarrollo para calcular VPN y TIR

Se Anexa cuadro excel con los calculos

$$VPN_t = -I_0 + \sum_{t=1}^6 \frac{FEN_t}{(1+i)^t} \quad (3)$$

- Donde:
- **I<sub>0</sub>**: es el monto o valor del desembolso que la empresa hará en el momento inicial de efectuar la inversión
- **FEN<sub>t</sub>**: representan la diferencia entre los ingresos y gastos que podrán obtenerse por la ejecución de un proyecto de inversión durante su vida útil.
- **i**: también conocida como costo o tasa de oportunidad. es la tasa de retorno requerida sobre una inversión. Refleja la oportunidad perdida de gastar o invertir en el presente.

El Valor Presente Neto sirve para generar dos tipos de decisiones: ver si las inversiones son efectuales y ver qué inversión es mejor que otra en términos absolutos. Los criterios de decisión se basan en lo siguiente:

- **VAN > 0**: la tasa de descuento elegida generará beneficios.
- **VAN = 0**: el proyecto de inversión no generará beneficios ni pérdidas, por lo que su realización resultará indiferente.
- **VAN < 0**: el proyecto de inversión generará pérdidas, por lo que deberá ser rechazado.

De esta manera, se calcula el VPN del proyecto de implementación con una tasa de oportunidad del mercado del 12,28% (Banco Republica, 2019) para la instalación del tanque vertical de almacenamiento como se muestra el cuadro 6.

Cuadro 6. VPN del proyecto de inversión

Periodos	FNE	$(1+i)^t$	$FNE/(1+i)^t$
0	\$ (5.449.624)	1	\$ (5.449.624)
1	\$ 1.800.000	1,12	\$ 1.603.135
2	\$ 1.650.000	1,26	\$ 1.308.818
3	\$ 1.500.000	1,42	\$ 1.059.703
4	\$ 1.200.000	1,59	\$ 755.043
5	\$ 900.000	1,78	\$ 504.348
6	\$ 900.000	2,00	\$ 449.188

<b>TOTAL</b>	<b>\$ 230.610</b>
--------------	-------------------

<b>VNA excel</b>	<b>\$ 230.610</b>
------------------	-------------------

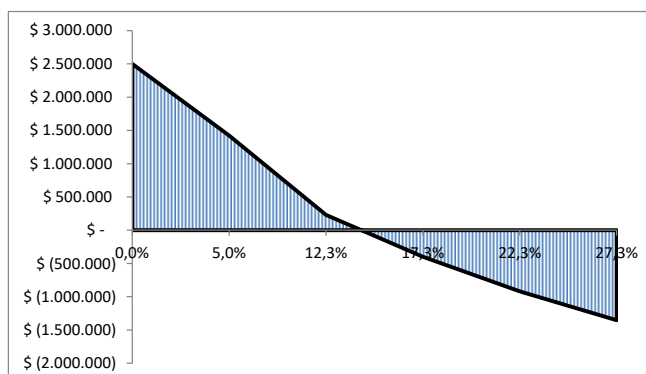
Fuente: Elaborado por el autor 2019.

En el calculo de VPN de la inversión de la implementación del tanque vertical de almacenamiento es \$230.610. El VPN al ser positivo se puede concluir que el proyecto es viable para la inversión.

#### ▪ Tasa Interna de Retorno - TIR

La Tasa Interna de Retorno – TIR – esperada del proyecto en los 6 periodos es de 13,995%. En la figura 17 se muestra el comportamiento de la TIR frente a los Flujos Netos Efectivos, ver anexo 2.

Figura 17. Comportamiento de la TIR del proyecto



Fuente: elaborado por el autor 2019

### 5.3. Análisis de sensibilidad

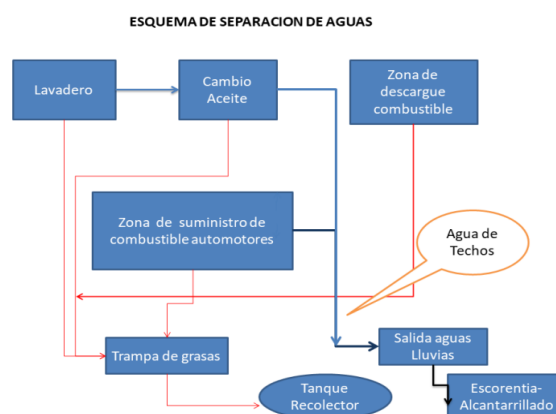
Si el proyecto de inversión de implementación del tanque vertical de almacenamiento presenta un valor superior al actual, por ejemplo de \$5.500.000 el proyecto sigue siendo viable y se tendrá una TIR del 13,610%. Si la inversión es de \$4.000.000 el proyecto es viable y se tendrá una tasa interna de retorno del 17,723%.

### 5.4. Proceso de separación de ARnD

En la literatura y en la práctica existen diversas metodologías de separación y control de ARnD. Como se menciona en el informe de Aguas Residuales: Metodos de Tratamiento (Fibras & Nomas de Colombia, 2018) “El tratamiento de aguas residuales incluye una serie de procesos físico – químicos y biológicos que tienen como objetivo, eliminar las concentraciones de contaminantes presentes en el recurso para que este pueda ser reutilizado”.

