



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
"MANUEL FÉLIX LÓPEZ"**

**DIRECCIÓN DE CARRERA: MEDIO AMBIENTE**

**INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN  
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
EN MEDIO AMBIENTE**

**MODALIDAD:  
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:  
DESCARGA DE VINAZAS DE LA DESTILERÍA SAN RAMÓN,  
COMUNIDAD DE AGUA FRÍA Y, LA CALIDAD DE SU ENTORNO**

**AUTOR(ES):  
FREDDY A. DUEÑAS CEVALLOS  
MIGUEL A. ULLAURI ALCÍVAR**

**TUTORA:  
Ing. FLOR MARÍA CÁRDENAS, M.Sc.**

**CALCETA, DICIEMBRE 2019**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

**DUEÑAS CEVALLOS FREDDY A. Y ULLAURI ALCÍVAR MIGUEL A.**, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

---

**DUEÑAS CEVALLOS FREDDY A.**

---

**ULLAURI ALCÍVAR MIGUEL A.**

## CERTIFICACIÓN DE TUTOR

**ING. FLOR MARÍA CÁRDENAS, M.Sc.**, certifica haber tutelado el proyecto **DESCARGA DE VINAZAS DE LA DESTILERÍA SAN RAMÓN, COMUNIDAD DE AGUA FRÍA Y, LA CALIDAD DE SU ENTORNO**, que ha sido desarrollada por **DUEÑAS CEVALLOS FREDDY A. Y ULLAURI ALCÍVAR MIGUEL A.**, previa la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**ING. FLOR MARÍA CÁRDENAS, M.Sc.**



## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por brindarme su bendición, salud, paciencia y sabiduría para poder lograr mis metas propuestas.

A mi papá Freddy Dueñas, que desde el cielo me da fuerzas para seguir superándome, a mi mamá Betty Cevallos por ser un pilar fundamental y apoyarme incondicionalmente.

A la Carrera de Ingeniería Ambiental de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, a sus directivos, cuerpo docente y administrativo, que con sus conocimientos y apoyo de una u otra manera han aportado en mi superación y a la búsqueda de soluciones.

En forma muy especial a mi tutor de tesis, Ing. Flor María Cárdenas, por su desinteresado y valioso apoyo que en todo momento siempre nos brindó para la culminación de este trabajo de investigación; y que sin el mismo, hubiese sido imposible hacerlo.

A todos mis compañeros, futuros colegas y amigos que me ayudaron de manera desinteresada y de buena voluntad, en especial a mi amigo y compañero de tesis Miguel A. Ullauri gracias infinitas.

**DUEÑAS CEVALLOS FREDDY A.**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A mis Padres, Ángel y Teresa por ser los mejores, por haber estado conmigo apoyándome en los momentos difíciles, por dedicar tiempo y esfuerzo para ser una persona de bien, y darme excelentes consejos en mi caminar diario. A mis hermanos, que con su ejemplo y dedicación me han instruido para seguir adelante en mi vida profesional.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día.

A mis profesores que durante toda mi carrera profesional han aportado con un granito de arena a mi formación, gracias por sus consejos, su enseñanza y más que todo por su amistad.

A mi tutor de tesis, Ing. Flor María Cárdenas que por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

**ULLAURI ALCÍVAR MIGUEL A.**

## **DEDICATORIA**

A mis Padres: DUEÑAS PINARGOTE ANGEL FREDDY (+) y CEVALLOS CORDOVA BETTY LOURDES.

En agradecimiento y reconocimiento a todos sus esfuerzos de sacar adelante a su familia, de no decaer en los buenos momentos y mucho más apoyar en los malos momentos y, por las infinitas formas de cariño compartido.

A mis Abuelos, Hermanos y Familiares.

Por el permanente apoyo moral y anhelo de contribuir a mi superación en cada decisión y proyecto.

A mi hija: ABBY DUEÑAS INTRIAGO.

En reciprocidad a las infinitas alegrías que me brindas cada día, por ser tú mi motivación más grande de superación y salir adelante para que te sientas muy orgullosa de mí.

