

**ESTUDIO DE MERCADO PARA LA CREACIÓN DE UN LABORATORIO DE  
ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**CAROL ROXANA GARCÍA MENDOZA  
WILLIAM STEVEN ZAMBRANO GARCÍA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA**

**2016**

**ESTUDIO DE MERCADO PARA LA CREACIÓN DE UN LABORATORIO DE  
ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**CAROL ROXANA GARCÍA MENDOZA  
WILLIAM STEVEN ZAMBRANO GARCÍA**

**Trabajo de Grado para optar el título de  
Ingeniero Civil**

**Directora  
ISABEL CRISTINA DOMÍNGUEZ RIVERA  
Ing. MSc. PhD.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA**

**2016**

## DEDICATORIA

Adorado Dios no me cansaré de decir que en la vida el camino se hace más fácil cuando te llevamos en el corazón, cuando seguimos tu palabra y somos buenos hijos. Gracias Diosito por darme este regalo, gracias por caminar siempre junto a mí y permitirme hoy recibir mi título profesional.

A mi papá Luis Ernesto por haberme forjado como la persona que soy; muchos de mis logros se los debo a él entre los que incluyo este. Mi padre me formó con reglas y algunas libertades, pero al final de cuentas, me motiva constantemente para alcanzar mis anhelos, padre eres mi ejemplo a seguir me siento muy orgullosa de ser su hija.

A mi madre, por hacerme entender que el todo está en empezar, que no importa cuántas veces te caigas, hay que levantarse y seguir, gracias por mostrarme el camino y por darme una familia tan bonita y compacta como la que tengo.

A mis hermanos, aunque la mayoría de las veces parece que estuviéramos en una batalla, hay momentos en los que la guerra cesa y nos unimos para lograr nuestros objetivos, gracias por estar presentes y sobre todo por darle a mi vida una de las mayores felicidades mi Valeria.

A mi familia en especial a Alejo, tía Adriana y mi nonita Marina, por estar conmigo por ser mi familia y darme todo el calor de hogar que siempre necesité.

Carol Roxana García Mendoza

## **DEDICATORIA**

Agradezco a cada una de esas personas que de algún modo fueron parte del camino recorrido hasta ahora, a mi familia por su incondicionalidad, especialmente a mis padres y abuelos a los que les debo todo y a Dios por forjar mi camino y darme la gracia de tener a cada persona a mí alrededor.

William Steven Zambrano García

## **AGRADECIMIENTOS**

Expresamos el más sincero agradecimiento a nuestra directora de proyecto, la Ingeniera Isabel Cristina Domínguez, por su dedicación, constante motivación y acompañamiento que nos dio para realizar este proyecto.

A los laboratorios que participaron en este estudio, también a las empresas que nos facilitaron la información y principalmente a Adriana Forero por ser el enlace para la recopilación de gran parte de la información.

Finalmente a nuestros familiares y amigos por el apoyo y compañía a lo largo de esta carrera.

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	16
1. OBJETIVOS	18
1.1 OBJETIVO GENERAL	18
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	18
2. MARCO CONCEPTUAL	19
2.1 CONTAMINACIÓN POR VERTIMIENTOS	19
2.2 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA A TRAVÉS DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS	20
2.2.1 Parámetros fisicoquímicos	20
2.2.2 Parámetros microbiológicos	25
2.3 MARCO LEGAL	27
2.3.1 Vertimientos	28
2.3.2 Laboratorios de análisis de calidad de agua	30
2.3.3 Certificaciones voluntarias para un laboratorio de análisis de calidad de agua.	32
2.4 ESTUDIO DE MERCADO	34
3. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS PARA MEDIR LA CALIDAD DEL AGUA	36
4. DISEÑO METODOLÓGICO	40
4.1 SEGMENTACIÓN DEL MERCADO	40
4.2 CONSULTA A EXPERTOS EN LABORATORIOS DE ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA	41
4.3 ENTREVISTAS A LABORATORIOS DE ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA DE BUCARAMANGA Y EL ÁREA METROPOLITANA	42

4.4	ENCUESTA A EMPRESAS COMERCIALES E INDUSTRIALES POTENCIALES GENERADORAS DE VERTIMIENTOS	44
5.	ANÁLISIS Y RESULTADOS	53
5.1	EXPERTOS EN LABORATORIOS DE ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA	53
5.2	LABORATORIOS DE ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA DE BUCARAMANGA Y EL ÁREA METROPOLITANA.	56
5.2.1	Generalidades de los laboratorios.	57
5.2.2	Producción.	60
5.2.3	Mercado.	62
5.2.4	Competencia.	64
5.3	EMPRESAS COMERCIALES E INDUSTRIALES POTENCIALES GENERADORAS DE VERTIMIENTOS	64
6.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	82
6.1	EXPERTOS EN LABORATORIOS DE ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA	82
6.2	LABORATORIOS DE ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA DE BUCARAMANGA Y EL ÁREA METROPOLITANA	84
6.3	EMPRESAS COMERCIALES E INDUSTRIALES POTENCIALES GENERADORAS DE VERTIMIENTOS	86
7.	CONCLUSIONES	90
8.	RECOMENDACIONES	92
	BIBLIOGRAFÍA	93
	ANEXOS	94

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> <i>Normatividad sobre vertimientos en Colombia</i>	28
<b>Tabla 2.</b> <i>Normatividad sobre laboratorios de análisis de calidad de agua en Colombia.</i>	30
<b>Tabla 3.</b> <i>Análisis físico-químicos y microbiológicos, que se realizan normalmente en un laboratorio de análisis de calidad de agua.</i>	36
<b>Tabla 4.</b> <i>Actividades económicas pertenecientes al estudio de mercado.</i>	44
<b>Tabla 5.</b> <i>Tamaño de empresa.</i>	46
<b>Tabla 6.</b> <i>Empresas de los cuatro sectores económicos en estudio.</i>	47
<b>Tabla 7.</b> <i>Características principales de las aguas residuales provenientes de ciertas industrias de alimentos.</i>	49
<b>Tabla 8.</b> <i>Análisis requeridos por las 26 empresas encuestados.</i>	71
<b>Tabla 9.</b> <i>Aspectos positivos y negativos de la calificación dada a los laboratorios.</i>	74
<b>Tabla 10.</b> <i>Razones afirmativas o negativas de tener un convenio con un laboratorio de análisis de calidad de agua.</i>	78

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> <i>Número de empleados.</i>	65
<b>Figura 2.</b> <i>Preocupación de la empresa por el medio ambiente.</i>	66
<b>Figura 3.</b> <i>Empresas que cumplen la normatividad.</i>	67
<b>Figura 4.</b> <i>Manejo de vertimientos por parte de las empresas.</i>	68
<b>Figura 5.</b> <i>Su empresa ha realizado estudios de análisis de agua.</i>	69
<b>Figura 6.</b> <i>Quién realiza los análisis de agua en su empresa</i>	70
<b>Figura 7.</b> <i>Con que frecuencia realiza los análisis de agua en su empresa</i>	69
<b>Figura 8.</b> <i>Laboratorios utilizados por las empresas encuestadas.</i>	73
<b>Figura 9.</b> <i>Calificación que da la empresa al laboratorio con el que realiza los análisis.</i>	74
<b>Figura 10.</b> <i>Rango de precios que paga mensualmente por realización de análisis de calidad del agua.</i>	76
<b>Figura 11.</b> <i>Certificaciones del laboratorio prestador de servicios</i>	77
<b>Figura 12.</b> <i>Posibilidad de tener un convenio con un laboratorio de análisis de agua.</i>	77
<b>Figura 13.</b> <i>Posibilidad de cambiar el laboratorio de análisis de agua que actualmente le presta el servicio.</i>	79

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
<b>Anexo A.</b> <i>Parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas -ARnD a cuerpos de aguas superficiales de actividades asociadas con elaboración de productos alimenticios y bebidas.</i>	95
<b>Anexo B.</b> <i>Formato consulta a expertos en laboratorios de análisis de calidad de agua en Bucaramanga.</i>	100
<b>Anexo C.</b> <i>Formato entrevista a laboratorios de análisis de calidad de agua.</i>	101
<b>Anexo D.</b> <i>Formato encuesta a empresas comerciales e industriales potencialmente generadoras de vertimientos.</i>	105

## RESUMEN

**TITULO:** ESTUDIO DE MERCADO PARA LA CREACIÓN DE UN LABORATORIO DE ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER\*

**AUTORES:** CAROL ROXANA GARCÍA MENDOZA, WILLIAM STEVEN ZAMBRANO GARCÍA\*\*

**PALABRAS CLAVE:** DEMANDA Y OFERTA DE SERVICIOS DE ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA, VERTIMIENTOS DE RESIDUOS LÍQUIDOS, LABORATORIOS DE ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA.

### **DESCRIPCIÓN:**

El propósito del presente estudio es analizar la viabilidad de crear un laboratorio de análisis de calidad de agua en la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander, que ofrezca servicios de análisis de calidad de agua, que podría contribuir a satisfacer las necesidades de diversas partes interesadas (actores) en relación con el seguimiento al estado de los recursos hídricos. Esto se dio mediante la recopilación de información proveniente de tres fuentes primarias: entrevistas con expertos en laboratorios de análisis de calidad de agua, entrevistas a encargados de laboratorios de análisis de calidad de agua de Bucaramanga y el Área Metropolitana y encuesta a una muestra de empresas de uno de los sectores económicos más representativo en cuanto a generación de vertimientos, como lo es el sector de los productos alimenticios.

El análisis de la información recopilada permitió conocer el nicho potencial que existirá con la entrada en vigencia de la Resolución 0631 de 2015, que obliga a regular la disposición de vertimientos producidos por 73 actividades económicas de empresas, grandes, medianas, pequeñas y micro. Lo anterior se evidenció debido a que el 73% de las empresas encuestadas no cuentan con laboratorio propio o en alguno de los casos no realizan análisis de calidad de agua. También, se concluyó que la viabilidad de crear el laboratorio depende principalmente del capital financiero, pues el laboratorio debe ofrecer un paquete de servicios completo y certificado, de calidad y que brinden confiabilidad a los clientes.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Directora: Isabel Cristina Domínguez Rivera, Ing. MSc. PhD.

## ABSTRACT

**TITLE:** MARKET STUDY FOR THE CREATION OF A WATER QUALITY ANALYSIS LABORATORY IN THE SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING AT UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER\*

**AUTHORS:** CAROL ROXANA GARCÍA MENDOZA, WILLIAM STEVEN ZAMBRANO GARCÍA\*\*

**KEYWORDS:** DEMAND AND SUPPLY OF WATER QUALITY ANALYSIS SERVICES, WASTEWATER, DISCHARGES, WATER QUALITY ANALYSIS LABORATORIES.

**DESCRIPTION:**

The purpose of this study is to analyze the feasibility of creating a water quality analysis laboratory in the School of Civil Engineering at Universidad Industrial de Santander (Colombia), offering services of water quality analysis, which could help meet the needs of various stakeholders (actors) in relation to monitoring the state of water resources. For this, information from three primary sources were collected: interviews with experts in water quality analysis laboratories; interviews with managers of water quality analysis laboratories of Bucaramanga and the metropolitan area; and a survey to a sample of companies from one of the most representative economic sectors in terms of wastewater generation, the food sector.

The analysis of the collected information allowed to identify the potential niche that will exist with the entry into force of the 0631 Resolution of 2015. This Resolution will regulate the disposal of discharges produced by 73 economic activities from large, medium, small and micro companies. This was evident because 73% of surveyed companies did not have their own laboratory or in some cases did not perform water quality analysis. In addition, the results indicate that the feasibility of creating the laboratory depends mainly on financial capital, since the laboratory must provide a complete package of certificate services that fulfill customers' expectations on quality and reliability of services.

---

\* Bachelor Thesis

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Directora: Isabel Cristina Domínguez Rivera, Ing. MSc. PhD.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años el recurso hídrico se ha visto afectado debido al mal uso del suelo, a la producción desmedida y vertimiento de aguas residuales domésticas e industriales con un alto contenido de sustancias tóxicas y sedimentos.<sup>1</sup>

En el departamento de Santander la afectación del recurso hídrico ha venido aumentando en los últimos años, debido, entre otros factores, a los vertimientos de aguas residuales sin tratamiento adecuado antes de su descarga<sup>2</sup>. Mientras la demanda de agua crece exponencialmente, la oferta y calidad son cada vez menores, por lo cual es de vital importancia la implementación de acciones para mantener cuerpos de agua que ofrezcan calidad adecuada para los diferentes usos que demandan las personas y el sostenimiento de los ecosistemas. En este sentido, los laboratorios de calidad de agua contribuyen a que las partes interesadas de los sectores público, privado y sociedad civil realicen una observación continua y detallada de la contaminación y otros factores que afectan el recurso hídrico.

El presente proyecto asume por medio de la investigación descriptiva y exploratoria el análisis del mercado de laboratorios de calidad de agua en el Área Metropolitana de Bucaramanga (AMB). El estudio busca analizar los servicios que actualmente prestan los laboratorios, el mercado específico y el mercado potencial para estos servicios. A partir de este estudio, la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander contará con una herramienta técnica que permita conocer el mercado, oferta y demanda, los laboratorios existentes, los

---

<sup>1</sup> GARCÍA, Lina. Monitoreo de la calidad del agua en cursos de agua, ríos y arroyos. Tuluá, Valle del Cauca: Series Colección Productos de Investigación. UCEVA. 2009. p. 75

<sup>2</sup> CONTRALORIA GENERAL DE SANTANDER. El manejo de las microcuencas, la calidad del agua y la prestación de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado en los municipios del departamento de Santander. 2014: p. 12. [cited 14 Agosto 2015].

servicios que no se encuentran cubiertos o actualmente están bajamente satisfechos, para de este modo conocer si existe un nicho de mercado potencial al que podría estar enfocado un laboratorio de análisis de calidad de agua.

A partir de los resultados del estudio se espera contar con elementos para decidir bien sea implementar un laboratorio de calidad de agua en la Escuela de Ingeniería Civil que ofrezca servicios de extensión o descartar esta posibilidad e implementarlo solo para fortalecer la investigación que realiza en la Escuela de Ingeniería Civil en el área de recursos hídricos y saneamiento ambiental.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la viabilidad para la creación de un laboratorio de análisis de calidad del agua, en la Escuela de Ingeniería Civil, que preste servicios a la comunidad de la ciudad de Bucaramanga y el área metropolitana.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Identificar la demanda y oferta de los laboratorios de análisis de calidad de agua, existentes en la ciudad de Bucaramanga y el área metropolitana.
- Conocer las debilidades y oportunidades existentes en el mercado para el análisis de calidad del agua, mediante el uso del método de investigación exploratoria.
- Seleccionar los laboratorios más competitivos y realizar un análisis de los factores de éxito, precios, oportunidades y nichos de mercado para la creación de un laboratorio de análisis de la calidad del agua en la Escuela de Ingeniería Civil.
- Analizar la información primaria obtenida y a partir de métodos estadísticos, obtener resultados y conclusiones sobre el estudio de mercado, que permitan determinar la viabilidad para la creación del laboratorio.

## 2. MARCO CONCEPTUAL

### 2.1 CONTAMINACIÓN POR VERTIMIENTOS

En la mayoría de procesos es empleado el agua, después de estos procesos se generan aguas residuales, que deben estudiarse debido al impacto que producen al medio ambiente. Un tipo de aguas residuales son las que produce el sector industrial, que contienen alta carga contaminante por la alta cantidad de agentes tóxicos derivados de la fabricación de los productos, y a la disolución de productos químicos en procesos como la curtición de cueros, la limpieza y recubrimiento de metales, la explotación minera y la melaza en la producción de azúcar, entre otros.<sup>3</sup>

Según el (Decreto 3930, 2010) los vertimientos se definen como descargas finales a cuerpos de agua, a alcantarillados o al suelo de elementos, sustancias o compuestos de un medio líquido. Los vertimientos están categorizados por la norma como vertimientos de tipo puntual, aquellos transportados por un medio de conducción en los que se puede identificar con exactitud el punto donde son vertidos en el cuerpo de agua; también existen vertimientos no puntuales, aquellos en los que no se puede hallar con exactitud el punto de descarga al cuerpo de agua o al suelo y son provenientes por escorrentía, aplicación de agroquímicos u otros químicos similares. Dependiendo de la actividad industrial es el nivel de carga contaminante, los vertimientos pueden ser potencialmente contaminantes a nivel de metales pesados o carga química, o pueden presentar carga orgánica y presencia de sólidos suspendidos. La alta carga orgánica es generada por la industria de las bebidas.

---

<sup>3</sup> UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA. Aguas Residuales Industriales [online]. 2009 [cited 15 Marzo 2016]. Available from: [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358022/contenidoLinea/leccin\\_9\\_aguas\\_residuales\\_industriales.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358022/contenidoLinea/leccin_9_aguas_residuales_industriales.html).

En Bucaramanga las causas de la contaminación del agua son en su mayoría debido a vertimientos domésticos e industriales. Las corrientes que presentan mayor impacto por recepción de aguas residuales se encuentran en el cauce del río Lebrija con un 77%, Chicamocha con un 4%, Sogamoso 15% y Chitaga con un 4%. En los 4 municipios del área metropolitana de Bucaramanga, existen plantas de tratamiento que disminuyen el impacto ambiental producido por los vertimientos de la industria y la comunidad, la planta de tratamiento de agua residual de Río Frio en una de las más importantes en el sector prestando el servicio a cerca de 550.000 habitantes. <sup>4</sup>

## **2.2 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA A TRAVÉS DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS**

**2.2.1 Parámetros fisicoquímicos.** Para determinar la calidad del agua ya sea para su vertimiento, tratamiento de depuración, potabilización o cualquier otro uso, es necesario determinar una serie de parámetros fisicoquímicos para evaluar si se encuentran dentro del intervalo fijado por la normatividad vigente. Los parámetros físico-químicos con los que generalmente se mide la calidad del agua son: Sólidos, Temperatura, Color, Olor, Sabor, Oxígeno Disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Aceites y Grasas, Acidez (pH), Conductividad, Metales, No Metales, Metaloides, Nitritos y Nitratos.

### **i. Sólidos**

El agua contiene partículas en suspensión y compuestos solubilizados y la suma de estos es denominada como sólidos totales (ST), este valor nos permite conocer el contenido total de sustancias no volátiles presentes en el agua. Además de los

---

<sup>4</sup> CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA. Problemática ambiental aguas residuales Bucaramanga [online]. 2009 [cited Febrero 25] Available from: <http://caracoli.cdmb.gov.co/oasp/>.

sólidos totales, también es importante conocer que parte de estos son disueltos y que parte son sedimentables. Los sólidos sedimentables se determinan por decantación y el volumen sedimentado en el fondo expresado en ml/L para tener una idea que se producirán en la decantación a gran escala.