El proceso de tratamiento del vertimiento de las ARnD en las estaciones de servicio de gasolina se muestra en la figura 18.

Figura 18. Esquema de separación de aguas ARnD



Fuente: elaborado por el autor 2019.

Con el sistema de separación de ARnD planteado se busca que el costo de recolección de aguas hidrocarbonadas por empresa de disposición final oscila alrededor de \$740 a \$1000 por litro. El cual con este proyecto es lograr una disminución de la cantidad de agua a disponer.

Las ARnD de los lavaderos, del cambio de aceite, de las zonas de descarga de combustible, las zonas de suministro de combustible a automotores llegarán a las trampas de grasas que posteriormente serán almacenadas en el tanque recolector vertical de almacenamiento para su posterior distribución o reutilización.

Por lo tanto, al controlar los vertimientos de ARnD a las alcantarillas públicas se minimiza el efecto de contaminación ambiental en los vertimientos puntuales de la estación de servicio de gasolina.

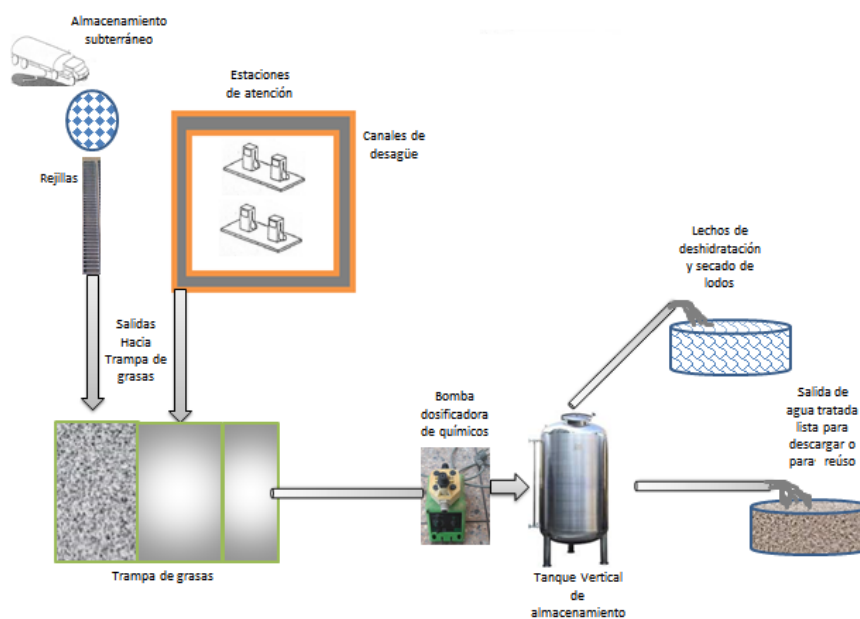
### **5.5. Funcionamiento del tanque vertical**

El proceso de almacenamiento de ARnD en un tanque vertical en las estaciones de servicio de gasolina “procede principalmente de la zona de lavado de automotores y del agua de escorrentía en contacto con hidrocarburos, generados en la zona de los tanques de almacenamiento superficiales, la zona de llenado de tanques subterráneos y la zona de las islas de distribución” (Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y desarrollo Territorial, 2007).

Como lo menciona la guía ambiental para estaciones de servicio (Ministerio de Ambiente, 2007) “el caudal producido depende de la cantidad de automotores lavados y se encuentra entre 0,5 y 1,0 lt/seg”.

El procedimiento de vertimiento de ARnD en las estaciones de servicio de gasolina comienza desde la entrada de los tanques de almacenamiento subterráneo de los combustibles donde se instalan rejillas para canalizar los derrames a las trampas de grasas. En la estación de servicio de automotorres se instalan los canales de desagüe para recoger los vertimientos que se canalizan a las trampas de grasas. Posteriormente, en las trampas de grasas se les realiza el control de sedimentación y se hacen pasar por una bomba dosificadora que bombea 1.5 litros por hora con una presión de 53 psi impulsada con energía de 120 voltios conectada con manguera al tanque vertical de almacenamiento para luego pasar a los tanques de lechos de deshidratación y secado de lodos y/o a la salida de agua tratada lista para descargar o para reúso, ver figura 19.

Figura 19. Esquema de funcionamiento del tanque vertical



Fuente: elaborado por el autor 2019.

La trampa de grasas se conformará en la retención de sólidos gruesos en rejilla ubicada en el tanque. Luego, se hará la remoción de grasas y aceites en trampa de grasas aireada y la neutralización para ajuste de pH. Posteriormente, se procede a la coagulación y floculación para formación de flocs. Luego, se realiza la sedimentación de alta tasa para clarificación y por último, se procede a la suspensión de grasas, aceites e hidrocarburos remanentes.

Se hará una oxidación avanzada con microburbuja y oxidante químico para remoción de DBO y DQO remanentes. Luego, se pasa a la disposición y deshidratación de lodos retenidos en lechos de secado y por último se hará el vertimiento al alcantarillado y/o reúso.

- 1.6.2.4. Describir las prácticas de vertimiento y tratamiento de aguas no domésticas en las estaciones de servicio de la ciudad de Medellín.
- 1.6.2.5. Diagnosticar con los elementos de la matriz DOFA la implementación de la Resolución 631 de 2015 en el vertimiento y tratamiento de las aguas residuales no domésticas en las estaciones de servicio de gasolina.
- 1.6.2.6. Proponer estrategias para la instalación de tanques almacenamiento para el tratamiento de las aguas no domésticas en las estaciones de gasolina.