**DUEÑAS CEVALLOS FREDDY A.**

## **DEDICATORIA**

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

Para mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por apoyarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

**ULLAURI ALCÍVAR MIGUEL A.**



## CONTENIDO

CARATULA.....	i
DERECHOS DE AUTORÍA .....	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
DEDICATORIA .....	viii
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
<b>CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....</b>	<b>1</b>
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	1
1.2. Justificación .....	2
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. General.....	3
1.3.2. Específicos .....	3
1.4. Hipótesis, premisas y/o ideas a defender.....	3
1.5. Variables.....	3
1.5.1. Variable independiente .....	3
1.5.2. Variable dependiente .....	3
<b>CAPITULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
2.1. Residuos líquidos industriales.....	4
2.2. Carga contaminante.....	5
2.3. Vinazas .....	5
2.4. Calidad del entorno .....	6
2.5. Olor del aire .....	6
2.6. Pérdida de la cobertura vegetal.....	9
2.7. Contaminación de aguas superficiales incluidos los esteros .....	9
<b>CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO .....</b>	<b>13</b>
3.1. Ubicación .....	13
3.2. Duración .....	13
3.3. Variables de estudio.....	13
3.3.1. Variable independiente .....	13

3.3.2.	Variable dependiente .....	13
3.3.3.	Tipo de investigación .....	13
3.4.	Procedimientos .....	14
3.5.	Población y muestra.....	16
3.6.	Técnicas estadísticas.....	17
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>		<b>18</b>
4.1.	Reconocimiento de la zona estudio.....	18
4.2.	Ponderación de las cargas contaminantes de vinazas .....	18
4.3.	Resultados de la aplicación de la guía de observación .....	22
4.4.	Resultados de la aplicación de la guía de entrevista .....	29
4.5.	Verificación de la hipótesis .....	36
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>		<b>38</b>
5.1.	Conclusiones .....	38
5.2.	Recomendaciones .....	39
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>40</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>43</b>
Anexo 1.....		44
Anexo 2.....		46
Anexo 3.....		48

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 4. 1.</b> Ubicación del área de estudio.....	<b>18</b>
<b>Cuadro 4.2.</b> Medición de caudal de vinazas en dm <sup>3</sup> /min .....	<b>20</b>
<b>Cuadro 4.3.</b> Caracterización de las vinazas de la destilería San Ramón .....	<b>21</b>
<b>Cuadro 4.4.</b> Cargas contaminantes descargadas al ambiente (poza) en las vinazas de la destilería San Ramón.....	<b>21</b>
<b>Cuadro 4.5.</b> Olor del aire .....	<b>23</b>
<b>Cuadro 4.3.</b> Causas del olor del aire .....	<b>23</b>
<b>Cuadro 4.7.</b> Cobertura vegetal .....	<b>24</b>
<b>Cuadro 4.8.</b> Causas de la pérdida de la cobertura vegetal .....	<b>25</b>
<b>Cuadro 4.9.</b> Presencia de vectores .....	<b>26</b>
<b>Cuadro 4.10.</b> Causas del incremento de la presencia de vectores .....	<b>26</b>
<b>Cuadro 4.11.</b> Deterioro de la calidad del agua del estero Agua Fría.....	<b>27</b>
<b>Cuadro 4.12.</b> Causas del deterioro de la calidad del agua del estero Agua Fría.....	<b>28</b>
<b>Cuadro 4.8.</b> Totalización de los resultados obtenidos en la aplicación de la guía de observación por expertos.....	<b>29</b>
<b>Cuadro 4.14.</b> Olor del aire .....	<b>29</b>
<b>Cuadro 4.15.</b> Causas del olor del aire .....	<b>30</b>
<b>Cuadro 4.16.</b> Cobertura vegetal .....	<b>31</b>
<b>Cuadro 4.17.</b> Causas de la pérdida de la cobertura vegetal .....	<b>31</b>
<b>Cuadro 4.18.</b> Presencia de vectores .....	<b>32</b>
<b>Cuadro 4.19.</b> Causas del incremento de la presencia de vectores .....	<b>33</b>
<b>Cuadro 4.20.</b> Deterioro de la calidad del agua del estero Agua Fría.....	<b>34</b>
<b>Cuadro 4.21.</b> Causas del deterioro de la calidad del agua del estero Agua Fría.....	<b>34</b>
<b>Cuadro 4.22.</b> Totalización de los resultados obtenidos en la aplicación de la guía de entrevista .....	<b>35</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.1.</b> Clasificación de las aguas residuales .....	<b>4</b>
<b>Figura 4.1.</b> Causas atribuibles a los resultados del parámetro olor.....	<b>24</b>
<b>Figura 4.2.</b> Causas atribuibles a los resultados de la pérdida de la cobertura vegetal .....	<b>25</b>
<b>Figura 4.3.</b> Causas atribuibles al incremento de la presencia de vectores.....	<b>27</b>
<b>Figura 4.4.</b> Causas atribuibles al deterioro de la calidad del agua del estero Agua Fría .....	<b>28</b>
<b>Figura 4.5.</b> Causas atribuibles a los resultados del parámetro olor.....	<b>30</b>
<b>Figura 4.6.</b> Causas atribuibles a la pérdida de la cobertura vegetal en los últimos 10 años.....	<b>32</b>
<b>Figura 4.7.</b> Causas atribuibles al incremento de la presencia de vectores en los últimos 10 años .....	<b>33</b>
<b>Figura 4.8.</b> Causas que se atribuyen al deterioro de la calidad del agua del estero Agua Fría ...	<b>35</b>