Los sólidos sedimentables son los que causan la turbidez debido a que producen dispersión de la luz que pasa a través del agua. La turbidez es una medida importante en aguas potables pues las partículas coloidales portan gérmenes patógenos que afectan la calidad de recurso. En cursos naturales de agua la turbidez impide la penetración de la luz natural modificando la fauna la flora subacuática.<sup>5</sup>

## **ii. Temperatura**

Es importante este parámetro debido a que un aumento o disminución de la temperatura del agua cambia las características físicas de sus componentes disolviendo sólidos, disminuyendo gases. Al aumentar la temperatura se duplica su actividad biológica, pero en casos característicos de cada especie tiene efectos letales. El aumento anormal de temperatura debido a causas no climáticas es causado por vertimientos de aguas en procesos industriales, estas temperaturas son determinadas mediante mediciones en el sitio.<sup>6</sup>

## **iii. Color, olor y sabor**

Estas propiedades pueden llegar a ser determinadas por los sentidos, estos parámetros no son una medida de niveles de contaminación pero su aparición en los causes son un indicio de que la depuración del efluente no está siendo correcta. En aguas potabilizables pueden darse rechazos por parte del consumidor al detectar olores, sabores o colores que no se asocian con agua pura. Los olores

---

<sup>5</sup> AZNAR, Antonio. Determinación de los parámetros físico-químicos de calidad de las aguas. Universidad Carlos III De Madrid [online]. 9 Diciembre 2008 [cited 17 Marzo 2016]. Available from: <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-quimica/ingenieria-ambiental/otros-recursos-1/OR-F-001.pdf>

<sup>6</sup> Ibid

son producidos por sustancias volátiles o gaseosas debido a la descomposición de materia orgánica o a productos químicos contenidos en el agua.<sup>7</sup>

#### **iv. Oxígeno disuelto**

Este es un parámetro que indica la calidad del agua, este es expresado como [mg/L] de oxígeno disuelto en la muestra de agua. El valor máximo de oxígeno disuelto es un parámetro relacionado con la temperatura del agua y nos indica que tan apta es el agua para desarrollar vida en ella.<sup>8</sup>

#### **v. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)**

Es un parámetro que indica la cantidad necesaria de oxígeno, para que los microorganismos aerobios puedan oxidar metabólicamente la materia orgánica presente en la muestra de agua, hay que tener en cuenta que un bajo valor de DBO no es un indicio de bajo nivel de contaminación orgánica, pues existen sustancias difícilmente biodegradables o incluso tóxicos que inhiben el proceso biológico. Es importante conocer la carga contaminante total del efluente como Kg de DBO por día, el cual es función del caudal y el DBO5.

**DBO5:** Variación de la OD determinada al cabo de cinco días en condiciones estándar, y que nos proporciona una idea del carbono orgánico biodegradable existente en la muestra.<sup>9</sup>

#### **vi. Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

La demanda química de oxígeno consumida por los componentes orgánicos presentes en el efluente es un parámetro que determina de manera rápida todo el carbono oxidable de una muestra, siempre el valor de DQO es mayor al de DBO5, pues toda la materia oxidable químicamente ha de ser biooxidable y se puede decir que para valores de DBO5/DQO menores a 5, es un efluente

---

<sup>7</sup> Ibid

<sup>8</sup> Ibid

<sup>9</sup> Ibid

fácilmente biodegradable y para valores inferiores a 0.2, será escasamente biodegradables.<sup>10</sup>

#### **vii. Aceites y grasas**

Los aceites y las grasas generan problemas a la hora de la depuración de aguas residuales, disminuye la manejabilidad de los sólidos en suspensión impidiendo su sedimentación, también generan una película que recubre los microorganismos encargados de la biodegradación. En los vertimientos domésticos el contenido de grasas y aceite es generalmente pequeño, siendo su presencia un indicio de que existen vertimientos industriales.<sup>11</sup>

#### **viii. Acidez (pH)**

Es una medida de la concentración de iones de hidronio ( $H_3O^+$ ) en la disolución, los valores comprendidos de este parámetro están entre 1 y 14. Los valores de pH menores a 7 son aguas ácidas y favorecen a la corrosión de piezas metálicas en contacto con ellas y las que poseen valores mayores a 7 se denominan básicas y pueden producir precipitaciones de sales insolubles.<sup>12</sup>

#### **ix. Conductividad**

El agua pura se comporta como un aislante eléctrico, lo que hace que tenga la capacidad de conducir electricidad son los compuestos disueltos en ella, el resultado de sus análisis se expresa en microsiemens ( $\mu m\ cm^{-1}$ ).<sup>13</sup>

#### **x. Dureza**

Es una forma de indicar el contenido iónico del agua refiriéndolo a la concentración total de iones de calcio, magnesio, estroncio y bario. Aunque fundamentalmente se debe a los iones de calcio y magnesio. La presencia de

---

<sup>10</sup> Ibid

<sup>11</sup> Ibid

<sup>12</sup> Ibid

<sup>13</sup> Ibid

estos iones en el agua en su mayoría es de origen natural y escasamente de origen antrópico.<sup>14</sup>

**xi. Cloruro Cl<sup>-</sup> , Cloro Cl<sub>2</sub> , Hipoclorito Clo-**

La presencia de estos compuestos en la mayoría de los casos se debe a que son añadidos a dichos para procesos de desinfección y también para procesos de desalinización por aguas marinas.<sup>15</sup>

**xii. Amoniac NH<sub>3</sub> , Nitritos NO<sub>2</sub><sup>-</sup> , Nitratos NO<sub>3</sub><sup>-</sup>**

El amoniaco es uno de los compuestos formados durante la biodegradación de compuestos orgánicos nitrogenados que hacen parte de los seres vivos y que junto con el nitrógeno orgánico indican que el agua ha sido contaminada recientemente. Un contenido elevado de nitratos y bajo contenido de amonio indica un periodo extenso de contaminación.<sup>16</sup>

**xiii. Fosforo total**

Un alto contenido de fosforo y nitrógeno en el agua puede producir un crecimiento de biomasa acuática. Estos dos componentes tanto el fosforo como el nitrógeno son nutrientes fundamentales para los seres vivos.<sup>17</sup>

**xiv. Metales pesados**

Dentro de este grupo existen elementos esenciales para la vida como el hierro y otros que son altamente tóxicos como el cadmio, cromo, mercurio, plomo entre otros. Encontrar alguno de estos en el agua indica que contiene vertimientos de tipo industrial, estos interfieren en los procesos de depuración, que afectan la biodegradación.<sup>18</sup>

---

<sup>14</sup> Ibid

<sup>15</sup> Ibid

<sup>16</sup> Ibid

<sup>17</sup> Ibid

<sup>18</sup> Ibid

**2.2.2 Parámetros microbiológicos.** Los parámetros más importantes a la hora de calificar microbiológicamente la calidad del agua son aquellos que indican contaminación fecal ya que estos actúan como vehículo de microorganismos patógenos que producen enfermedades de origen hídrico como la Salmonelosis, Cólera, Hepatitis entre otras.<sup>19</sup> Los parámetros microbiológicos mínimos exigidas por la norma para su medición son las Coliformes totales, Coliformes fecales, Escherichia Coli, Enterococcus Faecalis, Pseudomonos Aeroginosa y Heterótrofos totales.

**i. Coliformes totales**

Los Coliformes totales son un grupo de bacterias que se definen mas por las pruebas utilizadas para su aislamiento que por criterios taxonómicos. Se caracterizan por su capacidad para fermentar la lactosa a temperaturas en un rango de 30° a 37° con producción de gases y ácidos en un periodo de 24 a 48 horas.

**ii. Coliformes fecales**

Es un subgrupo de Coliformes totales que además de fermentar la lactosa con producción de ácidos y gases, tiene la capacidad térmica de fermentar la lactosa a temperaturas mayor a las de los Coliformes totales en un rango entre 44° a 45°C.<sup>20</sup>

**i. Escherichia Coli**

Escherichia Coli coloniza el intestino del hombre pocas horas después del nacimiento y se considera de flora normal, pero existen grupos de E.

---

<sup>19</sup> UNIVERSIDAD AUTONOMA DE LAS AMERICAS. Coliformes totales y fecales en agua de consumo humano [online]. [cited 12 Marzo 2016]. Available from: <http://www.azc.uam.mx/cbi/quimica/microbiologia/p17.pdf>.

<sup>20</sup> UNIVERSIDAD DE SALAMANCA. Recuento de Coliformes Totales Filtración a través de membrana [online]. [cited 12 Marzo 2016]. Available from: [http://virus.usal.es/Web/demo\\_fundacua/demo2/FiltraMembColiT\\_auto.html](http://virus.usal.es/Web/demo_fundacua/demo2/FiltraMembColiT_auto.html).

Coli productora de diarrea. La bacteria se puede aislar e identificar tradicionalmente con base en sus características bioquímicas o serológicas. E. Coli como patógeno capaz de causar casos aislados o brotes de diarrea, síndrome urémico hemolítico, colitis hemorrágica y cuadros de disentería, principalmente en niños; por esto es necesario conocer mejor a la bacteria y mantener la vigilancia epidemiológica.<sup>21</sup>

## **ii. Enterococcus Faecalis**

Enterococcus faecalis es una bacteria en forma de coco dispuesta en cadenas o pares, Gram positiva, anaerobia facultativa, inmóvil y no esporulada. Una característica notable de esta especie la constituye su capacidad para sobrevivir y crecer en microambientes que pudieran ser tóxicos para otras bacterias.

El hábitat normal de estos es el tubo digestivo de animales de sangre caliente. Son indicadores de contaminación fecal, por lo que su presencia en los alimentos indica falta de higiene o defectuosas condiciones de conservación E. Faecalis puede causar infecciones comprometidas en humanos. La existencia de enterococos se potencia porque ha tenido la habilidad de adquirir resistencia a prácticamente todos los antibióticos en uso.<sup>22</sup>

## **iii. Pseudomonos Aeruginosa**

Es un microorganismo oportunista frecuentemente implicado en infecciones nosocomiales, a las que corresponden la mayoría de sus aislamientos, fundamentalmente en pacientes inmunodeprimidos, ocasionando infecciones de vías respiratorias, urinarias, osteoarticulares, oculares, óticas, cutáneas, bacteriemias, endocarditis, meníngeas, gastrointestinales.

---

<sup>21</sup> SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS DE CHILE. Requisitos para un laboratorio de aguas [online]. 1997. 58 p. [cited 15 Abril 2016]. Available from: [http://www.siss.gob.cl/577/articles-9647\\_recurso\\_1.pdf](http://www.siss.gob.cl/577/articles-9647_recurso_1.pdf).

<sup>22</sup> ibid

P. Aeruginosa es capaz de crecer en combustibles como queroseno o gasóleo, ya que es un microorganismo capaz de nutrirse a partir de hidrocarburos, causando estragos de corrosión microbiana, y creando una gelatina oscura que a veces se identifica inadecuadamente con un alga.<sup>23</sup>

#### **iv. Heterótrofos totales**

El recuento de bacterias heterótrofas es un término que se refiere al desarrollo de bacterias viables que existe naturalmente en el agua. El HPC no sólo evalúa la calidad del agua desinfectada, sino también proporciona directrices en cuanto al mantenimiento de residuos de desinfección, la detección de la ausencia de regeneración de las bacterias y la eficacia del tratamiento de agua generalmente.<sup>24</sup>

Las bacterias heterótrofas pueden estar presentes en el agua potable incluso después de que ésta ha sido tratada químicamente. A veces estos microbios pueden ser patógenos en la naturaleza, pero en la mayoría de los casos no tienen ningún efecto adverso en los seres humanos.<sup>25</sup>

### **2.3 MARCO LEGAL**

En Colombia existe una amplia normatividad, que regula la distribución del recurso hídrico y el funcionamiento de los laboratorios de análisis de calidad del agua. Dada la gran cantidad de normatividad en la materia para este proyecto se tuvieron en cuenta los decretos y resoluciones más relevantes y vigentes según la legislación colombiana, incluyendo la Norma Técnica Colombiana NTC-ISO-IEC 17025:2005. En la Tabla 1 se relaciona la normatividad para el uso del recurso

---

<sup>23</sup> Ibid

<sup>24</sup> Ibid

<sup>25</sup> Ibid

hídrico, su protección y distribución, así como la legislación que rige los laboratorios de análisis de calidad de agua.

**2.3.1 Vertimientos.** En la Tabla 1 que se muestra a continuación se resume la normatividad vigente para vertimientos en Colombia.

**Tabla 1.** *Normatividad sobre vertimientos en Colombia*

<b>NORMATIVIDAD SOBRE VERTIMIENTOS</b>
<b>RESOLUCION 0631 DE 2015</b>
<b>OBJETO</b>
Por lo cual se establece los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficial y a los sistemas de alcantarillado público. <sup>26</sup>
<b>APLICACIÓN</b>
Deberán cumplir quienes realicen vertimientos puntuales a los cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público.
<b>OBSERVACIONES</b>
En el caso particular de los alimentos y bebidas, se debe cumplir con los parámetros fisicoquímicos (ver Anexo A).
<b>DECRETO 1287 DE 2014</b>
<b>OBJETO</b>
El presente decreto tiene por objeto establecer los criterios para el uso de los biosólidos producidos a partir de lodos generados en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales. <sup>27</sup>
<b>APLICACIÓN</b>
Aplica a todas las personas prestadoras del servicio público domiciliario de alcantarillado en el componente de aplicación de tratamiento de aguas residuales municipales como productores de biosólidos así como distribuidores y a los usuarios de los mismos en el territorio nacional"
<b>OBSERVACIONES</b>
No se aplica a lodos que tengan características de peligrosidad.
<b>DECRETO 3930 DE 2010</b>

<sup>26</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE DESARROLLO Y AMBIENTE SOSTENIBLE. Resolución 0631. (17, Marzo, 2015). Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C.: Minambiente, 2015. p. 1-62.

<sup>27</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Decreto 1287. (10, Julio, 2014). Por la cual se establecen criterios para el uso de los biosólidos generados en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales. Bogotá D.C.: El Ministerio, 2015. p. 1-15.

<b>OBJETO</b>
El presente decreto establece las disposiciones relacionadas con los usos del recurso hídrico, el Ordenamiento del Recurso Hídrico y los vertimientos al recurso hídrico, al suelo y a los alcantarillados. <sup>28</sup>
<b>APLICACIÓN</b>
El presente decreto aplica a las autoridades ambientales competentes definidas en el artículo 3° del presente decreto, a los generadores de vertimientos y a los prestadores del servicio público domiciliario de alcantarillado.
<b>DECRETO 1575 DE 2007</b>
<b>OBJETO</b>
El objeto del presente decreto es establecer el sistema para la protección y control de la calidad del agua, con el fin de monitorear, prevenir y controlar los riesgos para la salud humana causados por su consumo. <sup>29</sup>
<b>APLICACIÓN</b>
Aplica a todas las personas prestadoras que suministren o distribuyan agua para consumo humano, ya sea cruda o tratada, en todo el territorio nacional, independientemente del uso que de ella se haga para otras actividades económicas, a las direcciones territoriales de salud, autoridades ambientales y sanitarias y a los usuarios.
<b>OBSERVACIONES</b>
Este decreto no establece control sobre el agua envasada.
<b>DECRETO 3100 DE 2003</b>
<b>OBJETO</b>
El presente decreto tiene por objeto reglamentar las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de vertimientos puntuales. <sup>30</sup>
<b>APLICACIÓN</b>
La autoridad Ambiental competente deberá Identificar los usuarios que realizan vertimientos en cada cuerpo de agua y que están sujetos al pago de la tasa. Para cada usuario deberá conocer, ya sea con mediciones, estimaciones presuntivas o bien mediante auto declaraciones, la concentración de cada parámetro objeto de cobro de la tasa y el caudal del efluente.
<b>OBSERVACIONES</b>
Contempla lo relacionado con el establecimiento de la tarifa mínima y su ajuste regional; define los sujetos pasivos de la tasa, los mecanismos de recaudo, fiscalización y control, y el procedimiento de reclamación.
<b>DECRETO 1594 DE 1984</b>
<b>OBJETO</b>

<sup>28</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE. Decreto 3930. (25, Octubre, 2010). 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 resultados líquidos y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogotá D.C., 2010. no. 47837. p. 1-26.

<sup>29</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Decreto 1575. (9, Mayo, 2007). Por el cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano. Bogotá D.C., 2007. p. 1-14.

<sup>30</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 3100. (30, Octubre 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. Diario Oficial. Bogotá D.C., 2003. no. 45357. p. 1-20.

Las medidas de seguridad descritas en este decreto tienen por objeto prevenir o impedir que la ocurrencia de un hecho o la existencia de una situación atenten contra la salud pública. <sup>31</sup>
<b>OBSERVACIONES</b>
Derogado por el art. 79, Decreto Nacional 3930 de 2010, salvo los arts. 20 y 21.
<b>DECRETO 1541 DE 1978</b>
<b>OBJETO</b>
Decreto tiene por finalidad reglamentar las normas relacionadas con el recurso de aguas en todos sus estados. <sup>32</sup>
<b>APLICACIÓN</b>
En el manejo y uso del recurso de agua, tanto la administración como los usuarios, sean éstos de agua o privadas, cumplirán los principios generales y las reglas establecidas por el Código Nacional de recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
<b>OBSERVACIONES</b>
Modificado por el Decreto Nacional 2858 de 1981.

**2.3.2 Laboratorios de análisis de calidad de agua.** En la Tabla 2, se observan las normas que rigen los laboratorios de análisis de calidad de agua.

**Tabla 2.** *Normatividad sobre laboratorios de análisis de calidad de agua en Colombia.*

<b>NORMATIVIDAD SOBRE LABORATORIOS DE ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA</b>	
<b>ISO 9001</b>	
<b>OBJETO</b>	<b>APLICACIÓN</b>

<sup>31</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Decreto 1594. (26, Junio, 1984). Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI- Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III- Libro I del Decreto- Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. Diario Oficial. Bogotá D.C., 1984. no. 36700. p. 1-55.

<sup>32</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Decreto 1541. (26, Julio, 1978). Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto - Luey 2811 de 1974: " De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973. Bogotá D.C., 1978. p. 1-66.

Esta Norma Internacional especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad cuando una organización necesita demostrar su capacidad para proporcionar regularmente productos que satisfagan los requisitos del cliente, los legales, reglamentarios aplicables y aspira aumentar la satisfacción del cliente a través de la aplicación eficaz del sistema, incluidos los procesos para la mejora continua del sistema y el aseguramiento de la conformidad con los requisitos del cliente, los legales y reglamentarios aplicables. <sup>33</sup>	Todos los requisitos de esta Norma internacional son genéricos y se pretende, que sean aplicables a todas las organizaciones sin importar su tipo, tamaño y producto suministrado.
<b>ISO 14001</b>	
<b>OBJETO</b>	<b>APLICACIÓN</b>
Esta norma internacional especifica los requisitos para un sistema de gestión ambiental, destinados a permitir que una organización desarrolle e implemente una política y unos objetivos que tengan en cuenta los requisitos legales y otros requisitos que la organización suscriba, y la información relativa a aspectos ambientales significativos. <sup>34</sup>	Se aplica a cualquier organización que desee establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión ambiental
<b>ISO 18001</b>	
<b>OBJETO</b>	<b>APLICACIÓN</b>
Esta norma OHSAS (Occupational Health and Safety Assessment Series) especifica los requisitos para un sistema de gestión en seguridad y salud ocupacional (S y SO), para hacer posible que una organización controle sus riesgos de S y SO y mejore su desempeño en este sentido. <sup>35</sup>	Aplicable a cualquier organización que desee establecer un sistema de gestión en seguridad y salud ocupacional (S y SO) con el fin de eliminar o minimizar los riesgos para el personal y otras partes interesadas que pueden estar expuestas a peligros de S y SO asociados con sus actividades.
<b>NTC - ISO/IEC 17025</b>	
<b>OBJETO</b>	<b>APLICACIÓN</b>
Esta norma internacional establece los requisitos generales para la competencia en la realización de ensayos y/o calibraciones, incluido el muestreo. Cubre los ensayos y las calibraciones que se realizan utilizando métodos normalizados, métodos no normalizados y métodos desarrollados por el propio laboratorio. <sup>36</sup>	Es aplicable a todos los laboratorios, independientemente de la cantidad de empleados o de la extensión del alcance de las actividades tales como el muestreo o el diseño y desarrollo de nuevos métodos.