## Capítulo 6

### Análisis de resultados

#### 6.1. Percepción sobre la aplicación de la Resolución 631 de 2015

Las estaciones de servicio de gasolina no cumplen con los análisis fisicoquímicos, de plaguicidas y organismos microbiológicos. Existe un alto porcentaje de estaciones de servicio de gasolina que cuentan con el lavado de autos y solo cuentan con trampas de grasas. Un alto porcentaje de las estaciones de servicio de gasolina vierten la ARnD al alcantarrillado público. Las estaciones de servicio no realizan almacenamiento de las ARnD. Las estaciones de servicio no realizan los controles de vertimientos de ARnD a luz de la Resolución 631 de 2015. Las estaciones de servicio hacen con poca frecuencia el mantenimiento de los vertimientos de ARnD.

#### 6.2. Análisis de la matriz DOFA

Para el desarrollo del proyecto de la implementación de un tanque de almacenamiento de ARnD en las estaciones de servicio de gasolina se desarrolla como una fortaleza al ser de innovación para la protección del medio ambiente y la seguridad de los usuarios.

El trabajo de campo permitió identificar los factores internos y externos que afectarán el desarrollo de la implementación de un tanque vertical de almacenamiento de ARnD en las estaciones de servicio de gasolina. Con esta información se construye la Matriz de estrategias FO, FA y DO, DA respectivamente como se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Estrategías de la Matriz DOFA

		<b>FACTORES INTERNOS</b>	
		<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
<b>FACTORES EXTERNOS</b>	<b>Oportunidades</b>	<p>1. Producto innovador para control de ARnD.</p> <p>2. Alto grado de aceptación del producto por facil acceso a las materias primas</p>	<p>1. Costo de implementación.</p> <p>2. Obsoleta infraestructura de la estación de servicio de gasolina</p>
	<b>Amenazas</b>	<p>1. El sector de servicios se ha incrementado.</p> <p>2. Alto grado de prestación del servicio con calidad</p>	<p>Desarrollar la instalación del tanque de almacenamiento de ARnD con las normas de calidad certificadas bajo los lineamientos la Resolución 631 de 2015 en el sector de las estaciones de servicio de gasolina</p> <p>Implementar campañas de publicidad de la instalación de los tanques de almacenamiento ARnD en el sector de las estaciones de servicio de gasolina.</p>
		<p>1. Requisitos reglamentarios costos.</p> <p>2. Diseño de nuevo plan de gestión ambiental</p> <p>3. Nuevos operarios.</p>	<p>Efectuar la instalación del tanque de almacenamiento de ARnD con sistemas de gestión para el control de los vertimientos ambientales a la luz de la Resolución 631 de 2015.</p> <p>Capacitar al personal minimiza los riesgos inadecuados de la manipulación de los vertimientos de las ARnD.</p> <p>Minimizar los costos de instalación del tanque de almacenamiento de ARnD adecuando las infraestructura de la estación de servicio de gasolina bajo las normas de gestión ambiental.</p>

**Comentario [dcva3]:** Fortalecer las estrategias considero que es importante desarrollar un poco más el tema de las estrategias teniendo en cuenta que es uno de los objetivos específicos planteados. MONTAR PLAN DE ACCION ( estrategia-responsable- tiempo de ejecución - indicador)

Se formalece el plan de accion se diferencia en color rojo

Fuente: elaborado por el autor. Mencionado por Ponce (2006).

### 6.3. Plan acción de estrategias

El montaje de un tanque de almacenamiento para el tratamiento de ARnD se debe fundamentar sobre la estructura de un plan de acción para que las estrategias se alcancen de manera eficiente.

Es así que como lo menciona UNITAR (2009):

Mediante un plan de acción, lo que se pretende es proporcionar un base clara u “hoja de ruta” para la implementación de actividades destinadas a tratar las cuestiones prioritarias que se haya identificado. Este tipo de instrumento de planificación resulta especialmente útil cuando determinada iniciativa involucra a diversas categorías de grupos o personas que posiblemente no estén acostumbrados a trabajar juntos y que no comparten necesariamente las mismas perspectivas ni los mismos intereses. (p. 6).

Por lo tanto, para el desarrollo de las estrategias en la implementación de un tanque de almacenamiento de ARnD se deben desarrollar las siguientes actividades, (UNITAR, 2009)

- a. Fundamento y contexto del plan de acción
- b. Análisis de la Situación y Análisis de los Vacíos
- c. Meta y Objetivos
- d. Propuesta de Estrategia de Aplicación
- e. Propuesta de Etapas Siguietes y Seguimiento

Las estrategias para el montaje del tanque de almacenamiento desde las perspectivas FO, FA, DO y DA son:

## **1. Perspectiva FO**

### **a. Fundamento y contexto del plan de acción**

Desarrollar la instalación del tanque de almacenamiento de ARnD con las normas de calidad certificadas bajo los lineamientos la Resolución 631 de 2015 en el sector de las estaciones de servicio de gasolina.