<sup>33</sup> NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos. NTC-ISO 9001. Bogotá D.C.: El Instituto, 2008. 47 p.

<sup>34</sup> NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Sistema de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso. NTC-ISO 14001. Bogotá D.C.: El Instituto, 2004. 39 p.

<sup>35</sup> NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Sistema de gestión en seguridad y salud ocupacional. Requisitos. OHSAS 18001. Bogotá D.C.: El Instituto, 2007. 35 p.

<sup>36</sup> NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. NTC-ISO/IEC 17025. Bogotá D.C.: El Instituto, 2005. 49 p.

### **2.3.3 Certificaciones voluntarias para un laboratorio de análisis de calidad de agua.**

#### **i. Certificado por el Instituto Nacional de Salud (INS)**

El Artículo 27 del Decreto 1575 de 2007 establece, que los análisis físico-químicos y microbiológicos del agua para el consumo humano, deben ser efectuados solo por laboratorios autorizados por el Ministerio de Protección Social, hoy Ministerio de Salud y Protección Social.

Los laboratorios deberán cumplir como mínimo con requisitos como infraestructura, dotación, equipos, elementos de laboratorio necesarios para realizar los análisis, contar con personal competente en esta actividad, participar en el Programa Interlaboratorio de Control de Calidad del Agua Potable(PICCAP) e implementar un sistema de gestión de calidad.<sup>37</sup>

#### **ii. Bureau veritas**

Fundada en 1828, Bureau Veritas es líder mundial en servicio de ensayo, inspección y certificaciones, entregando servicio de alta calidad para apoyar a los clientes a cumplir con los crecientes desafíos de calidad, protección del medio ambiente y responsabilidad social. Los clientes de Bureau Veritas aseguran una ventaja competitiva a través de las certificaciones otorgadas.<sup>38</sup>

### **2.4 Laboratorios de análisis de calidad de agua.**

*“Un laboratorio es un lugar físico que se encuentra especialmente equipado con diversos instrumentos y elementos de medida o equipo, en orden a satisfacer las demandas y necesidades de experimentos o investigaciones e su ámbito de interés. Es muy común que las instituciones académicas cuenten con laboratorios*

---

<sup>37</sup> LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD SIAMA. Certificaciones [online]. 2013 [cited 14 Marzo 2016]. Available from: <http://www.siamaltda.com/index.php/features/certificaciones.html>.

<sup>38</sup> BUREAU VERITAS. Certificaciones [online]. 2012. [cited 16 Abril 2016]. Available from: <http://www.bureauveritas.com.co/home/our-services/certification/>.

*donde se dicten clases prácticas u otros trabajos relacionados exclusivamente con un fin educativo”*.<sup>39</sup>

Todos los laboratorios de análisis de calidad del agua están regidos por la Norma Técnica Colombiana (NTC-ISO/IEC 17025, 2005) que contiene los requisitos que el laboratorio debe cumplir para demostrar su competencia técnica y asegurar la validez de sus resultados.

Dentro de dichos requisitos técnicos se tienen:

- Generalidades
- Personal
- Instalaciones y condiciones ambientales
- Métodos de ensayo y de calibración y validación de los métodos
- Equipos
- Trazabilidad de las mediciones
- Muestreo
- Manipulación de los ítems de ensayo y calibración
- Aseguramiento de calidad de los resultados de ensayo y de calibración
- Informe de resultado.<sup>40</sup>

Los requisitos de la norma implican la elaboración de: un manual de calidad, política de gestión y técnicas, incluida una política de calidad, procedimientos de gestión y técnicos, generación de evidencia objetiva y su implementación y registros de gestión y técnicos.<sup>41</sup>

---

<sup>39</sup> DEFINICIONES ABC. Definición de laboratorio [online]. 2006. [cited 8 Enero 2016]. Available from: <http://www.definicionabc.com/ciencia/laboratorio.php>.

<sup>40</sup> INSTITUTO NACIONAL DE SALUD. Generalidades de la norma NTC-ISO-IEC 17025 [online]. 2013 [cited 10 Febrero 2016]. 29 p.

<sup>41</sup> Ibid

El objetivo principal de un laboratorio de análisis de calidad de agua, es obtener resultados de calidad y suficientemente buenos para el fin que va a ser usado. Es por eso que no solamente el laboratorio debe obtener el resultado justo sino también poder demostrarlo, y tener la documentación de apoyo.

## **2.4 ESTUDIO DE MERCADO**

Actualmente en las empresas tener información sobre el cliente y los consumidores da un elemento diferenciador en el mercado ya que a través de la tecnología y el conocimiento se puede desarrollar o introducir nuevos productos y servicios dirigidos a satisfacer necesidades.

Por tal razón, desarrollar una investigación de mercados es primordial, debido a que permite formular y responder una serie de preguntas sobre las empresas, lo que brinda la posibilidad de permanecer actualizados en procesos y servicios que tienen las mismas.<sup>42</sup>

Según Jorge Eliecer Prieto, los estudios de mercado tienen tres objetivos básicos (Social, económico y administrativo).

El objetivo social tiene como propósito es recopilar, organizar y procesar la información obtenida en la investigación de mercados teniendo como actores principales a los consumidores, productores, productos y servicios que una compañía ofrece en el mercado, para conocer lo que los clientes piensan y sienten en relación con sus expectativas y necesidades.

---

<sup>42</sup> PRIETO, Jorge. Investigación de mercados. 2013: Ecoe Ediciones. 180 p.

El objetivo económico, la investigación sirve para aclarar las alternativas de beneficio, utilidad o rentabilidad económica que obtendría la compañía en el sector donde desarrolla su actividad comercial.

El objetivo administrativo, la empresa utiliza la investigación de mercados como instrumento de planeación, ejecución y control para facilitar la toma de decisiones gerenciales con base en los que necesitan, esperan y desean los consumidores y clientes”.<sup>43</sup>

La importancia de los estudios de mercado radica en que estos suministran información exacta que ayuda a disminuir la incertidumbre en la toma de decisiones porque se pasa de un enfoque intuitivo y subjetivo a uno sistemático y objetivo.<sup>44</sup>

Para la realización de este proyecto se debe contar con un conocimiento alto de los laboratorios más importantes en el AMB, los servicios que prestan, su posición frente a la competencia, el mercado objetivo de ellos, los canales de comercialización de los productos utilizados por ellos tanto internamente como externamente y principalmente identificar las fortalezas y debilidades que tienen.

---

<sup>43</sup> DEFINICIONES ABC. Definición de laboratorio [online]. 2006. [cited 8 Enero 2016]. Available from: <http://www.definicionabc.com/ciencia/laboratorio.php>.

<sup>44</sup> PRIETO, Jorge. Investigación de mercados. 2013: Ecoe Ediciones. 180 p.

### 3. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS PARA MEDIR LA CALIDAD DEL AGUA

Típicamente, la calidad del agua es determinada por la comparación de las características físicas y químicas de una muestra de agua con directrices o estándares de calidad de agua<sup>45</sup>. En Colombia, los ensayos físico-químicos están destinados a la determinación de los parámetros físicos y químicos contenidos en las norma colombiana de agua potable y aguas residuales, formando parte de estas las aguas servidas y los residuos industriales líquidos.<sup>46</sup>

Los ensayos microbiológicos están orientados a la determinación de los microorganismos presentes en una muestra de agua. En la Tabla 4 se pueden observar los análisis físico-químicos y microbiológicos clásicos que se pueden realizar en un laboratorio de análisis de calidad de agua, la información relacionada en la Tabla 4 fue tomada del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), también apoyada en la página Web de uno de los laboratorios más importantes de la ciudad y que hizo parte del estudio de mercado.

**Tabla 3.** *Análisis físico-químicos y microbiológicos, que se realizan normalmente en un laboratorio de análisis de calidad de agua.*

MATRIZ: Agua				
PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS				
PARÁMETRO	TÉCNICA	MÉTODO	EQUIPO	PRECIO ESTIMADO <sup>47</sup>

<sup>45</sup> CARR, Geneviève y NEARY, James. Water Quality for Ecosystem and Human Health. United Nations Environment Programme Global Environment MONitoring System (GEMS) Water Programme. 2008, vol. 2, Burlington, Ontario, Canadá. [cited 1 abril 2016], p. 11. Available from internet: [http://www.unep.org/gemswater/Portals/24154/digital\\_atlas/digital\\_atlas.pdf](http://www.unep.org/gemswater/Portals/24154/digital_atlas/digital_atlas.pdf).

<sup>46</sup> SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS DE CHILE. Requisistos para un laboratorio de aguas [online]. 1997. 58 p. [cited 15 Abril 2016]. Available from: [http://www.siss.gob.cl/577/articles-9647\\_recurso\\_1.pdf](http://www.siss.gob.cl/577/articles-9647_recurso_1.pdf).

<sup>47</sup> Precios estimados. Disponibles página CDMB.

Demanda Bioquímica de Oxígeno "DBO5"	Incubación cinco días	Standard Methods 5210B Potenciométrico	Medidor de Oxígeno YSI52 , Incubadora (sargent)	\$ 55,000.00
Demanda Química de Oxígeno "DQO"	Reflujo cerrado	Standard Methods 5220D	Termoreactor para DQO, Microdigestor	\$ 55,000.00
Sólidos Suspendidos totales "SST"	Gravimétrica	Standard Methods 2540 D	Filtros de fibra de vidrio 4,7 cm de diámetro.	\$ 28,500.00
Grasas y Aceites	Extracción Soxhlet	Standard Methods 5520 D	Extractor Soxhlet BÜCHI B-810, Bomba de vacío, Cabina extractora de vapores orgánicos, Rotavapor, Desecador grande	\$ 60,000.00
pH	Potenciométrica	Standard Methods 4500- H+ B	pH-metro	\$ 5,700.00
Temperatura	Electrométrico	Standard Methods 2550 B		
Fenoles	Colorimétrica	Standard Methods 5530 B, D	Aparato de destilación, Espectrofotómetro 460 nm	\$ 70,000.00
Sólidos totales	Gravimétrica	Standard Methods 2540B	Baño María. Marca Precision Scientific Modelo 66738.	\$ 18,500.00
Nitritos	Colorimétrica	Standard Methods 4500-NO2-B	Espectrofotometro 220nm - 275nm	\$ 12,000.00
Nitratos	Colorimétrica	Método del Salicilato Sódico	Espectrofotometro 425 nm	\$ 25,000.00
Cloruros	Argentometrico	Standard Methods 4500 B	Material de uso corriente de laboratorio	\$ 16,000.00
Dureza total	Volumétrico	Standard Methods 2340 C	Material de uso corriente de laboratorio	\$ 20,000.00
Sulfatos	Turbidimétrico	Standard Methods 4500 E	Horno temperatura 1000 °C	\$ 20,000.00
Dureza cálcica	Volumétrico	Standard Methods 3500 B	Material de uso corriente de laboratorio	\$ 20,000.00
Ortofosfatos	Colorimétrico	Standard Methods 4500 D	Espectrofotometro UV-VIS	\$ 15,000.00

Conductividad	Potenciométrico	Standard Methods 2510 B	Conductivimétrico	\$ 9,000.00
Turbiedad	Turbidimétrico	Standard Methods 2130 B	Turbidimetro	\$ 7,980.00
Alcalinidad	Titrimétrico	Standard Methods 2320 B	Potenciometro	\$ 15,000.00
Acidez	Titrimétrico	Standard Methods 2310 B	pH-metro	\$ 15,000.00
Sólidos Sedimentables	Gravimétrico	Standard Methods 2540 F	Horno digital, Balanza analítica, Bomba de vacío.	\$ 11,500.00
Caudal	volumétrico	Volumétrico	Caudalimetro	

**Tabla 4 (Continuación).** *Análisis físico-químicos y microbiológicos, que se realizan normalmente en un laboratorio de análisis de calidad de agua.*

MATRIZ: Agua		
PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS		
Agua potable y aguas cloradas		
PARÁMETRO	MÉTODO	EQUIPO
Bacterias mesófilas aeróbicas	Filtración por membrana - Siembra en superficie	Pipetas de 1,1 y 11 mL, Botellas de dilución (180 mL) con tapas de rosca, Mechero de Bunsen, Placas de Petri 100 * 15 mm, de vidrio o plástico, Baño termoregulado ( 45 ± 1°C), Estufa de incubación 32 o 35 ± 1°C), Contador de colonias, tipo Québec, de campo oscuro.
Coliformes totales/fecales	Presencia/ausencia	Incubadora, Balanza, Plancha, Bomba de vacío, Equipo completo de filtración por membrana que incluye: Bomba de vacío (115/60), soporte para embudo, embudo, portafiltros, trampas para vacío y base manifold de 6 puestos.
Coliformes totales	Filtración por membrana	
Coliformes fecales	Filtración por membrana	
Escherichia Coli	Filtración por membrana	
Enterococcus faecalis	Filtración por membrana	
Staphylococcus aureus	Siembra en superficie	
Pseudomonas aeruginosa	Filtración por membrana	
Mohos y levaduras	Siembra en superficie	
Coliformes totales	Sustrato enzimático - Tubo Fermentación múltiple (NMP)	Incubadora, Balanza, Plancha, Bomba de vacío, Equipo completo de filtración por membrana que incluye: Bomba de vacío (115/60), soporte para embudo, embudo, portafiltros, trampas para vacío y base manifold de 6 puestos.
Coliformes fecales	Sustrato enzimático - Tubo fermentación múltiple (NMP)	
Escherichia coli	Sustrato enzimático - Tubo Fermentación múltiple (NMP)	
Enterococcus faecalis	Sustrato enzimático – Tubo fermentación múltiple (NMP)	
Pseudomonas aeruginosa	Filtración por membrana y Tubo Fermentación múltiple (NMP)	

Heterótrofos totales	Filtración por membrana	
Hongos y levaduras	Siembra en superficie	

## 4. DISEÑO METODOLÓGICO

La metodología de este proyecto consta de cuatro temas que permiten hacer la descripción y el análisis de los métodos y procesos empleados en este estudio de mercado, para determinar la viabilidad de la creación de un laboratorio de análisis de calidad de agua en la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander. El primero es la segmentación del mercado y a partir de este se desprenden los tres temas siguientes: consulta a expertos en laboratorios de análisis de calidad de agua, entrevistas a laboratorios de análisis de calidad de agua en Bucaramanga y el Área Metropolitana y encuestas a empresas comerciales e industriales potenciales generadoras de vertimientos.

### 4.1 SEGMENTACIÓN DEL MERCADO

La segmentación del mercado es el proceso de dividir el mercado potencial heterogéneo, en grupos de personas que tienden a ser homogéneos en características, comportamientos y necesidades, que permiten desarrollar estrategias especializadas de mercadeo.<sup>48</sup>

Para este proyecto el mercado fue segmentado en tres grupos diferentes:

- i. Personas expertas en todos los temas relacionados con laboratorios de análisis de calidad de agua, equipos utilizados, tipos de pruebas, mercado, demanda y oferta de servicios en el Área Metropolitana de Bucaramanga.
- ii. Laboratorios existentes, teniendo en cuenta los principales laboratorios, aquellos que se encontraran certificados y que cumplieran con la mayoría de requisitos exigidos por las autoridades ambientales estatales y que

---

<sup>48</sup> DEFINICIONES ABC. Definición de laboratorio [online]. 2006. [cited 8 Enero 2016]. Available from: <http://www.definicionabc.com/ciencia/laboratorio.php>.

satisfagan mayormente a las empresas a las cuales les prestan los servicios y estaban dentro de los sectores económicos escogidos como muestra.

- iii. Empresas comerciales e industriales potenciales generadoras de vertimientos en el Área Metropolitana de Bucaramanga, y que hacen parte de los sectores productivos más grandes de la ciudad.

El diseño metodológico del proyecto se fundamentó en el libro de los autores Hair, Bush y Ortinau, titulado: *Investigación de mercados*. Este diseño está subdividido en dos métodos de investigación el primero el método de investigación cualitativa, que fue utilizado en la recopilación de información de los expertos en temas de laboratorios de análisis de calidad del agua. El segundo el método de investigación descriptiva por encuestas utilizado para recopilar la información de las empresas y de los laboratorios existentes, en Bucaramanga y su Área Metropolitana.

## **4.2 CONSULTA A EXPERTOS EN LABORATORIOS DE ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA**

En este proyecto se tomó como muestra un total de cinco expertos que comprendieron biólogos, bacteriólogos, ingenieros químicos entre otros. Estas personas fueron contactadas a través del **muestreo bola de nieve**, que es un tipo de muestreo no probabilístico, es decir, en este tipo de muestreo las fórmulas de tamaño muestral no se pueden emplear.<sup>49</sup> A través de este muestreo se identificó subjetivamente un entrevistado con conocimientos sobre los laboratorios de calidad de agua y empresas potencialmente interesadas en este tipo de servicios, que a su vez referenció personas adicionales para incluirlas en el estudio.

---

<sup>49</sup> PRIETO, Jorge. Investigación de mercados. 2013: Ecoe Ediciones. 180 p.

El objetivo de estas entrevistas con expertos fue el de tener un reconocimiento preliminar de la situación actual de los laboratorios de calidad del agua existentes, así como de las empresas que requieren servicios por parte de ellos, en el Anexo B se puede observar el formato de entrevista y el tipo de preguntas que se usaron. El análisis de los datos obtenidos en esta entrevista fue de carácter interpretativo, buscando sobre todo identificar problemas y oportunidades del negocio de los laboratorios de análisis de calidad de agua.

#### **4.3 ENTREVISTAS A LABORATORIOS DE ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA DE BUCARAMANGA Y EL ÁREA METROPOLITANA**

Para las entrevistas con los laboratorios se tomó como muestra un total de tres laboratorios. En Bucaramanga y el Área Metropolitana se identificaron dieciocho laboratorios que prestan los servicios de análisis de calidad de agua. De esos dieciocho, quince se encuentran acreditados o en proceso de acreditación, y de esos quince solo tres aceptaron participar en esta investigación. Las características de estos laboratorios se describen a continuación:

El laboratorio “A” es un laboratorio privado que presta servicios a empresas públicas y privadas, que cuenta con el paquete más completo de análisis y que además posee la mayor parte de análisis acreditados en comparación con los demás laboratorios. Este laboratorio ofrece sus servicios desde la toma de la muestra.