### **b. Análisis de la Situación y Análisis de los Vacíos**

En la ciudad de Medellín se estima que el 58 por ciento de las estaciones de servicio de gasolina prestan el servicio de lava autos. Este indicador muestra una población cautiva alta para ofrecer el proyecto del montaje del tanque de almacenamiento de ARnD, adicionalmente es bajo el porcentaje de uso de tanques de almacenamiento de ARnD por las estaciones de servicio, a la luz del cumplimiento de los lineamientos de la Resolución 631 de 2015.

### **c. Meta y Objetivo**

Implementar tanques de almacenamiento de ARnD en el 5% de las estaciones de servicio de gasolina de la ciudad de Medellín.

### **d. Propuesta de Estrategia de Aplicación**

Para alcanzar el objetivo estratégico se debe montar acciones de impacto hacia las estaciones de servicios de gasolina que contenga los beneficios, ventajas y costos del proyecto. Se debe fortalecer un portafolio de servicios de asesoría para el cumplimiento de los lineamientos de la Resolución 631 de 2015.

### e. Propuesta de Seguimiento

En las acciones de publicidad del portafolio de servicios para el montaje de un tanque de almacenamiento de ARnD se evaluarán los elementos que afectan el proyecto como el precio de los insumos, el incremento de los servicios de lava autos y el mercadeo del proyecto en el mercado.

Se debe monitorear el indicador de asesorías de montaje de tanques de almacenamiento de ARnD efectivas realizadas periódicamente. El indicador que permite evaluar el cumplimiento del objetivo será como se muestra en la ecuación 4:

$$\text{Indicador de Cumplimiento} = \frac{NAE_t}{TAR}$$

Donde

$NAE_t$  : Número de Asesorías Efectivas en el periodo t  
 $TAR$  : Total de Asesorías Realizadas

## 2. Perspectiva FA

Implementar campañas de publicidad de la instalación de los tanques de almacenamiento ARnD en el sector de las estaciones de servicio de gasolina en la ciudad de Medellín.

### a. Fundamento y contexto del plan de acción

Para el desarrollo de la estrategia publicitaria se basará en una estrategia creativa constituida por un mensaje que tenga en cuenta el contenido y la forma del mismo en cuanto al montaje de tanques de almacenamiento de ARnD para la protección del medio ambiente a la luz de la Resolución de 631 de 2015.

Además, se desarrollará una estrategia de medios, cuyo cometido es la selección, planificación y contratación de los medios y soportes que van a ser utilizados en la campaña para la difusión del mensaje, y el establecimiento de presupuesto de medios.

#### **b. Análisis de la Situación y Análisis de los Vacíos**

En el mercado hay poca publicidad sobre los lineamientos que deben cumplir las estaciones de servicio de gasolina para la protección del medio ambiente mediante el control del vertimiento de las aguas residuales no domésticas a las fuentes hídricas. Las estaciones de servicio cuentan con personal no idóneo para el monitoreo y control de los vertimientos de la ARnD al alcantarillado de la ciudad de Medellín.

#### **c. Meta y Objetivo**

Implementar una campaña agresiva de la necesidad de implementar equipos de alta eficiencia para controlar los vertimientos de ARnD, sustancias químicas, físicas e hidrocarburos, de las estaciones de gasolina y lava autos a las fuentes hídricas de la ciudad de Medellín.

#### **d. Propuesta de Estrategia de Aplicación**

Formalizar un documento que describa los elementos de la campaña publicitaria y los medios de comunicación, ya sea folletos, radio y televisión, del proyecto del montaje de tanques de almacenamiento de ARnD bajo los lineamientos de la Resolución 631 de 2015.

#### **e. Propuesta de Seguimiento**

Realizar seguimiento permanente del desarrollo de la campaña publicitaria en las estaciones de servicio de gasolina y lava autos.

**f. Perspectiva****a. Perspectiva DO y DA**

Efectuar la instalación del tanque de almacenamiento de ARnD con sistemas de gestión para el control de los vertimientos ambientales a la luz de la Resolución 631 de 2015. Capacitar al personal minimiza los riesgos inadecuados de la manipulación de los vertimientos de las ARnD.

**a. Fundamento y contexto del plan de acción**

El montaje de un tanque de almacenamiento de los vertimientos de ARnD en las estaciones de servicio de gasolina y lavado de autos permitirá la minimización de costos frente a las multas y/o cierreocionadas por el incumplimiento de los lineamientos de la Resolución 631 de 2015.

**b. Análisis de la Situación y Análisis de los Vacíos**

Se observa que existe alto porcentaje de estaciones de servicio de gasolina y lavado de autos que no cuentan con procesos eficientes para el control de los vertimientos de ARnD a las fuentes hídricas de la Ciudad de Medellín. Adicionalmente, se observa que las estaciones de servicio no cuentan con personal idóneo para el control y monitoreo de los vertimientos de líquidos físicos, químicos e hidrocarburos a las fuentes hídricas.

**c. Meta y Objetivo**

Se espera que en el primer periodo el 25% de las estaciones de servicio de gasolina se encuentren sensibilizadas de la necesidad de controlar eficientemente los

vertimientos de ARnD y tener personal idóneo para el control en las fuentes hídricas de la ciudad de Medellín.

#### **d. Propuesta de Estrategia de Aplicación**

Realizar campañas de sensibilización para la protección del medio ambiente en las fuentes hídricas mediante equipos tecnificados y personal idóneo para el control de los vertimientos a la luz de la Resolución 631 de 2015.