El laboratorio “B” es un laboratorio de tipo mixto (es decir que su capital está representado por acciones del sector público y privado). Este laboratorio, cuenta con más de 37 años de servicio y es el primer laboratorio acreditado con la NTC/ISO/IEC 17025, en la ciudad de Bucaramanga. Este laboratorio hace análisis exclusivamente para su empresa, pero si alguna empresa o particular requiere de

sus servicios, siempre y cuando cuenten con disponibilidad de tiempo y recurso realizan los análisis. Además de esto el usuario debe llevar las muestras al laboratorio debido a que ellos no realizan toma de muestras.

El laboratorio “C” es un laboratorio privado, de alto prestigio, que solo presta el servicio a su empresa, no trabaja para particulares u otros, sus análisis se encuentran acreditados y es uno de los laboratorios que más se acogen a la normatividad actual debido a la importancia de los productos que producen.

Las entrevistas a los laboratorios buscaban documentar las condiciones de laboratorios que realizan análisis de calidad de agua en Bucaramanga y el Área Metropolitana. Para estas entrevistas se utilizaron formatos semiestructurados con el fin de que los datos que se obtuvieran fueran concretos y para que el entrevistado tuviera claridad en la respuesta que se le estaba solicitando.

También se hicieron preguntas dicotómicas de selección única, preguntas cerradas y abiertas, de respuesta múltiple, preguntas con escalas unipolares, escalas de satisfacción, escalas de intención y escalas de acuerdo.

Las entrevistas a los laboratorios fueron presenciales, y la recolección de la información se hizo de modo escrito en un formato impreso para cada uno de los laboratorios (ver Anexo C). Para el análisis de los datos de estas entrevistas se organizó en un archivo de Excel la información de las respuestas dadas en las tres entrevistas, debido a que algunas respuestas fueron audio-grabadas y otras escritas; después de organizada la información de los tres laboratorios, se procedió a escribir los resultados en modo de fracciones agrupando temas e ideas comunes que contribuyeran a alcanzar los objetivos planteados.

#### 4.4 ENCUESTA A EMPRESAS COMERCIALES E INDUSTRIALES POTENCIALES GENERADORAS DE VERTIMIENTOS

De acuerdo con la Cámara de Comercio, en Bucaramanga la participación en la industria por parte de los diferentes sectores se distribuye de la siguiente manera: alimentos (22%), calzado (17%), confecciones (16%), metales (8%), instalación de maquinaria (8%) y otros sectores (29%).<sup>50</sup>

Como consecuencia de su operación, las empresas producen residuos líquidos. La Tabla 4 sintetiza los insumos, productos y residuos por actividad para los sectores mayoritarios en Bucaramanga.

**Tabla 5.** *Actividades económicas pertenecientes al estudio de mercado.*

DESCRIPCIÓN	INSUMOS	PRODUCTOS	RESIDUOS LIQUIDOS
PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS			
Las empresas productoras de alimentos son el sector más grande y con mayor impacto en el área metropolitana de Bucaramanga, está conformado por un gran número de empresas productoras de: bebidas, harinas, lácteos, chocolates, licores, aceites, alimentos precocidos, entre otras. También existen otras empresas como panaderías, pastelerías y restaurantes, que son de menor tamaño con respecto a las fábricas pero que cubren un espacio importante dentro de este sector económico porque hay un número altamente considerable dentro de la ciudad. En la figura 3, se muestra el proceso de alimentos en todas sus fases,	Carbohidratos	Concentrados	Ácidos
	Aditivos	Lácteos derivados y	Álcalis
	Ácidos orgánicos	Productos procesados	Grasas
	Grasas	Jugos y bebidas	Aceites
	Aceites	Dulces	Disolventes no halogenados
	Minerales	Precocidos	Biocidas
	Proteínas		Sólidos suspendidos

<sup>50</sup> CÁMARA DE COMERCIO DE BUCARAMANGA. Constitución de empresas 2014 Observatorio de competitividad [online]. 2015 [cited 28 Enero 2016].

con sus respectivas insumos, actividades y residuos producidos.			
<b>FABRICACIÓN DE ZAPATOS Y MARROQUINERÍA</b>			
Santander, es reconocido a nivel nacional e internacional por ser el productor más grande del país, por ello este sector económico es de gran importancia, pero no solo el calzado hace parte de este grupo también las fábricas textiles y de hilos, fábricas de marroquinería y todo tipo de accesorios y artículos de cuero.	Cueros	Cueros	Residuos de tintas
	Pegantes	Artículos en cuero	Residuos de cola y pegantes
	Tintas Hilos	Calzado	Ácidos
	Espumas		Álcalis
			Salmuera
			Desechos y disolventes halogenados
<b>FABRICACIÓN DE PRODUCTOS FARMACEUTICOS Y QUÍMICOS</b>			
Este grupo está conformado por las empresas productoras de sustancias químicas, productos de aseo, pegantes, cauchos, disolventes y también empresas productoras de fármacos.	Grasas	Jabones de tocador	Álcalis
	Álcalis	Detergentes	Ácidos
	Sales		Grasas
	Esencias		Sólidos suspendidos
	Tinturas		
<b>FABRICACIÓN DE PLASTICO Y PAPEL</b>			
Esta actividad económica incluye las empresas de productos como bolsas, empaques, cauchos también de tubos de plástico y todo tipo de papelería.	Resinas	Artículos de plástico	Ácidos
	Celulosa	Bolsas	Álcalis
	Furfural	Papel	Productos halogenados
	Nylon	Artículos de papel	Sales de Plomo
	Polímeros		

Nota: Fuente autor. Adaptado de<sup>51</sup>.

<sup>51</sup> CARRILLO, Lisbert Carolina y GUALDRÓN, Mauricio Alonso. Recopilación, evaluación y análisis de la información para el programa de control de vertimientos industriales con descarga al alcantarillado para el municipio de Bucaramanga. Trabajo de grado Ingeniero Sanitario y

A partir de datos proporcionadas por la Cámara de Comercio de Bucaramanga y el AMB, se identificaron 198 empresas potencialmente generadoras de vertimientos en la región, clasificadas por actividad económica de acuerdo con la Clasificación Industrial Internacional Uniforme CIIU de la Cámara de Comercio de Bucaramanga, así: 114 empresas del sector alimentos, 57 empresas del sector calzado y textiles, 14 del sector productos farmacéuticos y 13 empresas del sector plástico y papel.

Luego de la clasificación por sector, se realizó una división para clasificar empresas según su tamaño, para obtener una muestra representativa por cada actividad económica. La división se realizó de acuerdo con los criterios estipulados por la Cámara de Comercio que divide las empresas en: microempresas, pequeñas empresas, medianas empresas y grandes empresas. Existen dos características para determinar esta clasificación, la primera es el tamaño según el número de empleados y la segunda es según sus activos totales en salarios mínimos mensuales vigentes.<sup>52</sup>

En la Tabla 5, se muestra con claridad dicha clasificación.

**Tabla 6.** *Tamaño de empresa.*<sup>53</sup>

MICROEMPRESA	PEQUEÑA EMPRESA	MEDIANA EMPRESA
Planta de personal no superior a los diez (10) trabajadores	Planta de personal entre once (11) y cincuenta (50) trabajadores.	Planta de personal entre cincuenta y uno (51) y doscientos (200) trabajadores.

---

Ambiental. Universidad Pontificia Bolivariana. Facultad de Ingeniería Ambiental. Escuela de Ingenierías y Administración, 2008. 104 p.

<sup>52</sup> MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO. Definición Tamaño Empresarial Micro, Pequeña, Mediana o Grande [online]. 2012 [cited 28 Enero 2016] Available from: <http://www.mincit.gov.co/mipymes/publicaciones.php?id=2761>.

<sup>53</sup> Ibid

Activos totales excluida la vivienda por valor inferior a quinientos (500) SMMLV.	Activos totales por valor entre quinientos uno (501) y menos de cinco mil (5.000) SMMLV.	Activos totales por valor entre cinco mil uno (5.001) a treinta mil (30.000) SMMLV.
---	--	---

Nota. Recuperado de definición tamaño empresarial micro, pequeña, mediana o grande.

Para este proyecto la clasificación escogida fue por número de empleados como característica determinante para conocer el tamaño de la empresa, debido a que en la base de datos que se adquirió solo se contaba con el número de empleados por empresa. En la Tabla 6, se pueden observar el total de empresas por sector económico con su correspondiente subdivisión en grande, mediana, pequeña y micro empresa.

**Tabla 7.** *Empresas de los cuatro sectores económicos en estudio.*

Tipo de empresa	Número de empleados	Alimentos	Calzado y textiles	Farma-céuticos	Plástico y papel	Total
<b>GRANDE</b>	Mayor a 200	20	0	0	0	20
<b>MEDIANA</b>	de 51 a 200	23	1	1	1	26
<b>PEQUEÑA</b>	de 11 a 50	41	32	6	4	83
<b>MICROEMPRESA</b>	de 1 a 10	30	24	7	8	69
<b>Total</b>		114	57	14	13	198

Teniendo la clasificación según el tamaño de las empresas se procedió a verificar que estas 198 empresas preseleccionadas generaran vertimientos, con la información de la base de datos se verificó la actividad económica de la empresa y si dicha actividad genera o no vertimientos. Esta verificación se realizó por llamadas telefónicas a cada uno de las empresas de los cuatro sectores económicos elegidos para este proyecto. Al realizar esta consulta se encontró que: las empresas de calzado y textiles no generan vertimientos en el AMB debido a que las materias primas utilizadas por estas empresas son traídas de otras

ciudades y en la ciudad de Bucaramanga solo se realiza el ensamblaje de calzado. A demás, de que la mayor parte de las zapaterías trabajan con productos sintéticos importados. Por otra parte, las empresas que trabajan con marroquinería y zapatos en cuero no producen sus materias primas en la ciudad, estas son importadas o adquiridas a empresas dedicadas al curtido de cueros, con sede en otros lugares de Colombia, lo que hizo concluir que las empresas de zapatería, marroquinería y textiles, no generan vertimientos a la red de alcantarillado de la ciudad de Bucaramanga.

Con respecto a la industria de las farmacéuticas y químicos, Bucaramanga y su Área Metropolitana no es representativa a nivel nacional. De acuerdo a la ubicación geográfica, los laboratorios farmacéuticos se encuentran principalmente en Bogotá, (64.7%) seguido por Cali (9.6%), Medellín (8.4%) y Barranquilla (6.1%).<sup>54</sup>

En la producción de papel sobresalen empresas por su nivel de activos: Cartón Colombia, Colombiana Kimberly, Propal, Productos Familia, Cartones América y Papeles Nacionales. Estas empresas se encuentran en el Valle del Cauca, Antioquia, Bogotá y Barranquilla, es decir, fuera del AMB, razón por la cual no son de interés para este estudio.<sup>55</sup>

En contraste las empresas de alimentos son importantes para la economía de Bucaramanga, el Área Metropolitana y el departamento. Existe un gran número de plantas productoras de alimentos para el consumo humano, de igual manera de alimentos y productos para el consumo animal. Así mismo, las empresas de

---

<sup>54</sup> ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ. Sector farmacia [ONLINE]. 2009 [cited 2 Marzo 2016]. p.4. Available from: <http://ubikate.gov.co/sites/default/files/farmacia.pdf>

<sup>55</sup> DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Pulpa, papel e industria gráfica [online]. 2005 [cited 2 Marzo 2016]. Available from: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Empresarial/Imprenta.pdf>

alimentos producen vertimientos cuyo volumen y características hace necesario su control (ver Tabla 7).

**Tabla 8.** *Características principales de las aguas residuales provenientes de ciertas industrias de alimentos.*<sup>56</sup>

INDUSTRIA	ORIGEN DE LOS VERTIDOS MAS IMPORTANTES	CARACTERISTICAS MAS IMPORTANTES
Alimentos enlatados	Preparación, selección, extracción del jugo y tratamiento de las frutas vegetales.	Gran contenido de sólidos suspendidos, materia orgánica disuelta y coloidal.
Productos de la leche	Dilución de la leche. Leche concentrada. Mantequilla y suero.	Alto contenido en materia orgánica disuelta, principalmente proteínas, grasas y lactosa.
Bebidas fermentadas y destiladas	Maceración y prensado de grano, residuo de la destilación del alcohol, condensado de la evaporación de restos.	Gran contenido de sólidos orgánicos disueltos que contienen nitrógeno y almidones fermentados o subproductos.
Productos de carne y pollo	Limpieza de Corrales, sacrificio de animales, aprovechamiento de huesos y grasas, residuos de los condensadores, grasas y agua de lavado, desperdicio de los pollos.	Gran contenido de materia orgánica disuelta y en suspensión, sangre, proteína y grasa.
Estabulación de animales	Excrementos.	Gran contenido de materia orgánica, DBO.
Azúcar de remolacha	Aguas de transporte, tamizado y extracción. Drenaje de los lodos cálcicos, condensado del evaporador, jugo y azúcar	Gran contenido de material disuelto y en suspensión. Azúcar y proteína.

<sup>56</sup> UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA. Tratamiento de Aguas Residuales Industriales [online]. 1996 [cited 30 Marzo 2016]. Available from: [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301332/contLinea/leccin\\_4\\_caractersticas\\_de\\_las\\_aguas\\_residuales\\_procedentes\\_de\\_empresas\\_de\\_alimentos.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301332/contLinea/leccin_4_caractersticas_de_las_aguas_residuales_procedentes_de_empresas_de_alimentos.html).

	extraída.	
Levaduras	Residuos de filtración de levaduras.	Alto contenido de sólidos principalmente orgánicos y DBO.
Conservas en medio ácido	Agua con calcio, salmuera, alumbre y ácido turmérico, siropes. Semillas y trozos de pepino.	pH variable, alto contenido de sólidos suspendidos, color y materia orgánica.
Café	Despulpado y fermentación del grano de café.	Alto DBO y de sólidos suspendidos.
Pesca	Desechos de la centrífuga, pesca prensada, evaporación y otras aguas de lavado.	Muy alto DBO, sólidos totales y orgánicos y olor.
Arroz	Remojo, cocido y lavado de arroz.	Alto DBO, sólidos totales y en suspensión, principalmente almidón.
Bebidas suaves	Lavado de botellas, limpieza del suelo y equipos, drenaje de los tanques de almacenamiento de los jarabes.	Alto pH, sólidos en suspensión y DBO.
Panadería	Lavado y engrasado de depósitos, lavado de suelos.	DBO alto, grasas, lavados de suelos, azúcares, harina, detergentes.
Producción de agua	Lavado de filtros, lodos con calcio, carbonatos, salmueras, lodos con sulfatos.	Sólidos minerales y en suspensión.

Nota. Recuperado de Tratamiento de aguas residuales. UNISUR.

La industria de alimentos en el departamento de Santander ocupa un porcentaje de 22%, superando a cualquier otro sector económico como calzado, confecciones o farmacéuticos y químicos. Por lo tanto, estas empresas son un sector importante para esta investigación de mercados. De esta forma, se decidió descartar las empresas de calzado y textiles, farmacéuticos y químicos y papel, para trabajar únicamente con la industria de alimentos que es la actividad económica de 114 empresas entre las 198 incluidas en las dos bases de datos proporcionadas por la cámara de comercio y el AMB.

Una vez identificado el sector de alimentos como el clave para este estudio, se elaboró una encuesta de veintidós preguntas (ver Anexo D) para conocer a fondo las necesidades que en materia de análisis de calidad de agua tienen las empresas; también para medir el nivel de conocimiento de la legislación actual y la entrada en vigencia de la Resolución 0631 de 2015 sobre vertimientos y su disposición final.

Para esto se optó por contactar vía correo electrónico a cada una de las empresas. Como primera medida se les dio a conocer las características del estudio, además se les solicitó consentimiento para realizar la encuesta a la persona responsable del tema y que pudiera aportar la información necesaria para el estudio y los intereses de la encuesta.

Seguido de la identificación de la persona encargada de estos temas, se procedió a enviar a su correo electrónico la encuesta y así a cada una de las empresas de alimentos, esperando respuesta de las empresas encuestadas, con éxito en algunos casos pero de forma deficiente en la mayoría de casos. Al cubrir vía telefónica las 114 empresas de la industria de alimentos se enviaron las encuestas de manera masiva a los correos proporcionados por las bases de datos de la Cámara de Comercio y el AMB. Con esta nueva estrategia, los resultados fueron insatisfactorios ya que muy pocas empresas dieron respuesta a la encuesta y algunos de los correos proporcionados por la base de datos eran errados. Se decidió entonces realizar la encuesta de manera física, llevándolas a las empresas faltantes por respuesta. Se dejaban las encuestas impresas con el encargado para que se tomara el tiempo suficiente para responder de manera tranquila y proporcionara respuestas verídicas. Seguido a esto, se recolectaron las respuestas. De 114 encuestas entregadas a través de las diferentes estrategias descritas, se recogieron 35 encuestas diligenciadas, de las cuales 26 estuvieron completas y correspondían a empresas generadoras de vertimientos. Cabe aclarar que en algunos casos las encuestas repartidas en las empresas no fueron respondidas debido a políticas internas de las empresas.

Después de tener la información de las 26 empresas generadoras de vertimientos con formularios completos, se prosiguió a tabular todos los datos que se recogieron en las encuestas y de hizo una verificación de las respuestas analizando que fueran coherentes y que correspondieran a la información que se estaba preguntando.

Teniendo el archivo de Excel con toda la información tabulada se procedió a mostrar los resultados traducidos en gráficos, que ayudaron a observar el resultado preliminar del estudio de mercado. Luego de tener estos resultados las preguntas se agruparon de forma que un ítem global contenga la información de varias preguntas relacionadas entre sí y así se escribió el análisis y la discusión de los resultados obtenidos.

## 5. ANÁLISIS Y RESULTADOS

### 5.1 EXPERTOS EN LABORATORIOS DE ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA

Las entrevistas con expertos aportaron información que se agrupó en temas como: i) Demanda y oferta en Bucaramanga y el Área Metropolitana, ii) Capacidad de respuestas y eficiencia de los laboratorios acreditados, iii) Aspectos importantes para el buen desempeño de un laboratorio, iv) Relación costo/beneficio cuando se contrata un laboratorio, v) Portafolio de servicios de un laboratorio de análisis de calidad de agua y vi) La Resolución 0631 de 2015, influencia en la demanda. A continuación, se sintetizan las principales ideas en relación con estos aspectos.

#### **i. Demanda y oferta en Bucaramanga y el Área Metropolitana.**

Actualmente en Bucaramanga, la demanda y oferta de servicios de análisis de calidad de agua son estables, pues hay suficientes laboratorios con respecto a la necesidad (E1, E3)<sup>57</sup>. Con la entrada en vigencia de la Resolución 0631 de 2015 sobre vertimientos, se esperan cambios en la demanda y oferta. Por ello se hace necesario acreditar los parámetros que aún no lo están de los 53 exigidos en la norma ver Anexo 6, para así brindar un paquete de servicios completos.

#### **ii. Capacidad de respuestas y eficiencia de los laboratorios acreditados.**

Los análisis especializados como metales, Cadmio y en general aquellos que tienen que ver con electrolitos presentan demora en sus tiempos de entrega (E1), la demora en la entrega de los resultados se presenta principalmente porque son análisis que no se realizan constantemente, por ello algunas veces no se cuenta con los insumos y equipos necesarios para realizarlos (E3). En análisis como color, Cloro, dureza los tiempos de respuesta son rápidos.

---

<sup>57</sup> E significa experto y 1 es un identificador para cada experto.

Según los expertos entrevistados la manera de acortar los tiempos de respuesta, sería mediante la compra de equipos e insumos, así como el contar con personal altamente capacitado para efectuar los análisis. *“La eficiencia en la entrega de los resultados depende en gran parte de la capacidad operativa del laboratorio que está determinada por la acreditación 17025:2005”* (E3).

**iii. Aspectos importantes para el buen desempeño de un laboratorio de análisis de calidad de agua.**

El total de los entrevistados coincidió en que contar con equipos de última tecnología y en especial personal técnico calificado son aspectos prioritarios en el éxito de un laboratorio de análisis de calidad de agua. En relación con el personal, se atribuye su importancia al valor agregado de análisis calificados que acompañen los resultados: *“tú puedes hacer un número y dar un número, pero si la persona no te explica exactamente qué significa este número el resultado va a ser en vano”* (E1).

**iv. Relación costo/beneficio cuando se contrata un laboratorio de análisis de calidad de agua.**

Hay algunos análisis que son costosos especialmente los de metales, pero para la empresa que genera vertimientos o la que debe hacer control el beneficio es notorio, debido a que mediante estos resultados, se puede observar si están cumpliendo con los niveles permisibles dados por la norma. Así la empresa evita tener alguna sanción económica en el caso de que estos análisis estén arrojando resultados por encima de los permisibles.

**v. Portafolio de servicios de un laboratorio de análisis de calidad de agua.**

Un laboratorio de análisis de calidad de agua debe contar con un portafolio completo, que permita a determinada empresa o actividad comercial realizar todos los análisis que requiera con las técnicas adecuadas y con resultados altamente confiables, con capacidad para ofrecer servicios completos. Es importante que la empresa no requiera contratar con laboratorios diferentes, pues esto es uno de los problemas que más se observa actualmente. La empresa debe empezar a recoger los resultados de los análisis en diferentes laboratorios. También es importante que se cuente con todos los análisis físico-químicos tradicionales y microbiológicos realizados por métodos avalados por el Método Estándar.

**vi. La Resolución 0631 de 2015, influencia en la demanda**

De acuerdo con la opinión de los expertos, con la entrada en vigencia de la Resolución 0631 de 2015 se pretende mejorar y resarcir los errores cometidos a nivel ambiental en Colombia en los últimos años (E2). Esto hará que la demanda de análisis crezca debido a que todas las empresas deben adaptarse a este nuevo sistema de control nacional que exige que se implemente un plan de reconversión a tecnologías limpias, lo que quiere decir actualización de maquinaria y equipos; cabe resaltar que estos análisis también deberían aplicarse directamente a las fuentes ya que los vertimientos siempre se dan afuera de la fuente hídrica o en tierra lo que hace que también afecte a los consumidores de agua.

**vii. Sectores económicos con mayor participación en el mercado de los laboratorios de análisis de calidad de agua.**

Los sectores industriales que más hacen uso de los laboratorios de análisis de calidad de agua son principalmente el sector de los hidrocarburos, también el sector de las palmas y las empresas avícolas. Los municipios también hacen control de vertimientos a través de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR). Cabe destacar que los sectores económicos que referencian los

entrevistados no hacen parte de los sectores económicos más representativos de Bucaramanga, y el Área Metropolitana. El sector hidrocarburos está ubicado en toda la zona del Magdalena medio al igual que las empresas de palmas y con respecto a las empresas avícolas se encuentran ubicadas en zona rural de la Mesa de los Santos y Lebrija.

## **5.2 LABORATORIOS DE ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA DE BUCARAMANGA Y EL ÁREA METROPOLITANA.**

Los resultados de los datos obtenidos de las entrevistas a tres laboratorios de análisis de calidad de agua están relacionados con aspectos como: i) Análisis que realizan; ii) Profesionales en un laboratorio de análisis de calidad de agua; iii) Entidades en las que debe registrarse un laboratorio de análisis de calidad de agua; iv) Certificaciones de los laboratorios de análisis de calidad de agua; v) Lo más significativo de un laboratorio; vi) Condiciones de las instalaciones, los equipos y las oficinas administrativas de los laboratorios; vii) Antigüedad de los equipos y maquinaria del laboratorio; viii) Equipos que generan mayor ventaja competitiva en un laboratorio de análisis de calidad de agua; ix) Equipos más significativos de un laboratorio de análisis de calidad de agua; x) Factores positivos y negativos, internos o externos que pueden afectar el desempeño del laboratorio en los próximos 10 años; xi) Segmento del mercado que atiende; xii) Divulgación de los servicios; xiii) Precio de los servicios de análisis de calidad de agua; xiv) Nivel de satisfacción de los cliente; xv) Fortalezas de los laboratorios de análisis de calidad de agua; xvi) Sucursales de los laboratorios; xvii) Proveedores del laboratorio de análisis de calidad de agua.

### **5.2.1 Generalidades de los laboratorios.**

#### **i. Análisis que realizan.**

Los tres laboratorios entrevistados realizan análisis de aguas, debido a la oferta y cantidad de empresas. Uno de tres laboratorios realiza análisis de suelos y alimentos, el laboratorio "A" realiza otros análisis como aire, ruido, fuentes fijas, hidrocarburos y de alta resolución.

Los tres laboratorios entrevistados realizan análisis de parámetros físico-químicos y microbiológicos, estos se encargan de comprobar la potabilidad del agua, uno de los tres laboratorios realiza además de los anteriores, análisis hidrobiológicos e isocinéticos.

#### **ii. Profesionales en un laboratorio de análisis de calidad de agua.**

En promedio en los tres laboratorios trabajan: seis químicos, cinco microbiólogos, 10 tecnólogos químicos, cuatro ingenieros químicos. Los laboratorios que realizan análisis de alimentos también cuentan con bacteriólogos e ingenieros de alimentos. Se puede observar que los laboratorios cuentan con más de 10 profesionales capacitados para realizar diferentes estudios de acuerdo a lo solicitado por cada cliente sin contar con análisis especiales los cuales necesitan más personal.

#### **iii. Entidades en las que debe registrarse un laboratorio de análisis de calidad de agua.**

Los laboratorios que prestan servicios de análisis de calidad de agua deben realizar registros ante las instituciones relacionadas a continuación:

- **Ministerio de Salud y protección social:** Son los encargados de realizar inspección, vigilancia y control a los laboratorios que realizan análisis físicos, químicos y microbiológicos al agua para consumo humano.<sup>58</sup>
- **Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM):** Es la institución competente para establecer los sistemas de referencia para el sistema de acreditación e intercalibración analítica de los laboratorios cuya actividad esté relacionada con la producción de datos físico-químicos y bióticos del medio ambiente en toda la República de Colombia.<sup>59</sup>
- **Instituto Nacional de Salud (INS):** Coordina la Red Nacional de Laboratorios para el Control y la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano y da orientaciones y directrices en esta área a los laboratorios que realicen o presten el servicio de los análisis físicos, químicos y microbiológicos, establecidos en el Decreto 1575 de 2007.<sup>60</sup>
- **Sistema Nacional Ambiental (SINA):** Junto con el IDEAM son los entes encargados de manejar los datos sobre la oferta, demanda y calidad de los recursos naturales renovables, es el encargado también de tener un banco nacional de datos sobre los laboratorios que prestan servicios ambientales.
- **Consejo Colombiano de Seguridad (CCS):** Es una entidad que se encarga de la seguridad integral, la salud ocupacional y la protección

---

<sup>58</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Decreto 1575. (9, Mayo, 2007). Por el cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano. Bogotá D.C., 2007. p. 1-14.

<sup>59</sup> MINISTERIO DE AMBIENTE. Acreditación [online]. 2014 [cited 14 Abril 2016]. Available from: <http://www.ideam.gov.co/web/contaminacion-y-calidad-ambiental/acreditacion>

<sup>60</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Decreto 1575. (9, Mayo, 2007). Por el cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano. Bogotá D.C., 2007. p. 1-14.

ambiental; así como de la obtención de mejores niveles de eficiencia y productividad en sus operaciones.<sup>61</sup>

- **Programa interlaboratorio de control de calidad de agua potable (PICCAP):** Este programa es oficial de Evaluación Externa Directa del Desempeño (PEEDD) del Instituto Nacional de Salud (INS), que es un requisito para que se le expida la Resolución de Autorización de Laboratorios que realizan análisis de aguas para consumo humano en Colombia.<sup>62</sup>

#### iv. **Certificaciones nacionales de los laboratorios de análisis de calidad de agua.**

Los laboratorios entrevistados cuentan en su totalidad con certificaciones nacionales, además de eso con acreditaciones o en proceso de acreditación de algunos parámetros.

- **IDEAM ISO17025:** Acreditación que obtienen los laboratorios para realizar los muestreos y análisis aprobados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).
- **BUREAU VERITAS:** Ayuda a los laboratorios a cumplir los estándares de calidad, seguridad, protección del medio ambiente y responsabilidad social.
- **CCS (Consejo Colombiano de Seguridad):** Se encarga de proveer a los laboratorios soluciones a nivel de seguridad industrial a los trabajadores y en el laboratorio.

---

<sup>61</sup> CONSEJO COLOMBIANO DE SEGURIDAD. Principios y valores [online]. 2016 [cited 14 Abril 2016]. Available from: [http://ccs.org.co/interna\\_general.php?idcategoria=8&idnoticia=28](http://ccs.org.co/interna_general.php?idcategoria=8&idnoticia=28).

<sup>62</sup> INSTITUTO NACIONAL DE SALUD. Control de la calidad del agua potable - PICCAP [online]. 2016 [cited 20 Abril 2016]. Available from: <http://www.ins.gov.co/tramites-y-servicios/programas-de-calidad/Paginas/control-de-calidad-de-aguas-potables-piccap.aspx>

- **INS (Instituto Nacional de Salud):** Esta entidad es la encargada de la vigilancia, prevención y control de las entidades del sector que analizan la calidad del agua para consumo humano en el país.
- **ISO 9001:** Acredita en sistema de gestión de la calidad a los laboratorios.
- **ISO 14001:** Acredita en sistema de gestión ambiental a los laboratorios.
- **OSHAS18001:** Acredita en sistema de gestión en seguridad y salud ocupacional.

**v. Aspectos claves en un laboratorio.**

Para los tres laboratorios el aspecto más importante para el éxito es el recurso humano especializado, ya que de esto depende la efectividad y el éxito que tenga el laboratorio. La tecnología está en segundo lugar (2/3), pues los equipos de última tecnología generan una ventaja para el desarrollo de los análisis. Finalmente, uno de los laboratorios piensa que el capital financiero es el elemento crucial que permite la adquisición de equipos y aumentar el recurso humano.

**5.2.2 Producción.**

**vi. Condiciones de las instalaciones, los equipos y las oficinas administrativas de los laboratorios.**

Como se pudo constatar en las visitas realizadas a los diferentes laboratorios de la ciudad, el total de los mismos cuentan con una infraestructura amplia y en buen

estado que les ha permitido posicionarse en el mercado como los laboratorios más completos y con mejor portafolio de servicio.

**vii. Antigüedad de los equipos y maquinaria del laboratorio.**

En promedio los equipos de los laboratorios entrevistados, tienen una antigüedad menor a 5 años, pues estos laboratorios están en proceso de actualización constante. Dos de los tres laboratorios entrevistados poseen equipos que están dentro del rango de los 5 a 10 años. Uno de los laboratorios tiene equipo de mayor antigüedad pero que no han requerido de una actualización pues la rentabilidad que genera ese equipo es bajo debido a que muy pocas veces es usado.

**viii. Equipos que generan mayor ventaja competitiva en un laboratorio de análisis de calidad de agua.**

En los laboratorios, los equipos que generan mayor ventaja competitiva son aquellos que se consideran de última tecnología, debido a que por sus altos costos no son asequibles a todos los laboratorios, entonces los laboratorios que cuentan con ellos tienen una ventaja grande, en aspectos como: resultados de alta calidad y procesos realizados en menor tiempo.

**ix. Equipos más significativos de un laboratorio de análisis de calidad de agua.**

Los equipos más utilizados en los ensayos microbiológicos y físico-químicos son Cromatógrafo de gases, espectrómetro, espectrofotómetros, equipos de difracción de rayos X, equipo de infrarrojo, viscosímetros, microscopios, cabinas de extracción, equipos de absorción atómica de masa y turbidímetro. Sin embargo, los laboratorios expresan que los equipos destacados son aquellos que se consideran de última tecnología, debido a que por sus altos costos no son

asequibles a todos los laboratorios, resguardando con estos las necesidades primarias de los clientes.

**x. Factores positivos y negativos, internos o externos que pueden afectar el desempeño del laboratorio en los próximos 10 años.**

Según las entrevistas realizadas hay laboratorios que piensan que en los próximos diez años no existirían factores negativos que los podrían afectar debido a que mantienen procesos de innovación constantes y sobre todo al cumplimiento a la norma. Por lo tanto, cada vez que salga una nueva legislación ellos buscan cumplirla a cabalidad en el menor tiempo posible.

También hay laboratorios que piensan que negativamente los puede afectar a 10 años la penetración del sector privado, que puede llegar a monopolizar la totalidad de clientes sin cubrir. Positivamente, el aumento de los ensayos a realizar y la periodicidad de los mismos.

### **5.2.3 Mercado.**

**xi. Segmento del mercado que atiende.**

De los laboratorios entrevistados dos de tres de ellos prestan servicios a empresas del sector público, privado y a particulares, pero hay un laboratorio que es de servicio exclusivo de una empresa privada.

**xii. Divulgación de los servicios.**

Los laboratorios entrevistados cuentan con página web, publicidad en redes sociales como Facebook, Instagram, canal de Youtube y Twitter. No obstante, los tres laboratorios, coincidieron en que la divulgación de sus servicios se hace por

trascendencia debido a que en el mercado ya tienen un reconocimiento ganado entre sus clientes por factores diversos como experiencia, calidad o imagen.

**xiii. Precio de los servicios de análisis de calidad de agua.**

Los tres laboratorios entrevistados, coinciden en que los precios ofrecidos a sus clientes se encuentran entre el promedio de acuerdo al tipo de análisis, la cantidad que se requiera, el tiempo, la calidad y la veracidad en los resultados. No suministraron precios de los análisis.

**xiv. Nivel de satisfacción de los clientes**

En uno de los laboratorios encuestados, la percepción del cliente, se hace a través de encuestas de satisfacción. La periodicidad de las mismas depende de cada laboratorio, pero pueden variar desde encuestas diarias a encuestas mensuales. Otro laboratorio cuenta con un buzón de sugerencias donde se depositan las quejas y reclamos de los clientes con respecto a los servicios prestados, y el otro revisa de los indicadores comerciales, y analiza el cumplimiento en los plazos de entrega los nuevos negocios y la fidelidad de los clientes.

**xv. Fortalezas de los laboratorios de análisis de calidad de agua.**

Los laboratorios consideraron que su fortaleza más significativa es la calidad, resultado del esfuerzo que se hace entre el recurso humano y la tecnología. Esto logra posicionar a un laboratorio no solo a nivel departamental o nacional. En segundo lugar, los laboratorios consideran que la imagen del laboratorio, la tecnología y el servicio son también fortalezas significativas. Todo lo anterior reflejado en los resultados y la entrega de los mismos a sus clientes.

**xvi. Sucursales de los laboratorios.**

Todos los laboratorios entrevistados cuentan con sucursales. Dos de tres laboratorios poseen sucursales de la sede principal en el Área Metropolitana de Bucaramanga, a excepción de uno de ellos que cuenta con sucursales en cinco ciudades diferentes.

**xvii. Proveedores del laboratorio de análisis de calidad de agua.**

Los tres laboratorios entrevistados coinciden en que los proveedores que utilizan en su laboratorio son nacionales e internacionales, eso depende principalmente del análisis que se requiera.

**5.2.4 Competencia.**

Ninguna de las preguntas relacionadas con la competencia (20-25), se pudo realizar, debido a que los laboratorios consideraron que las preguntas de esta sección desestimaban el valor y la calidad de los otros laboratorios, y se abstuvieron de responderlas.

**5.3 EMPRESAS COMERCIALES E INDUSTRIALES POTENCIALES  
GENERADORAS DE VERTIMIENTOS**

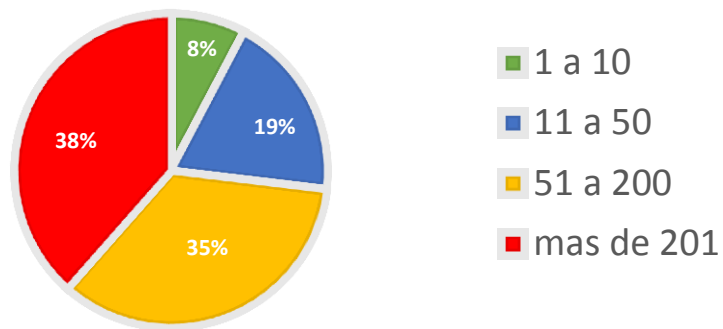
A continuación se muestra el análisis de los datos obtenidos en la realización de la encuesta a las empresas del sector de alimentos. El tamaño de la muestra obtenida es de 26 empresas pero debido a políticas propias de cada empresa, algunas se abstuvieron de responder a alguna de estas preguntas, por lo que en cada una de los siguientes gráficos se especifica el número de la muestra.

**i. Empleados por empresa.**

En la Figura 1 se puede observar que el 73% de las empresas encuestadas tenían más de 50 empleados, siendo catalogadas como medianas y grandes empresas.

**Figura 1.** *Número de empleados.*

*n=26*

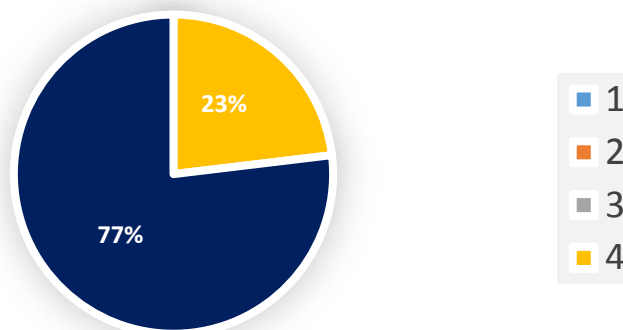


**ii. Preocupación de la empresa por el medio ambiente. Cinco es alta, uno es baja.**

En la Figura 2, se muestran los resultados de una autoevaluación sobre que tanto se tiene presente el tema del medio ambiente en la empresa. El 75% de las empresas encuestadas expreso trabajar teniendo en cuenta las políticas ambientales actuales, mientras que el 23% afirmo tenerlas en cuenta pero obviar alguna normatividad.