#### **e. Propuesta de Seguimiento**

Se debe realizar seguimiento periódico mediante el indicador

$$\text{Indicador de Sensibilización} = \frac{NS_t}{TES}$$

Donde

$NAE_t$  : Número de Sensibilizaciones en el periodo t  
 $TAR$  : Total de Estaciones de Servicio

### **6.4. Factibilidad del proyecto**

La evaluación de factibilidad del proyecto de implementación de un tanque vertical de almacenamiento de ARnD en las estaciones de servicio de gasolina realizado mediante el Valor Presente Neto – VPN y la TIR permite concluir que el proyecto de instalación es viable.

## Capítulo 7

### Conclusiones

Las prácticas de vertimiento de ARnD de las estaciones de servicio de gasolina no son las adecuadas a la luz de la Resolución 631 de 2015. Las estaciones de servicio de gasolina no cuentan con el control adecuado de vertimientos para el análisis de los contaminantes en cuanto a plagisidas, elementos fisicoquímicos y organismos microbiológicos. Las estaciones no cuentan con el personal idóneo para el control del vertimiento de las ARnD a las alcantarillas públicas. Además, las estaciones de servicio de gasolina hacen poco control a los vertimientos de ARnD a las alcantarillas.

El análisis DOFA muestra que la implementación del tanque de almacenamiento de ARnD permite minimizar los riesgos de contaminación del medio ambiente por efecto de los vertimientos de productos derivados del petróleo; como son las grasas, los aceites, petróleo y gasolina, y el lavado de autos.

El análisis financiero permite proponer la implementación de un tanque de almacenamiento de ARnD a bajos costos generando un VPN que permite ser el proyecto viable a una tasa de rentabilidad superior a la del mercado, tasa de interés de oportunidad de apalancamiento.

Se propone la implementación de un tanque vertical para controlar los vertimientos de ARnD a las alcantarillas públicas se minimiza el efecto de contaminación ambiental en los vertimientos puntuales de la estación de servicio de gasolina.

Las estaciones de servicio de gasolina tienen procesos poco eficientes de almacenamiento de ARnD como son las trampas de grasas y canecas y otros. Estos tipos de almacenamiento no requieren personal especializado.

**Comentario [dcva4]:** Ampliar y mejorar las conclusiones que son las ideas de cierre de la investigación ejecutada a fin de colaborar con el acervo académico.

Las conclusiones poseen las siguientes características según la Universidad Politécnica Hispana (2009, p. 31):

1. La congruencia, divergencias o diferencias halladas por el investigador entre la teoría y la realidad estudiada.
2. El logro de los objetivos de la investigación.
3. La aceptación o el rechazo de la hipótesis.
4. Los puntos más sobresalientes de la investigación.
5. Los hallazgos más importantes.
6. La confirmación de la tesis que ha sustentado el investigador."

La dinámica interna de las características mencionadas incide en la visión prospectiva y retrospectiva del estudiante investigador. Se estructuran características conforme al enfoque cuantitativo, cualitativo o mixto de cada investigador

Se modifica

Los administradores o gestores de las estaciones de servicio de gasolina tienen al menos alto grado de conocimiento de la Resolución 631 de 2015.

Las estaciones de servicio de gasolina de la Ciudad de Medellín prestan el servicio de lavado de autos y no tienen personal idóneo para controlar los vertimientos de ARnD a las fuentes hídricas de la Ciudad de Medellín.

Los vertimientos de ARnD de las estaciones de servicio de gasolina son aguas sucias, grasas, aceites, petróleo y gasolina que deben ser controladas a la luz de la Resolución 631 de 2015.

Las estaciones de servicio de gasolina presentan bajo controles de los vertimientos de ARnD a las fuentes hídricas de la ciudad de Medellín.

Las estaciones de servicio usan los desgues tradicionales para los derrames de líquidos como son el canal perimetral y las rejillas en zonas de islas sin controles.

Las estaciones de servicio de gasolina le dan un tratamiento de almacenaje a las aguas utilizadas para luego distribuirlas. Otras estaciones de servicio de gasolina las ARnD las eliminan y muy pocas las transforman.

Los vertimientos de las ARnD de las estaciones de servicio de gasolina se realizan en un sistema de alcantarillado o a un cuerpo de agua residual sin control.

Las estaciones de servicio de gasolina realizan monitoreo y control de los vertimientos de ARnD con baja frecuencia entre un a tres años y el grado de mantenimiento que le dan a los equipos es baja.

## Capítulo 8

### Recomendaciones

En la estaciones de servicio de gasolina se debe tener implementado los elementos del control de ARnD en cuanto a elementos de plagicidas, elementos fisicoquímicos y elementos microbiológicos.

- a. Se recomienda que las estaciones de servicio de gasolina y lavadero de automotores tengan personal idóneo para el control y mantenimiento del vertimiento de las ARnD a los alcantarrillados públicos.
- b. Se recomienda que las estaciones de servicio de gasolina cuenten con controles de vertimientos con mayor frecuencia.
- c. Se recomienda la realización de procesos operativos, para la disminución del uso de agua, para el lavado de patios, surtidores, etc.
- d. Se recomienda la separación de aguas lluvias, evitando que se mezclen con las aguas que llegan a los sistemas de tratamiento.
- e. Se recomienda instalación de tanque vertical, con el fin de evitar posibles multas por incumplimiento de la normativa

**Comentario [dcva5]:** Revisar redacción y ampliar las recomendaciones debe de tener mayor profundidad teniendo en cuenta que un trabajo de tipo investigativo



## Referencias bibliográficas

- Banco de la República. (2019) Tasas de colocación consolidadas. Bogotá. Colombia.  
 Recuperado de [http://obieebr.banrep.gov.co/analytics/saw.dll?Go&path=%2Fshared%2FSeries%20Estad%20adsticas\\_T%2F1.%20Tasas%20de%20Colocaci%C3%B3n%2F1.1%20Consolidados%2F1.1.2.TCO\\_Promedio%20mensual%20hist%C3%B3rico&Options=rdf&lang=es&NQUser=publico&NQPassword=publico](http://obieebr.banrep.gov.co/analytics/saw.dll?Go&path=%2Fshared%2FSeries%20Estad%20adsticas_T%2F1.%20Tasas%20de%20Colocaci%C3%B3n%2F1.1%20Consolidados%2F1.1.2.TCO_Promedio%20mensual%20hist%C3%B3rico&Options=rdf&lang=es&NQUser=publico&NQPassword=publico)
- Cano, Mauricio. (2009) Aumento de la Capacidad Instalada de Producción. Bogotá. Colombia. Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/4258/tesis156.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cochran, William . (2000) . *Técnicas de Muestreo*. México.
- El Colombiano. (2016). *¿Qué Hay en un Vaso de Agua del Río de Medellín?*. Medellín. Colombia. Recuperado de <https://www.elcolombiano.com/antioquia/calidad-del-agua-del-rio-medellin-FD6126430>
- Empresas Públicas de Medellín. (2017). *La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Fernando se moderniza para optimizar su operación*. Medellín. Colombia. Recuperado de <https://www.epm.com.co/site/home/sala-de-prensa/noticias-y-novedades/planta-san-fernando-se-moderniza-para-optimizar-su-operacion>
- Fibras & Normas de Colombia. (2018). *Aguas Residuales: Metodos de Tratamiento*. Bogota Colombia. Recuperado de [https://www.fyndecolombia.com/aguas-residuales-metodos-de-tratamiento/#Proceso\\_De\\_Tratamiento\\_De\\_Aguas\\_Residuales](https://www.fyndecolombia.com/aguas-residuales-metodos-de-tratamiento/#Proceso_De_Tratamiento_De_Aguas_Residuales)

- Gonzalez, Ximena. (2018). *Conozca las iniciativas ambientales de algunos lavaderos de carros en el país*. Bogotá. Colombia. Recuperado de <https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/las-iniciativas-ambientales-de-algunos-lavaderos-de-carros-2767532>
- Gualdrón, Maria Victoria. (2009). *La crisis Mundial del Agua*. España. Recuperado de <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/water/index.html>
- Hinestroza, Santo. (2010). *Impacto Ambiental de los Lavaderos de Vehículos en la Ciudad de Medellín*. Medellín Colombia. Recuperado de <http://sustentabilidadyfinanzas.blogspot.com/2010/03/impacto-ambiental-de-los-lavaderos-de.html>
- Lenis, Natalia y Montes, Ana. (2010). *Manual De Requerimientos para la Construcción de Estaciones de Servicio*. Medellín. Colombia. Recuperado de [https://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/4236/TG\\_EGC\\_32.pdf?sequence=1](https://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/4236/TG_EGC_32.pdf?sequence=1)
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Decreto 3930 de 2010*. Bogotá. Colombia. Recuperado de <https://www.metropol.gov.co/ambiental/recurso-hidrico/Documents/instrumentos-de-comando-y-control/decreto-3930-de-2010.pdf>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007). *Guías Ambientales para estaciones de Servicio*. Bogotá. Colombia. Recuperado de <https://acp.com.co/web2017/es/guias/140-guia-ambiental-estaciones-de-servicio-2007/file>

Ministerio de Medio Ambiente. (1999). *Resolución 631 de 2015*. Bogotá. Colombia.

Recuperado de <https://www.leyex.info/leyes/Resolucionmads631de2015.pdf>

Ministerio de Medio Ambiente. (1999). *Guía de Manejo Ambiental para Estaciones de*

*Servicio de Combustible*. Bogotá. Colombia. Recuperado de

<https://redjusticiaambientalcolombia.files.wordpress.com/2012/09/guia-de->

[manejo-ambiental-para-estaciones-de-servicio-de-combustible.pdf](https://redjusticiaambientalcolombia.files.wordpress.com/2012/09/guia-de-manejo-ambiental-para-estaciones-de-servicio-de-combustible.pdf)

Ministerio de Minas y Energía. (2018). *Listado de Estaciones de Servicio Certificadas*.

Bogotá. Colombia. Recuperado de

<http://www.sicom.gov.co/noticias.shtml?apc=d1E1--&x=3103>

Ministerio de Minas y Energía. (2018). *SICOM*. Bogotá. Colombia. Recuperado de

<http://www.sicom.gov.co/index.shtml>

Miranda Miranda, Juan José. (1999). *Gestión de Proyectos: Identificación,*

*Formulación, Evaluación*. Bogotá. Colombia.