**Figura 2.** Preocupación de la empresa por el medio ambiente.

*n=26*



### **iii. Conocimiento de la normatividad**

Los conocimientos de la normatividad por parte de las empresas son acertados a la hora de explicar de manera corta de que se trata el Decreto 3930 de 2010, el 96% de las empresas encuestadas dicen tener conocimiento del decreto y lo afirman dando una pequeña descripción de lo que en resumen se trata esta normatividad. El 4% restante afirmó no conocer el Decreto.

El Decreto 1594 de 1984 es otro de los decretos existentes, un 88% de las empresas encuestadas, dicen conocer el Decreto, estas empresas dieron una pequeña explicación de lo que se trata dicho decreto. El 12% restante se trata de microempresas que llevan poco tiempo en este sector económico.

### **iv. Cumplimiento de la normatividad**

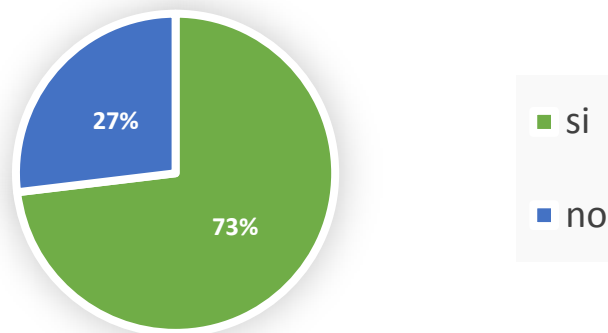
Analizando la Figura 3 se observa que de las 26 empresas encuestadas el 73% dice cumplir la normatividad actual, solo un 27% de los encuestados afirma no hacerlo, esto hace pensar que podrían ser pequeñas, pero con la entrada en vigencia de la Resolución 0631 de 2015 deberán entrar a cumplirla.

Las razones por las cuales se incumple la norma en el sector, según las empresas encuestadas, tienen que ver con el tiempo y los costos que implicaría realizar los análisis, la falta de conocimiento y el poco control por las entidades pertinentes aumentan el incumplimiento.

La mayoría de las empresas dieron una respuesta favorable respecto al cumplimiento de la normatividad y expusieron que se cumplen debido a los sistemas instalados en los procesos y al compromiso social y ambiental de la empresa.

**Figura 3. Empresas que cumplen la normatividad.**

*n=26*



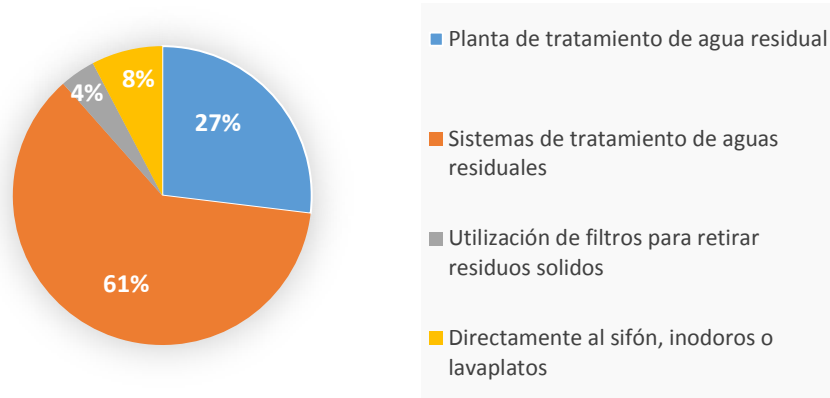
**v. Manejo de vertimientos de agua por parte de las empresas productoras de alimentos.**

En la Figura 3 se tiene que, 27% de las 26 empresas tienen plantas de tratamiento de aguas residuales dentro de la empresa que se encarga de monitorear los vertimientos producidos, el 61% de las empresas tratan sus vertimientos con sistemas de tratamiento hechos por laboratorios externos a la empresa, el 4% de las empresas maneja sus vertimientos con filtros para residuos sólidos y el 8% de

las 26 empresas encuestadas no realizan ningún tipo de análisis de calidad de agua en los vertimientos producidos.

**Figura 4.** Manejo de vertimientos por parte de las empresas.

*n=26*

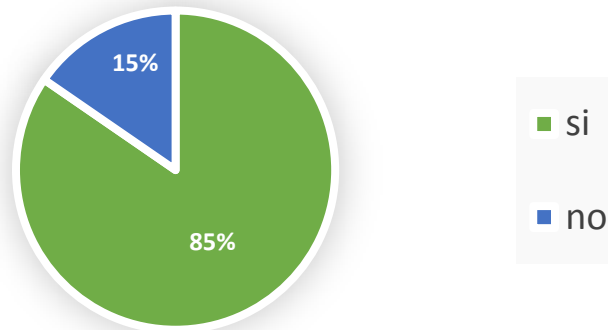


**vi. La empresa ha hecho análisis de agua.**

En la Figura 5 se puede observar que el 85% de las 26 empresas encuestadas ha realizado análisis de agua, el 15% restante no los hace, lo que indica que se incumple la normatividad actual en un porcentaje considerable.

**Figura 5.** Su empresa ha realizado estudios de análisis de agua.

*n=26*

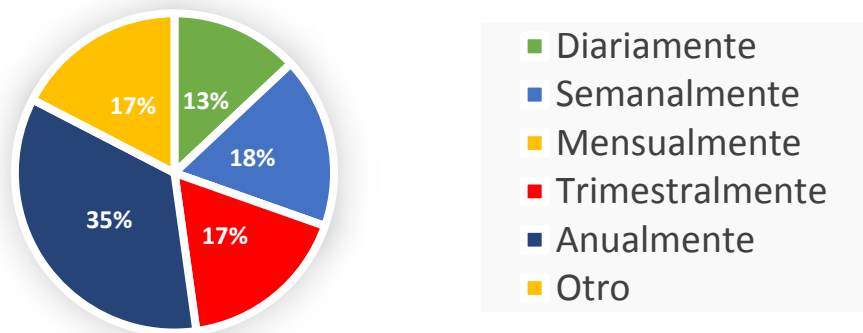


**vii. Frecuencia de los análisis de calidad de agua.**

Observando la Figura 7, se concluye que las empresas que realizan análisis de calidad de agua anualmente, que es el 35% de las respuestas obtenidas, se puede decir que en Bucaramanga no se está cumpliendo a cabalidad la normatividad sobre la descarga de vertimientos, aunque es difícil hacer un análisis claro debido a que esta grafica no muestra dentro del sector alimentos a que subsector pertenezca este porcentaje tan alto.

**Figura 6.** Con que frecuencia realiza los análisis de agua en su empresa

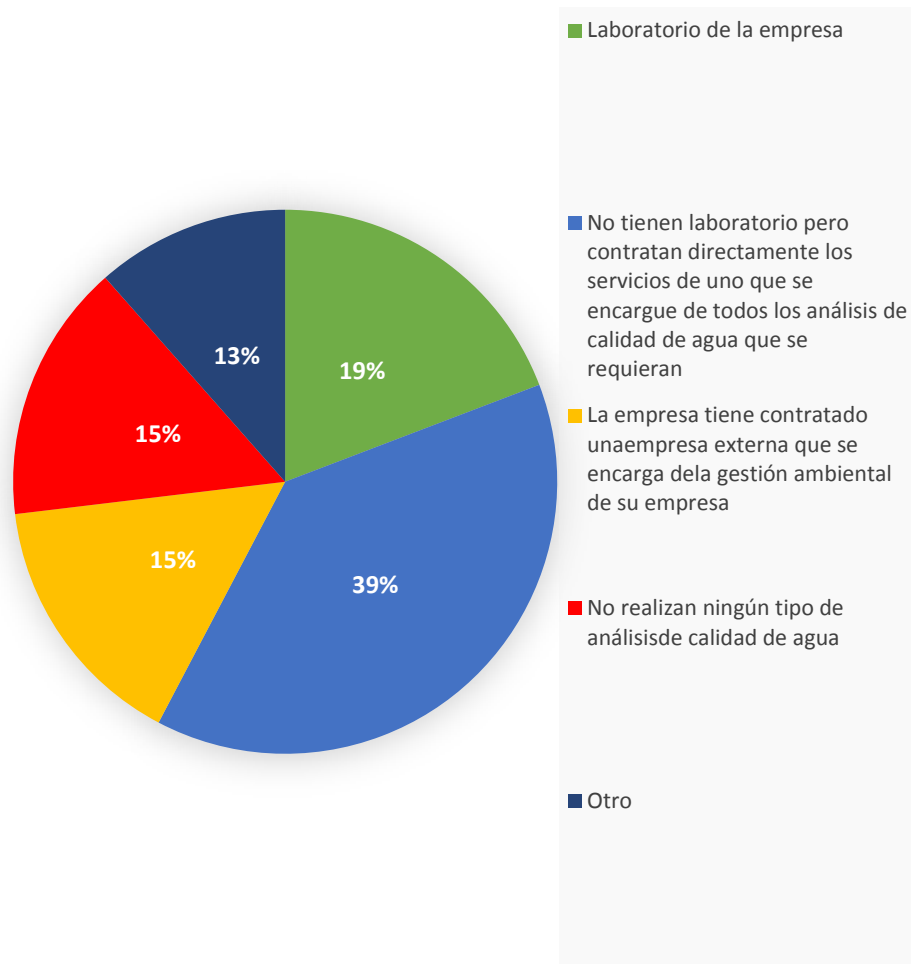
*n=23*



**viii. Realización de los análisis de vertimientos en la empresa.**

En la Figura 6 podemos observar que 54% de las empresas encuestadas contrata un laboratorio externo para realizar análisis de calidad de agua, el 19% cuenta con laboratorio propio en la empresa, el cual se encarga de los análisis de calidad de agua, el 12% tiene otra forma de realizar estos análisis y el 15% no realiza ningún tipo de análisis de calidad de agua en la empresa.

Figura 7. *Quién realiza los análisis de agua en su empresa n=26*



### ix. Análisis requeridos por las empresas generadoras de vertimientos

La Tabla 8, muestra los análisis solicitados por las empresas de Bucaramanga y el Área Metropolitana, como se puede ver la mayoría son físico-químicos y microbiológicos. Esta respuesta da idea de cuáles podrían ser los análisis que se inicien prestando en un a 8 de análisis de calidad de agua, aunque lo ideal para entrar a competir en el mercado de servicios de análisis de calidad de agua sería contar con un paquete de servicios completo, no solo los requeridos por esta muestra de empresa.

**Tabla 9.** Análisis requeridos por las 26 empresas encuestados.

<b>Físico-químicos</b>	pH
	Demanda química de oxígeno (DBO)
	Demanda bioquímica de oxígeno (DQO)
	Sólidos suspendidos totales (SST)
	Sólidos sedimentables (SS)
	Cloro
	Color
	Dureza
	Nitritos y Nitratos
	Sulfatos
	Grasas y aceites
	Temperatura
	<b>Microbiológicos</b>
Coliformes fecales	
<b>Otros</b>	Tenso activos
	Caudal

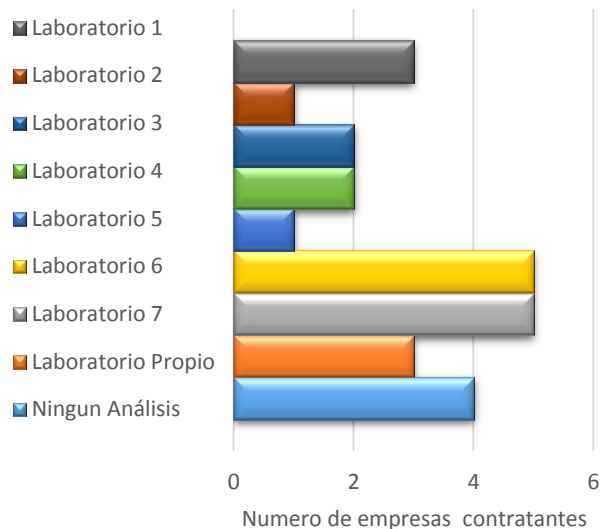
**x. Laboratorio de análisis de calidad de agua, con el que realiza los análisis la empresa.**

Por confidencialidad de la información no se dará el nombre de los laboratorios de las empresas encuestadas, estos recibirán un nombre representado por un número, lo cual servirá de guía al momento de hacer la discusión de los resultados.

Estos son los laboratorios contratados por las empresas encuestadas, existen laboratorios nombrados con mayor frecuencia según la figura 8, los laboratorios “6” y “7” que prestan el servicio a cinco diferentes empresas productoras de alimentos cada uno, seguido de esta se encuentra el laboratorio “1” quien le presta el servicio a tres empresas encuestadas, el laboratorio “3” y “4” le presta el servicio a dos empresas y el laboratorio “2” y “5” solo le presta el servicio a una empresa, las demás empresas no contratan los servicios de ningún laboratorio o tienen laboratorio propio.

**Figura 8.** Laboratorios utilizados por las empresas encuestadas.

*n=26*

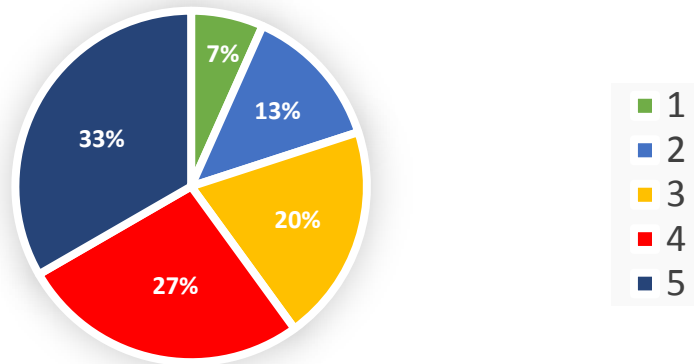


**xi. Calificación del servicio que presta el laboratorio de análisis de calidad de agua a la empresa. Cinco excelente, uno malo.**

En la Figura 9 se observa claramente el 60% de las empresas encuestadas consideran que el servicio por el laboratorio es bueno o excelente, es decir que 10 empresas de 23 no se encuentran satisfechas con el servicio que le prestan.

**Figura 9.** Calificación que da la empresa al laboratorio con el que realiza los análisis.

$n=23$



**xii. Explicación de la calificación dada.**

En el Tabla 9 se detallan las fortalezas o debilidades de los laboratorios que prestan sus servicios a esta muestra de empresas de alimentos de Bucaramanga y su Área Metropolitana. Algunas de estas empresas deciden contratar con estos laboratorios porque son certificados, tienen un alto reconocimiento y experiencia. Entre las debilidades más nombradas en las encuestas está el incumplimiento en los tiempos de entrega de los resultados y la baja confiabilidad que tienen hacia los técnicos que hacen la toma de las muestras.

**Tabla 10.** Aspectos positivos y negativos de la calificación dada a los laboratorios.

<b>Aspectos positivos</b>	Excelente presentación
	Atención personalizada
	Asesorías y acompañamiento
	Resultados confiables
	Reconocimiento en el sector

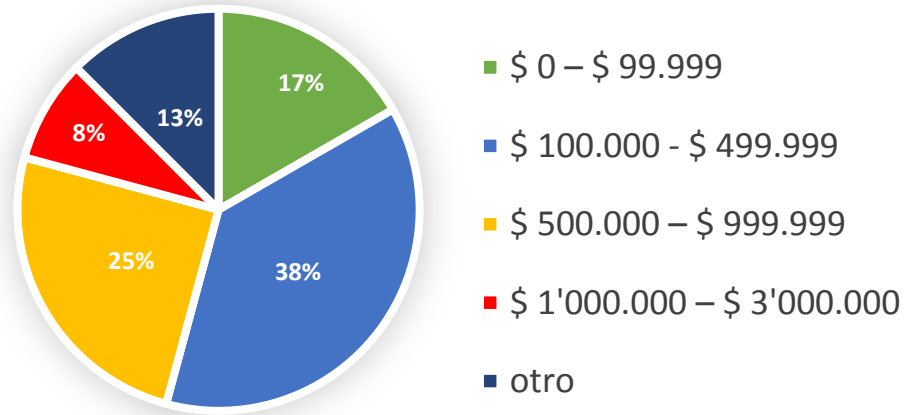
	Calidad y confianza
	Acreditaciones
	cumplidos en los tiempos de entrega
	Experiencia
<b>Aspectos negativos</b>	Poco cumplimiento en la entrega
	Funcionarios inexpertos

**xiii. Rango de precios mensuales que paga la empresa en análisis de calidad de agua.**

Observando la Figura 10, se concluye que las empresas que realizan análisis de calidad de agua anualmente, que es el 35% de las respuestas obtenidas, se puede decir que en Bucaramanga no se está cumpliendo a cabalidad la normatividad sobre la descarga de vertimientos, aunque es difícil hacer un análisis claro debido a que esta grafica no muestra dentro del sector alimentos a que subsector pertenezca este porcentaje tan alto.

**Figura 10.** Rango de precios que paga mensualmente por realización de análisis de calidad del agua.

**n=23**

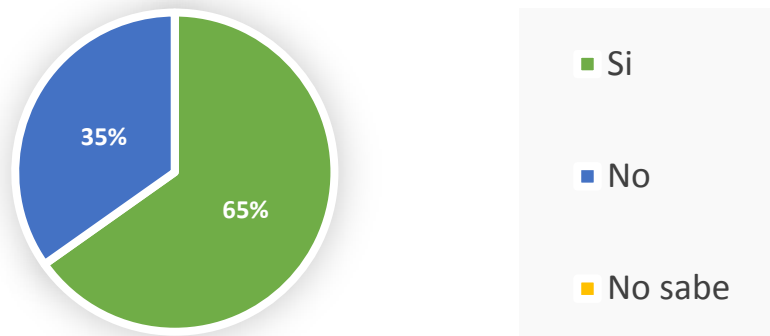


#### **xiv. Acreditaciones de los laboratorios.**

La gran mayoría de las empresas encuestadas dicen que los laboratorios ya sean internos o externos están acreditados, la acreditación de los laboratorios muestra la calidad en los servicios que ofrecen, también garantizan confiabilidad y tiempos de entrega esperados, es por esto que es fundamental que al momento de contratar servicios de análisis de calidad de agua se haga con laboratorios acreditados en los parámetros que requiere la empresa analizar.

**Figura 11.** *Certificaciones del laboratorio prestador de servicios*

*n=23*

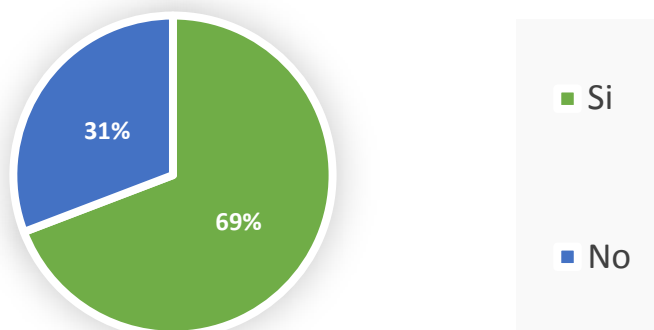


**xv. Convenio con algún laboratorio de análisis de calidad de agua.**

Las empresas encuestadas les interesa tener un convenio con algún laboratorio que preste servicio de análisis de calidad de agua ya que representaría un beneficio económico. Como se observa en la Figura 12 a un porcentaje pequeño no le interesa. Esto puede deberse a que esta empresa ya posee un laboratorio al interior de su empresa y no le interesa generar acuerdos con nuevos laboratorios.

**Figura 12.** *Posibilidad de tener un convenio con un laboratorio de análisis de agua.*

*n=26*



**xvi. Razones afirmativas o negativas para tener un convenio con un laboratorio de análisis de calidad de agua.**

La mayoría de las empresas encuestadas afirmaron querer tener un convenio con algún laboratorio que preste servicios de análisis de agua, para obtener algún tipo de beneficio ya sea económicamente, debido a que en algunos casos, la empresa requiere tener monitoreados los vertimientos constantemente, sin embargo en otros casos las empresas se sienten a gusto con los servicios prestados por el laboratorio o simplemente no les interesa tener convenios los cuales ligen la libertad de contratar con cualquier laboratorio que preste el servicio.

**Tabla 11.** *Razones afirmativas o negativas de tener un convenio con un laboratorio de análisis de calidad de agua.*

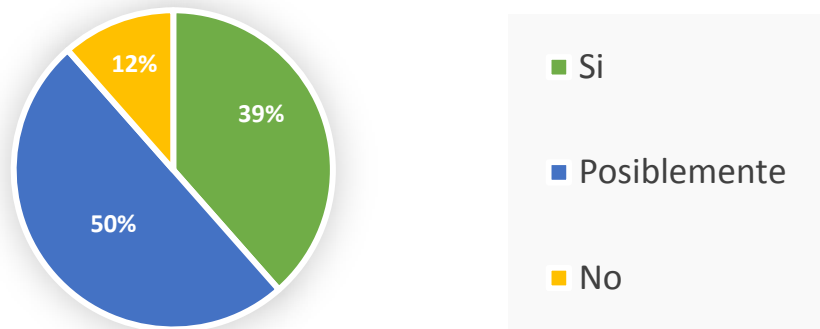
<b>Razones afirmativas</b>	Sí, aunque se cuenta con un contrato con otro laboratorio
	Beneficio económico
	Están abiertos a recibir servicios de otros proveedores
	Asesorías constantes
	Con un laboratorio más especializado
	Resultados confiables
	Seguimiento con mayor frecuencia
	Ver calidad de los productos
	Tener otras opciones
	<b>Razones negativas</b>
	Funcionarios inexpertos

**xvii. Contratar un laboratorio de análisis de calidad diferente al que contrata actualmente.**

Según la Figura 13, el 89% de las empresas dice estar interesada o posiblemente en cambiar de laboratorio de análisis de calidad de agua, obteniendo beneficios como calidad cumplimiento y precio, abriendo oportunidades de mercado a laboratorios nuevos o que crezcan en este tipo de aspectos importantes. Un pequeño porcentaje (12%) dijo no estar interesado en cambiar de laboratorio debido a un convenio hecho con anterioridad o porque el laboratorio con el que trabaja actualmente, le ha prestado muy buen servicio y prefiere quedarse con la experiencia de ese a abrirse a la posibilidad de nuevos laboratorios.

**Figura 13.** *Posibilidad de cambiar el laboratorio de análisis de agua que actualmente le presta el servicio.*

*n=26*



**xviii. Razones por las cuales sí o no se podría cambiar de laboratorio de análisis de calidad de agua.**

- Hasta el momento el laboratorio cumple con las expectativas de la empresa
- Se requiere más agilidad a la hora de la entrega de los resultados
- Hay la posibilidad de obtener conceptos diversos

- Calidad y precios
- Economía
- Tener abiertas las alternativas de proveedores de este servicio
- No es tanto la presentación del servicio, si no la calidad de este
- Si pero si también realiza análisis microbiológicos y fisicoquímicos de alimentos
- Para comparar servicio y resultados, además de recibir capacitaciones y recomendaciones para la empresa
- Que compita con precios y calidad
- Solo es un laboratorio dedicado exclusivamente al estudio del agua
- Buscar la excelencia

**xix. Servicios que le gustaría encontrar en este nuevo laboratorio de análisis de calidad de agua.**

- Entrega de resultados en un menor tiempo
- Innovación
- Los requeridos según la normatividad vigente para la industria del sector
- Calidad en sus servicios, análisis de resultados que permita oportunidades y propuestas de mejora en el tratamiento de vertimientos.
- Las matrices de aguas, suelos y lodo, de acuerdo con las normas las cuales exigen los parámetros de monitoreos
- Precios-servicios prestados-clase de análisis-métodos utilizados-certificaciones obtenidas.
- Mayor asesoría, otros servicios aplicados a la industria de alimentos como análisis de productos terminados, análisis fisicoquímicos.
- Servicios posventa de productos y servicios, capacitaciones etc.
- Análisis fisicoquímicos de agua potable y residual.
- Calidad ante todo, asesorías a los empleados, buen precio, apoyo en lo referente al agua.

Hay diversos servicios que les gustaría a las empresas obtener de los laboratorios, como acreditaciones que les generen confianza de sus resultados, calidad y cumplimiento en las entregas de los resultados y asesorías para que el personal de la empresa este enterado de las normas vigentes, capacitaciones que hagan que sus empleados tengan el cuidado suficiente para tener un proceso satisfactorio a la hora generar contaminantes que puedan afectar la calidad del producto.

## **6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **6.1 EXPERTOS EN LABORATORIOS DE ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA**

En los próximos dos o tres años la demanda de servicios de análisis de calidad de agua en Bucaramanga y el Área Metropolitana, incrementará, debido a que este es el tiempo en el que se va a implementar totalmente un plan de reconversión a tecnologías limpias para 73 actividades productivas que deberán cumplir con los parámetros, según su actividad económica, lo anterior estipulado en la Resolución 0631 de 2015. En total se definieron 56 parámetros diferentes característicos de 8 sectores productivos.

El reto de los nuevos laboratorios o de los actuales está, en certificar los parámetros establecidos en la norma, porque sin duda alguna esto generará una ventaja competitiva alta. En el estudio realizado se notó el interés que tienen los laboratorios en estar constantemente en proceso de certificación de parámetros, pues como lo mencionaron los expertos entrevistados, una de las claves del éxito de un laboratorio de análisis de calidad de agua, consiste en brindar un paquete completo de servicios, evitando así que la empresa tenga que contratar en diferentes laboratorios.

Antes de dar inicio al proceso de acreditación del laboratorio de análisis de calidad de agua con la NTC 17025:2005, se hace necesario estar certificado en: ISO 9001 “Gestión de calidad”, ISO 14001 “Gestión ambiental” y OSHAS 18001 “Seguridad y Salud en el Trabajo”. El costo aproximado de cada una de estas certificaciones dadas por el ICONTEC, oscila entre los 10 a 15 millones.

La acreditación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos para medir la calidad del agua con la NTC 17025:2005, se solicita ante el IDEAM. Para este proceso se debe cumplir con unos requisitos:

- i. **Visitas de auditoría:** en las que se hace la verificación de conformidad a los 125 requisitos estipulados en la norma NTC 17025:2005 “Requisitos generales relativos a la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración”.
- ii. **Pruebas de desempeño:** Aprobar las pruebas de desempeño correspondientes a las variables y métodos que el laboratorio quiera acreditar.

El valor estimado para acreditar 15 parámetros de la Matriz agua, mencionados en la Anexo A, sería de aproximadamente 35 millones de pesos. La acreditación del laboratorio le da reconocimiento nacional e internacional y se conoce como un indicador confiable de competencia técnica.

El personal técnico calificado en los laboratorios de análisis de calidad de agua es fundamental, ya que esto en gran parte es lo que da la confiabilidad en la respuesta de los análisis. En los laboratorios visitados, se constató la idoneidad de los empleados de los laboratorios, quienes conocen y tienen la experiencia necesaria para desarrollar los análisis, lo que ha posicionado a estos laboratorios como los más usados por las empresas entrevistadas. En promedio los laboratorios cuentan con 10 empleados, entre los que están el director del laboratorio (químico puro o ingeniero químico), los analistas por paquete de parámetros, receptores de muestras, lavadores de material y descarte de muestras, además del personal de servicio al cliente, entre estos profesionales se cuentan con químicos, microbiólogos, ingenieros químicos y tecnólogos.

El costo de los análisis para las empresas encuestadas no se manifestó como algo negativo, al igual como se concluyó en la consulta a expertos. Si bien, existen análisis costosos, estos son necesarios en determinadas empresas. Adicionalmente, no realizarlos podría llegar a implicar multas o sanciones económicas mayores para estas empresas.

## **6.2 LABORATORIOS DE ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA DE BUCARAMANGA Y EL ÁREA METROPOLITANA**

Para la creación de un laboratorio de análisis de calidad de agua se debe implementar un Sistema de Gestión de Calidad (SGC) que garantice los procesos y procedimientos que se realizarán de acuerdo a la norma, que satisfagan las expectativas de los beneficiarios del servicio de acuerdo a su competencia. Al laboratorio le corresponde cumplir una serie de requisitos contemplados en la NTC-ISO-IEC 17025:2005 para ser acreditados por el IDEAM, y así realizar todos los análisis de aguas aplicando procedimientos acordes a la normatividad de agua potable y aguas residuales.

Después de realizado este estudio se puede concluir que un laboratorio de análisis de calidad de agua debe tener acreditados todos sus análisis, de acuerdo a la capacidad física del laboratorio para que de este modo, pueda competir en el mercado actual de laboratorios, pues para la mayor parte de las empresas encuestadas el que el laboratorio que les brinda servicios se encuentre acreditado genera mayor confiabilidad en los servicios y éste es uno de los criterios con que se rige el mercado.

El laboratorio de análisis de agua debe contar con una estructura organizacional que contemple la parte ejecutiva y la parte técnica y operativa; el personal técnico, tecnólogo o profesional con el debido nivel de competencia para el desarrollo de

los ensayos de análisis de agua asignados de acuerdo al área físico-química o microbiológica. Adicionalmente, debe contar con personal que maneje el área administrativa, el encargado del laboratorio y personal de apoyo al laboratorio.

La dotación del laboratorio debe contar con equipos, reactivos e insumos suficientes para realizar los análisis requeridos, teniendo siempre en cuenta la correcta ejecución en cada una de las áreas. El costo estimado para equipos, reactivos, insumos y material de vidrio para realizar análisis físico-químicos y microbiológicos, según las consultas realizadas a expertos es de aproximadamente 750 millones de pesos. Los laboratorios entrevistados cuentan con equipos con uso no mayor a cinco años, además de estar siempre buscando mejorar sus equipos y tecnología al interior del laboratorio. En cuanto a infraestructura el laboratorio debe contar con áreas separadas e independientes para análisis físico-químicos y microbiológicos, también el área administrativa debe estar separada y delimitada del área técnica. La adecuación de las instalaciones del laboratorio de análisis de calidad de agua, oscilarían entre los 400 a 450 millones de pesos.

El factor principal que a futuro puede afectar los laboratorios de análisis de agua, es la disminución en el recurso hídrico, que impactaría positivamente a los laboratorios, pues implicaría una mayor demanda de análisis de calidad de agua debido al estricto cumplimiento que se le daría a la normatividad.

Con la Resolución 0631 de 2015 entrando en vigencia en los años 2016-2017, se va a incrementar de modo considerable la demanda, debido a la gran cantidad de empresas generadoras de Aguas Residuales Domésticas (ARD) que existen en la ciudad junto con empresas de cría de animales, minería, hidrocarburos y principalmente alimentos y bebidas.

### **6.3 EMPRESAS COMERCIALES E INDUSTRIALES POTENCIALES GENERADORAS DE VERTIMIENTOS**

En Colombia existe una amplia normatividad acerca de la protección del recurso hídrico y sobre la disposición de los vertimientos, a pesar de que el 77% de las empresas encuestadas dan la calificación más alta a la preocupación de la empresa con respecto al medio ambiente, existen muchas empresas que por desconocimiento de la ley o por falta de seguimiento de los entes de control incumplen con los análisis que deben hacer al interior de la empresa antes de la disposición final de los vertimientos a la red de alcantarillado.

Encontramos que en Bucaramanga y el Área Metropolitana los empresarios si tienen conocimiento de la normatividad vigente, y el 73% de las empresas encuestadas dicen cumplir con la norma, conocer los Decretos y Resoluciones vigentes, y explican que las empresas del sector incumplen en gran parte por falta de tiempo para realizar los procesos, también manifiestan la falta de asesoría, acompañamiento y seguimiento, y sobre todo por el aumento de los costos que implicaría entrar a realizar estos análisis.

De las 26 empresas encuestadas, 22 empresas del sector alimentos realizan análisis de calidad de agua al interior de la empresa, de estas 22 hay siete que cuentan con laboratorio propio, dos de estas empresas subcontratan algunos análisis. En total, 17 empresas contratan servicios de análisis de calidad de agua, en Bucaramanga y el Área Metropolitana. Lo anterior deja en evidencia la existencia de un mercado potencial en las empresas medianas, pequeñas y microempresas, esto debido a que según las empresas encuestadas, el 60 % de las grandes empresas de la ciudad cuentan con laboratorio de análisis de agua propio, y tan solo el 11% de las empresas medianas tienen laboratorio propio. Ninguna pequeña ni microempresa cuenta con uno al interior de su empresa.

La frecuencia con que se realizan estos análisis varía de acuerdo al tipo de producto alimenticio que produzcan y depende de la facilidad que tenga cada empresa para realizar los análisis (si tienen laboratorio propio o si contratan alguno). Un porcentaje considerable de encuestados coincide en que hacen análisis anuales y trimestrales, pero esto se determina de acuerdo a la actividad económica y a los requerimientos de la norma.

De los 18 laboratorios existentes en Bucaramanga y el Área Metropolitana, los encuestados referenciaron siete. Consultando sobre estos laboratorios, dos fueron mencionados cinco veces cada uno por 10 de las 22 empresas que realizan análisis de calidad de agua. Estos dos, laboratorios tienen una larga trayectoria en el sector de análisis de calidad de agua, uno de ellos cuenta con 22 años de experiencia, casi todos los parámetros acreditados y un paquete completo de servicios no solo en el área de aguas sino con mayor influencia en hidrocarburos y el segundo laboratorio con 11 años de experiencia en el mercado, destacado en análisis de alimentos y calidad de agua.

Los laboratorios “4” y “3”, son laboratorios que hacen parte de la Universidad Industrial de Santander. Estos laboratorios están acreditados en diferentes parámetros, en el caso del laboratorio “4” se encuentran acreditando bajo la NTC-ISO-IEC 17025<sup>63</sup> y el laboratorio “3” está en proceso de renovación de esta acreditación.<sup>64</sup>

---

<sup>63</sup> UNIVERISAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Centro de Estudio e Investigaciones Ambientales [online]. [Cited 25 Abril 2016]. Available from: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/investigacionExtension/acreditacionLaboratorios/laboratorioCEIAM/index.html>.

<sup>64</sup> UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Laboratorio químico de consultas industriales [online]. [cited 25 Abril 2016]. Available from: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/investigacionExtension/acreditacionLaboratorios/laboratorioQuimicoConsIndustriales/>.

El laboratorio “4” cuenta con análisis para más de 50 parámetros físico-químicos, algunos parámetros de residuos peligrosos y microbiológicos como Coliformes totales, fecales y mesófilos. Entre estos cuenta con 21 parámetros certificados por el IDEAM. Este laboratorio tiene o ha tenido contratos con entes institucionales como la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS), Empresa de Aseo de Bucaramanga S.A. (EMAB), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Corporación Autónoma Regional de la Guajira (CORPOGUAJIRA) y Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). El sector económico en el que es reconocido es el sector de la producción de aceites de palma.<sup>65</sup>

El laboratorio “3” presta servicios de análisis fisicoquímicos y microbiológicos, caracterización de abonos líquidos y sólidos orgánicos, caracterización de suelos, caracterización de materias primas, cuantificación de minerales y análisis de la industria petroquímica. Este laboratorio le ha prestado servicios a varios sectores como alimentos, hidrocarburos, pero no cuenta con reconocimiento en algún sector específico.

Los siete laboratorios reconocidos fueron calificados por las empresas encuestadas. Estas calificaciones fueron positivas lo que deja en evidencia que los laboratorios contratados se destacan en el sector, los encuestados manifestaron diferentes razones por las cuales daban estas calificaciones, una de las más importantes es que estos laboratorios se encuentran certificados y acreditados. Además los tiempos de respuesta son buenos y algunos prestan asesoría y

---

<sup>65</sup> UNIVERISAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Centro de Estudio e Investigaciones Ambientales [online]. [Cited 25 Abril 2016]. Available from: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/investigacionExtension/acreditacionLaboratorios/laboratorioCEIAM/index.html>.

acompañamiento extra a la empresa. También destacan el personal que realiza el muestreo y los análisis de calidad de agua, como confiable y seguro.<sup>66</sup>

Las empresas de cualquier sector productivo siempre se encuentran sujetas a cambios en sus procesos o en las necesidades que satisfacen cada una de ellas. Es por ello, que al consultarles por la posibilidad de crear alianzas o convenios con un laboratorio diferente al que actualmente les presta los servicios, de las 26 empresas encuestadas 23 concuerdan en que a futuro si les interesaría contar con los servicios de un laboratorio diferente al que tienen actualmente.

Las empresas tienen sus razones para estar de acuerdo o en desacuerdo a un cambio, pero una de las razones más importantes es que cumpla los estándares de calidad, y que los tiempos de entrega sean menores, también que cuenten con capacitaciones antes y después de la realización de los procesos dentro de la empresa.

---

<sup>66</sup> UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Laboratorio químico de consultas industriales [online]. [cited 25 Abril 2016]. Available from: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/investigacionExtension/acreditacionLaboratorios/laboratorioQuimicoConsIndustriales/>.

## 7. CONCLUSIONES

- La demanda de servicios de análisis de calidad de agua, en Bucaramanga y el Área Metropolitana, aumentará progresivamente a medida que el tiempo de transición (2 años) para adoptar la Resolución 0631 de 2015 finalice.
- La oferta de laboratorios acreditados en análisis de calidad de agua en Bucaramanga y el Área Metropolitana es estable y cubre la demanda actual de empresas generadoras de vertimientos en la ciudad.
- Para que un laboratorio de análisis de calidad de agua en Bucaramanga y el Área Metropolitana sea exitoso debe contar con tres pilares fundamentales que para las empresas que son considerados muestras de calidad y confiabilidad: personal técnico especializado, equipos de última tecnología e infraestructura.
- Con la realización de este estudio de mercado se llegó a la conclusión de que si se cuenta con un capital de aproximadamente 1280 millones de pesos para equipos, acreditación, reactivos, insumos y adecuación de instalaciones, se podría entrar al mercado de servicios de análisis de calidad de agua (ver Anexo D), pues de no ser así sería muy difícil que pudiera competir con laboratorios consolidados en la ciudad. Además, una empresa a la hora de adquirir servicios en un laboratorio de análisis de calidad de agua, busca que este le ofrezca un servicio completo, que no le implique contratar parte de sus análisis en otros laboratorios.
- De las empresas encuestadas más del 90% se encuentra abierta a establecer alianzas con un laboratorio diferente al actual. Por lo tanto, no se les hace indiferente el cambiar de prestador de servicios a futuro, y el hecho de que sea la Universidad Industrial de Santander quien ofrezca los servicios de análisis de calidad de agua, se hace para ellos más atractivos. Esto debido a que para

ellos la sana competencia mejora la calidad para el usuario que adquiere los servicios.