Osorio, Ana. (2015). *Plan de Reconversión a Tecnologías Limpias en Gestión de*

*Vertimientos*. Bogotá. Colombia. Recuperado de

<http://proyectos.andi.com.co/SeccAnti/Talleres%20de%20Profundizacion/TALLE>

[R5\\_Plan%20de%20reconversio%CC%81n%20tecnolo%CC%81gica%20vertimie](http://proyectos.andi.com.co/SeccAnti/Talleres%20de%20Profundizacion/TALLE)

[ntos.pdf](http://proyectos.andi.com.co/SeccAnti/Talleres%20de%20Profundizacion/TALLE)

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (1972). *Declaración de Estocolmo sobre*

*el Medio Ambiente Humano*. Estados Unidos. Recuperado de

<http://www.ordenjuridico.gob.mx//Derechos%20Humanos/INST%2005.pdf>

- Organización de la Naciones Unidas. (2012). *Declaración de Río de Janeiro*. Estados Unidos. Recuperado de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/asuntos-internacionales/rio-20/la-cumbre-de-rio-20>
- Paéz, Esteban y Simbaña, Jefferson. (2017). *Sistema De Manejo Adecuado De Los Desechos De Los Talleres De La Carrera De Ingeniería En Mantenimiento Automotriz*. Ibarra. Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6906/1/04%20MAUT%20023%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- PLANEA Plan Estratégico de Antioquia. (2010). *Visión y Manejo Integral del Agua*. Medellín. Colombia. Recuperado de [http://190.109.167.188:83/imagenes/bodega\\_siot/gestionconocimiento/departamental/estudios/planea/cartilladelaguaplanea.pdf](http://190.109.167.188:83/imagenes/bodega_siot/gestionconocimiento/departamental/estudios/planea/cartilladelaguaplanea.pdf)
- Ponce, Humberto. (2009). *La Matriz Foda: Alternativa de Diagnóstico y Determinación de Estrategias de Intervención en Diversas Organizaciones*. México. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/292/29212108.pdf>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2015). *Objetivos del Desarrollo Sostenible*. Estados Unidos. Recueprado de [https://www.undp.org/content/undp/es/home/sdgooverview/mdg\\_goals/mdg7/](https://www.undp.org/content/undp/es/home/sdgooverview/mdg_goals/mdg7/)
- Sánchez, Edwin y Luis, Harold. (2017). *Análisis de la Amenaza Presente en la Infiltración de Combustibles Líquidos en las Estaciones de Servicio de la Ciudad de Barranquilla*. Barranquilla. Colombia. Recuperado de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15503/1/An%C3%A1lisis%20de%20la%20amenaza%20presente%20en%20la%20infiltraci%C3%B3n%20de%20combustibles.pdf>

Segura, Eduardo. (2017). *Estudio de Antecedentes sobre la Contaminación Hídrica en Colombia*. Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/estudio%20de%20antecedentes%20sobre%20la%20contaminaci%C3%B3n%20h%C3%ADdrica.pdf>

Instituto de las Naciones Unidas para la Formación Profesional y la Investigación. UNITAR. (2009). *Guía para el Desarrollo de un Plan de Acción para la Gestión Racional de las Sustancias Químicas*. Estados Unidos. Recuperado de: [https://cwm.unitar.org/publications/publications/cw/pops/AP\\_Guidance\\_01\\_Apr\\_09\\_sp.pdf](https://cwm.unitar.org/publications/publications/cw/pops/AP_Guidance_01_Apr_09_sp.pdf)

Universidad de Antioquia. (2017). *¿Cuál es la calidad del Río Aburrá - Medellín?*. Medellín, Colombia. Recuperado de [http://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/udea-noticias/udea-noticia!/ut/p/z0/fYwxD4IwEIX\\_igsjuYpYdSQOJsbBwRjoYs6W6GntQSnEn2\\_Rwbi4XN738r0DBSUohwNdMBA7tJErJU\\_L1TqbFrnYCZILUch9P19km9nhKGA L6r8QP9CtbVUBSrML9TNA2bAPaHtTYyKw-6UrP-pPHu\\_EcSBN2CXivXZkeLS-9UAmurpHm2q0EUzqiVM8994jNHdVvQDbr1Ah/](http://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/udea-noticias/udea-noticia!/ut/p/z0/fYwxD4IwEIX_igsjuYpYdSQOJsbBwRjoYs6W6GntQSnEn2_Rwbi4XN738r0DBSUohwNdMBA7tJErJU_L1TqbFrnYCZILUch9P19km9nhKGA L6r8QP9CtbVUBSrML9TNA2bAPaHtTYyKw-6UrP-pPHu_EcSBN2CXivXZkeLS-9UAmurpHm2q0EUzqiVM8994jNHdVvQDbr1Ah/)

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres en Colombia-UNGRD. (2015). *Marco Normativo Ambiental Colombiano Aplicable al Proyecto de Agua y Saneamiento Básico para el Pacífico Sur*. Bogotá, Colombia. Recuperado de [http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/Plan\\_Pazcifico/ANEXO\\_1-MARCO\\_NORMATIVO.pdf](http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/Plan_Pazcifico/ANEXO_1-MARCO_NORMATIVO.pdf)