- Según la opinión de los expertos en temas relacionados con laboratorios de análisis de aguas y de los potenciales clientes, la Escuela de Ingeniería Civil podría pensar en el establecimiento de un laboratorio enfocado a la evaluación de parámetros físico-químicos y microbiológicos, si ofreciera también un paquete de servicios que incluya acompañamiento, seguimiento y asesoría a las empresas contratantes. Sin embargo, es necesario complementar el presente estudio con nuevas investigaciones para poder concluir de manera más contundente sobre la factibilidad de crear un nuevo laboratorio de calidad de agua en la Universidad Industrial de Santander, que preste servicios a la comunidad, teniendo en cuenta que existen dentro de la misma institución laboratorios acreditados y con trayectoria.
- Haciendo referencia a la actividad misional de la investigación, es importante que la Escuela de Ingeniería Civil cuente con un laboratorio de análisis de calidad de agua, acreditado, puesto que al acreditarse, el laboratorio ingresará a la Red de Laboratorios Ambientales Redlam, lo que le dará la posibilidad de compartir e intercambiar información y datos sobre la calidad de los recursos naturales y ambientales del país. Por otro lado, el laboratorio para la investigación, proporcionaría espacios adecuados y necesarios para que los estudiantes de maestrías de investigación y profesionalizantes puedan desarrollar sus trabajos y se realicen contribuciones al conocimiento del comportamiento de los recursos hídricos y ambientales contribuyendo a la solución de problemas locales, regionales y nacionales.

## 8. RECOMENDACIONES

- Las dificultades que se presentan a la hora de realizar un estudio como este son muchas. Por esto, se debe tener en cuenta que cada experto, laboratorio o empresa son diferentes y que quizás una sola estrategia para llegar a ellos no será suficiente a la hora de la obtención de datos. Por esto es recomendable tener a la mano alternativas diferentes para que el encuestado o entrevistado se sienta cómodo y aporte lo máximo con datos confiables y reales al estudio.
- Otra de las recomendaciones es realizar una sensibilización a el encuestado o entrevistado para que sienta que el estudio no va a afectar de ninguna manera legal o publicitaria su nombre o imagen y que este tipo de estudios se hace para analizar el comportamiento y llegar a identificar tendencias para aportar al sector empresarial.
- Cabe destacar que las entrevistas con expertos arrojaron un juicio subjetivo, ya que estas consultas no pueden usarse como inferencias estadísticas acerca de los verdaderos parámetros de la población de interés; pero, pese a esto, esta información fue de gran ayuda para conocer y analizar las implicaciones que tienen la creación de un laboratorio de análisis de calidad de agua.
- También, puede realizarse un estudio similar a éste que evalúe la posibilidad de que la escuela de Ingeniería Civil ofrezca servicios como análisis de medición y monitoreo de caudales, aforo de sólidos en suspensión y sedimentos, para hacer uso de personal como ingenieros civiles y para ofrecerlos directamente a entidades institucionales como CDMB, AMB, EMPAS entre otras.

## BIBLIOGRAFÍA

- BUSH, Robert P. y ORNITAU, David J. Investigación de mercados. 2004. Edición 2. McGraw-Hill Interamericana. 715 p.
- CARRILLO, Lisbert Carolina y GUALDRÓN, Mauricio Alonso. Recopilación, evaluación y análisis de la información para el programa de control de vertimientos industriales con descarga al alcantarillado para el municipio de Bucaramanga. Trabajo de grado Ingeniero Sanitario y Ambiental. Universidad Pontificia Bolivariana. Facultad de Ingeniería Ambiental. Escuela de Ingenierías y Administración, 2008. 104 p.
- GARCÍA, Lina. Monitoreo de la calidad del agua en cursos de agua, ríos y arroyos. Tuluá, Valle del Cauca: Series Colección Productos de Investigación. UCEVA. 2009. 75 p.
- PRIETO, Jorge. Investigación de mercados. 2013: Ecoe Ediciones. 180 p.

## **ANEXOS**

**Anexo A.** *Parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas - ARnD a cuerpos de aguas superficiales de actividades asociadas con elaboración de productos alimenticios y bebidas.*<sup>67</sup>

Parámetro	Unidades	Elaboración de productos alimenticios	Elaboración de alimentos preparados para animales	Elaboración de alimentos y cervezas	Elaboración de bebidas no alcohólicas, aguas minerales y otras aguas embotelladas.
<i>Generales</i>					
pH	unidades de pH	6.00 a 9.00	6.00 a 9.00	6.00 a 9.00	6.00 a 9.00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L O <sub>2</sub>	600.00	200.00	200.00	400.00
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	mg/L O <sub>2</sub>	400.00	100.00	100.00	200.00
Sólidos suspendidos totales	mg/L	200.00	50.00	50.00	50.00
sólidos sedimentables	mg/L	2.00	1.00	2.00	2.00
Grasas y aceites	mg/L	20.00	10.00	10.00	20.00
Compuestos semivolátiles fenólicos	mg/L	Análisis y reporte		Análisis y reporte	Análisis y reporte
Sustancias activas al azul de	mg/L	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte

<sup>67</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE DESARROLLO Y AMBIENTE SOSTENIBLE. Resolución 0631. (17, Marzo, 2015). Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C.: Minambiente, 2015. p. 1-62.

metileno					
<i>Compuestos de fosforo</i>					
Orto fosfatos	mg/L	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte
Fosforo total	mg/L	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte
<i>Compuestos de nitrógeno</i>					
Nitratos	mg/L	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte
Nitritos	mg/L	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte
Nitrógeno amoniacal	mg/L	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte
Nitrógeno total	mg/L	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte
<i>Iones</i>					
Cianuro total	mg/L	0.50	0.20		
Cloruros	mg/L	250.00		250.00	600.00
Sulfatos	mg/L	250.00		250.00	500.00
Sulfuros	mg/L				
<i>Metales y metaloides</i>					
Cadmio	mg/L	0.05	0.05		
Cinc	mg/L	3.00	3.00		
Cobre	mg/L	1.00	1.00		
Cromo	mg/L	0.50	0.50		
Mercurio	mg/L	0.01	0.01		
Níquel	mg/L	0.50			
Plomo	mg/L	0.20	0.20		
<i>Otros parámetros para análisis y reporte</i>					
Acidez total	mg/L $\text{CaCO}_3$	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte
Alcalinidad total	mg/L $\text{CaCO}_3$	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte
Dureza total	mg/L	Análisis y	Análisis y	Análisis y	Análisis y reporte

	CaCO <sub>3</sub>	reporte	reporte	reporte	
Color real (Medidas de absorbancia a las siguientes longitudes de onda: 436 nm , 525 nm y 620 nm)	m <sup>-1</sup>	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte

**Anexo A (Continuación).** *Parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas -ARnD a cuerpos de aguas superficiales de actividades asociadas con elaboración de productos alimenticios y bebida.*<sup>68</sup>

Parámetro	Unidades	Elaboración de productos lácteos	Elaboración de aceites y grasas de origen animal y vegetal	Elaboración de café soluble
<i>Generales</i>				
pH	unidades de pH	6.00 a 9.00	6.00 a 9.00	6.00 a 9.00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L O <sub>2</sub>	450.00	550.00	1000.00
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	mg/L O <sub>2</sub>	250.00	300.00	600.00

<sup>68</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE DESARROLLO Y AMBIENTE SOSTENIBLE. Resolución 0631. (17, Marzo, 2015). Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C.: Minambiente, 2015. p. 1-62.

Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	150.00	300.00	400.00
sólidos sedimentables (SSED)	mg/L	2.00	2.00	5.00
Grasas y aceites	mg/L	20.00	40.00	30.00
Compuestos semivolátiles fenólicos	mg/L		Análisis reporte y	Análisis reporte y
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	mg/L	Análisis reporte y	Análisis reporte y	Análisis reporte y
<i>Hidrocarburos</i>				
Hidrocarburos totales (HTP)	mg/L		10.00	
<i>Compuestos de fosforo</i>				
Ortofosfatos	mg/L	Análisis reporte y	Análisis reporte y	
Fosforo total	mg/L	Análisis reporte y	Análisis reporte y	Análisis reporte y
<i>Compuestos de nitrógeno</i>				
Nitratos	mg/L	Análisis reporte y	Análisis reporte y	
Nitritos	mg/L	Análisis reporte y	Análisis reporte y	
Nitrógeno amoniacal	mg/L	Análisis reporte y	Análisis reporte y	
Nitrógeno total	mg/L	Análisis y	Análisis y	Análisis y

		reporte	reporte	reporte	
<i>Iones</i>					
Cloruros	mg/L	500.00	500.00		
Sulfatos	mg/L	500.00	250.00		
Sulfuros	mg/L				
<i>Metales y metaloides</i>					
Cadmio	mg/L		0.05		
Cinc	mg/L		3.00		
Cobre	mg/L		1.00		
Cromo	mg/L		0.50		
Mercurio	mg/L		0.01		
Níquel	mg/L		0.50		
Plomo	mg/L		0.20		
<i>Otros parámetros para análisis y reporte</i>					
Acidez total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	Análisis reporte	y y	Análisis reporte	y y
Alcalinidad total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	Análisis reporte	y y	Análisis reporte	y y
Dureza calcica	mg/L CaCO <sub>3</sub>	Análisis reporte	y y	Análisis reporte	y y
Dureza total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	Análisis reporte	y y	Análisis reporte	y y
Color real (Medidas de absorbancia a las siguientes longitudes de onda: 436 nm , 525 nm y 620 nm)	m <sup>-1</sup>	Análisis reporte	y y	Análisis reporte	y y

**Anexo B.** *Formato consulta a expertos en laboratorios de análisis de calidad de agua en Bucaramanga.*

**CONSULTA A EXPERTOS EN LABORATORIOS ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA EN BUCARAMANGA.**

1. ¿Cómo considera que se encuentra la demanda y la oferta en el área metropolitana de Bucaramanga?
2. En su experiencia, cree usted que Bucaramanga cuenta con suficientes laboratorios acreditados para satisfacer la demanda.
3. ¿Cómo es la capacidad de respuesta y eficiencia de los laboratorios acreditados en el área metropolitana?
4. Si tuviera que contratar un laboratorio de análisis de agua, ¿Cuál contrataría y porque?
5. ¿Que considera usted que sería lo más importante que debe tener un laboratorio de análisis de agua y porque?
6. ¿La relación costo/beneficio es satisfactoria a la hora de contratar con alguno de estos laboratorios acreditados?
7. Que le gustaría encontrar en el portafolio de servicios de un laboratorio de análisis de agua.
8. Como cree usted que influiría en la demanda la entrada en vigencia del nuevo decreto de la ley 3930 del 2010
9. Que sectores industriales considera usted que tienen mayor participación en la contratación de los servicios de un laboratorio de análisis de agua
10. ¿Considera usted que las empresas las cuales necesitan los servicios de un laboratorio de análisis de agua cumplen con la normatividad vigente?

**Anexo C. Formato entrevista a laboratorios de análisis de calidad de agua.**

**LABORATORIOS DE BUCARAMANGA Y EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA**

Nombre de la empresa:

Año de inicio de operación:

**GENERALIDADES DE LOS LABORATORIOS**

1. En el laboratorio que clase de análisis se realizan:

- Aguas
- Suelos
- Alimentos
- Otros. Cuáles

2. En el laboratorio se realizan análisis de tipo:

- Físicoquímico clásico
- Biología molecular
- Microbiología
- Otros. Cuáles?

3. Con cuántos analistas profesionales cuenta la empresa?

- Químicos:
- Microbiólogos:
- Tecnólogos químicos:
- Ingenieros químicos:

4. Ante qué entidades debe registrarse un laboratorio de esta clase?

5. El laboratorio tiene certificaciones nacionales (ejemplo: INVIMA, ICONTEC, ISO, entre otras)?

- Si
- No

Si la respuesta es positiva mencione cuales:

6. El laboratorio tiene certificaciones internacionales (ejemplo: PICCAP- Programa interlaboratorio de control de calidad de agua potable, API- American Proficiency Institute, entre otras)?

- Si
- No

Si la respuesta es positiva mencione cuales:

7.Cuál cree usted que es la fortaleza más significativa del laboratorio?

- Tecnología
- Recurso humano especializado
- Capital financiero
- Gerencia
- Otras. Cuáles?

### **PRODUCCIÓN**

8. Las instalaciones, los equipos y las oficinas administrativas, están en buenas condiciones?

9. La antigüedad de los equipos y maquinaria del laboratorio es?

- Menor a 5 años
- Entre 5 y 10 años
- Mayor a 10 años
- Otra. ¿Cuál?

10. Cuáles son los equipos que generan mayor ventaja competitiva. Mencíónelos :

¿Por qué?

11. Cuáles son los equipos del laboratorio más significativos, al interior de la empresa?

12. Qué factores positivos y negativos, ya sea internos o externos, prevé que pueden afectar el desempeño de su laboratorio en los próximos 10 años?

### **MERCADO**

13. El segmento del mercado que atiende el laboratorio es?

- Empresas públicas
- Empresas privadas

- Particulares
- Todos los anteriores
- Otros. ¿Cuáles?

14. Cómo se hace la divulgación de los servicios de análisis que tiene el laboratorio?

- Medios escritos (Periódicos, revistas)
- Publicidad Internet (YouTube, facebook, twitter, Instagram)
- Directorios especializados.
- Otros. ¿Cuáles?

15. El precio de los servicios de análisis del laboratorio es percibido por los clientes como?

- Alto
- Bajo
- Promedio
- Otro. Cuál?

16. A través de qué estrategias miden el nivel de satisfacción de los clientes con el servicio prestado?

- Percepción del cliente
- Quejas o reclamos
- Indicadores comerciales( fidelidad de clientes, negocios nuevos y perdidos, cumplimiento de plazos de entrega)
- Índices de defectos o rechazos
- Otro. Cuál?

17. De las siguientes ventajas cuales considera que serían las tres más significativas en su laboratorio?

- Calidad
- Precio
- Servicio
- Tecnología
- Rapidez
- Imagen

18. El laboratorio tiene sucursales?

- Si
- No

Donde?

- En el Área Metropolitana de Bucaramanga
- En otra ciudad

19. Los proveedores del laboratorio son:

- Nacionales
- Internacionales
- Ambos

## COMPETENCIA

20. Sabe usted cuál es la participación de su laboratorio en el mercado?

- Si
- No

21. Cuál podría ser la posición que ocupa este laboratorio con relación a sus principales competidores?

- Entre los primeros 5
- Entre los primeros 10
- No sabe

22. Cuál considera usted que es el laboratorio que compite directamente con este?

23. Cuáles son las cualidades que caracterizan a su competidor?

24. Cuál o cuáles serían las debilidades de su competidor?

25. Respecto a la competencia, usted considera que este laboratorio es líder en:

- Calidad y servicio al cliente
- Reconocimiento
- Seguridad en la información
- Experiencia y capacitación
- Otra. Cuál?

**Anexo D.** *Formato encuesta a empresas comerciales e industriales potencialmente generadoras de vertimientos.*

## **EMPRESAS DE BUCARAMANGA Y EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA**

Nombre de la empresa:

Año de inicio de operación:

1. ¿Cuál es la actividad económica de la empresa?

- Fabricación de productos alimenticios.
- Fabricación de papel, vidrio, cartón o artes gráficas.
- Fabricación de calzado, curtiembres o tintorería.
- Fabricación de productos químicos o farmacéuticos

2. ¿Cuántos empleados tiene la empresa? Entre:

- 1 a 10 empleados
- 11 a 50 empleados
- 51 a 200 empleados
- Más de 201 empleados

3. ¿De un número de 1 a 5 cómo calificaría la preocupación de la empresa por el medio ambiente? Donde 5 representa una preocupación alta y 1 preocupación baja.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

4. ¿Conoce usted alguna normatividad sobre recursos hídricos?

- Si
- No

De ser afirmativa la pregunta número cuatro (4) responda las preguntas número cinco (5), seis (6) y siete (7) de lo contrario continúe con la pregunta número siete (8). En qué consiste la ley o el decreto del cual usted tiene conocimiento.

En que consiste la ley o el decreto de la cual usted tiene conocimiento.

5. ¿La normatividad mencionada por usted afecta de alguna manera la empresa en la que labora actualmente?

- Si
- No

Si respondió Si a la pregunta anterior, cuéntenos como afecta a la empresa esta normatividad:

6. ¿Conoce usted el decreto de ley 3930 del 2010?

- Si
- No

7. ¿Conoce usted el decreto de ley 1594 de 1984?

- Si
- No

8. ¿Considera usted que las empresas en su sector cumplen con la normatividad vigente, esto con base a los vertimientos producidos?

- Si
- No
- 

9. ¿De acuerdo a la respuesta anterior por qué cree que se cumple o incumple la normatividad referente a los vertimientos de aguas?

10. ¿Cómo maneja la empresa los vertimientos de aguas?. Si los tiene.

11. ¿En la empresa ha hecho un estudio de análisis de agua?

- Si
- No

12. Los análisis de calidad del agua dentro de su empresa los realiza:

- Laboratorio de la empresa
- No tienen laboratorio pero contratan directamente los servicios de uno que se encargue de todos los análisis de calidad de agua que se requieran.

- La empresa tiene contratada una empresa externa que se encarga de la gestión ambiental de su empresa.
- No realizan ningún tipo de análisis de calidad de agua

13. ¿Con que frecuencia se realizan estos análisis de calidad de agua?

- Diariamente
- Semanalmente
- Mensualmente
- Trimestralmente
- Anualmente

14. ¿Qué tipo análisis de agua requiere la empresa?. Enúncielos por favor:

15. ¿Con que empresa o laboratorio realizo el estudio de análisis de calidad de agua?

16. ¿De 1 a 5 cómo calificaría usted el laboratorio que le presta los servicios de análisis de calidad de agua?. Siendo 1 malo y 5 excelente

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

De una corta explicación del porqué de dicha calificación:

17. ¿Qué rango de precios su empresa paga por concepto de servicios de análisis de la calidad del agua? Entre:

- \$ 0 – \$ 100.000
- \$ 100.000 - \$ 250.000
- \$ 250.000 - \$ 500.000
- \$ 500.000 – \$ 1'000.000
- Más de \$ 1'000.000

18. ¿Sabe usted si el laboratorio que le presta estos servicios cuenta con alguna acreditación tal como: ISO 9001:2000, ISO/IEC 17025:2005 o ISO/IEC 17025:2001 entre otras?

- Si
- No
- No sabe
- 

19. ¿Le gustaría tener convenio con algún laboratorio que preste servicios de análisis de calidad del agua?

- Si
- No

¿Por qué?

20. ¿A futuro le interesaría que el laboratorio de calidad de agua de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander (UIS) le prestara los servicios de análisis de calidad de agua para su empresa?

- Si
- Posiblemente
- No

¿Por qué?