Volpe, Walter. (2004). *Diseño y Cálculo de Tanques de Almacenamiento*. España. Recuperado de <http://www.fnmt.es/documents/10179/10666378/Dise%C3%B1o+y+c%C3%A1lculo>

ulo+de+tanques+de+almacenamiento.pdf/cf73a420-13f2-248f-034a-  
d413cb8a3924

Yepes, John Chuke. (2019). Valoración de Preios de Capital. Un enfoque de los Modelos Binomiales. Medellín. Colombia. Recuperado de <https://independent.academia.edu/JOHNJAIROYEPESLONDO%C3%91O>

## ANEXO: Cuestionario

**La presente encuesta aplicada a las estaciones de servicio de gasolina se realiza como trabajo de campo de la investigación académica que busca describir el grado de conocimiento de la Resolución 631 de 2015.**

**La información suministrada es de carácter confidencial y reservada sólo se utilizará con fines académicos**

**Gracias por su colaboración.....**

N°

**1. Qué tipo de almacenamiento de líquidos ARnD utilizan:**

- |                      |                          |
|----------------------|--------------------------|
| h. Trampas de grasas | <input type="checkbox"/> |
| i. Tanques API       | <input type="checkbox"/> |
| j. Canecas y otros   | <input type="checkbox"/> |
| k. N/R               | <input type="checkbox"/> |

**2. Cuál es el grado de conocimiento de la Resolución 631 de 2015**

- |                 |                          |
|-----------------|--------------------------|
| a. Muy alto     | <input type="checkbox"/> |
| b. Alto         | <input type="checkbox"/> |
| c. Medianamente | <input type="checkbox"/> |
| d. Bajo         | <input type="checkbox"/> |
| e. Muy bajo     | <input type="checkbox"/> |
| f. N/R          | <input type="checkbox"/> |

**3. La estación de gasolina cuenta con servicio de lava autos**

- |        |                          |
|--------|--------------------------|
| a. Si  | <input type="checkbox"/> |
| b. No  | <input type="checkbox"/> |
| c. N/R | <input type="checkbox"/> |

**4. La estación de gasolina cuenta con personal calificado para el manejo de ARnD**

- |        |                          |
|--------|--------------------------|
| a. Si  | <input type="checkbox"/> |
| b. No  | <input type="checkbox"/> |
| c. N/R | <input type="checkbox"/> |

**5. Qué tipo de vertimiento realiza la estación de gasolina?**

- |                       |                          |
|-----------------------|--------------------------|
| a. Grasas             | <input type="checkbox"/> |
| b. Aguas sucias       | <input type="checkbox"/> |
| c. Desechos orgánicos | <input type="checkbox"/> |
| d. Aceites            | <input type="checkbox"/> |
| e. Petróleo           | <input type="checkbox"/> |
| f. Gasolina           | <input type="checkbox"/> |
| g. N/R                | <input type="checkbox"/> |

**6. Califique el grado de control de las ARnD**

- |                 |                          |
|-----------------|--------------------------|
| a. Muy alto     | <input type="checkbox"/> |
| b. Alto         | <input type="checkbox"/> |
| c. Medianamente | <input type="checkbox"/> |
| d. Bajo         | <input type="checkbox"/> |
| e. Muy bajo     | <input type="checkbox"/> |
| f. N/R          | <input type="checkbox"/> |

**7. La estación de gasolina qué desagüe usa para los derrames líquidos**

- |                               |                          |
|-------------------------------|--------------------------|
| a. Canal perimetral           | <input type="checkbox"/> |
| b. Rejillas en zonas de islas | <input type="checkbox"/> |
| c. Ambas                      | <input type="checkbox"/> |
| d. N/R                        | <input type="checkbox"/> |

**8. Que tratamiento le dan a las aguas utilizadas**

- |                   |                          |
|-------------------|--------------------------|
| a. Almacenaje     | <input type="checkbox"/> |
| b. Distribución   | <input type="checkbox"/> |
| c. Eliminación    | <input type="checkbox"/> |
| d. Transformación | <input type="checkbox"/> |
| e. Reutilización  | <input type="checkbox"/> |
| f. N/R            | <input type="checkbox"/> |

**9. Lugar del vertimiento de las aguas residuales**

- |                               |                          |
|-------------------------------|--------------------------|
| a. Sistema de alcantarillado  | <input type="checkbox"/> |
| b. Cuerpo de aguas residuales | <input type="checkbox"/> |
| c. N/R                        | <input type="checkbox"/> |

**10. Seleccione la frecuencia de monitoreo del proceso de vertimientos de ARnD**

- |                   |                          |
|-------------------|--------------------------|
| a. 1 vez al año   | <input type="checkbox"/> |
| b. 2 veces al año | <input type="checkbox"/> |
| c. 3 veces al año | <input type="checkbox"/> |
| d. Más de un año  | <input type="checkbox"/> |
| e. N/R            | <input type="checkbox"/> |

**11. Califique el grado de mantenimiento al vertimiento de ARnD**

- a. Muy alto
- b. Alto
- c. Medianamente
- d. Bajo
- e. Muy bajo
- f. N/R


**12. Seleccione el tipo de control que realiza a la ARnD**

- a. Fisicoquímicos
- b. Plaguicidas
- c. Organismos microbiológicos
- d. N/R


**Gracias por su colaboración...**