## RESUMEN

El estudio desarrollado respondió a la formulación de la problemática sobre la relación entre la descarga de vinazas de la destilería San Ramón, ubicada en la comunidad de Agua Fría, cantón Junín y, la calidad de su entorno; rechazándose la hipótesis de investigación de que dicha descarga se relaciona positivamente con la calidad del entorno del territorio señalado. Para establecer este rechazo, se procedió a la ponderación de la descarga de vinazas, a través de las mediciones del caudal y de concentración o medidas de parámetros indicadores de la contaminación como Potencial de Hidrógeno (pH), Conductividad Eléctrica (CE), Sólidos Totales (ST), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $DBO_5$ ), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Fosfato ( $PO_4^{3-}$ ), Nitrato ( $NO_3^{1-}$ ), Nitrito ( $NO_2^{1-}$ ) y Amonio ( $NH_4^+$ ); todo ello como parte de la variable independiente. Como variable dependiente se determinó la calidad del entorno de la destilería, a través de los instrumentos guía de observación aplicada in situ y guía de entrevista a una muestra de 91 personas, representativa la población de más de 18 años de edad; así se caracterizaron parámetros como olor del aire, pérdida de la cobertura vegetal, incremento de la presencia de vectores y, calidad del agua del estero Agua Fría, así como las causas de las negatividades que rondaron el 94%, en cuanto a la técnica observación in situ y, el 75% según la técnica de entrevista. Según los resultados, fue evidente, con muy alta confianza bajo cualquier análisis estadístico, que tanto las concentraciones, como las cargas contaminantes descargadas al ambiente por la destilería San Ramón, están muy por encima de las máximas permitidas por la normativa, tanto nacional como internacionalmente. Con respecto al Potencial de Hidrógeno, pH, los valores obtenidos estuvieron en el rango francamente ácido, muy por debajo de lo permitido por la normativa.

### **PALABRAS CLAVES:**

Vinazas, Contaminación de agua, cobertura vegetal, Cargas contaminantes, calidad del entorno, olor del aire.

## ABSTRACT

The developed study responded to the problem formulation regarding the relationship between the discharge of vinasse from the San Ramón distillery, located in the community of Agua Fría, municipality of Junín and the quality of its surroundings; rejecting the research hypothesis and establishing that the discharge is positively related to the quality of the territory environment. To establish this rejection, it was proceeded to the weighting of the vinasse discharge, through the flow and concentration measurements of pollution indicating parameters such as Hydrogen Potential (pH), Electrical Conductivity (CE), Total Solids (ST), Total Suspended Solids (TSS), Biochemical Oxygen Demand (BOD5), Chemical Oxygen Demand (COD), Phosphate (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>), Nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), Nitrite (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) and Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>); all as part of the independent variable. As a dependent variable, the quality of the distillery's environment was determined, through the observation guide instrument applied in situ and interview guide to a sample of 91 people, representative of the population over 18 years of age; thus, parameters such as air odor, loss of vegetation cover, the presence of vectors and water quality in the Agua Fría estuary, as well as the causes of their negativities that hovered around 94%, in terms of observation technique in situ were characterized and 75% according to the interview technique. Considering the results, it was evident, with very high confidence under any statistical analysis, that both the concentrations and the pollutant loads discharged into the environment by the San Ramón distillery are well above the maximum allowed by the regulations, both nationally and internationally. This occurred with all mentioned parameters. With respect to the Hydrogen Potential, pH, the values obtained were in the frankly acid range, well below what is allowed by the regulations. It is recommended the treatment of vinasse by an anaerobic system, taking advantage of biogás generation.

### KEYWORDS:

Vinasses, water pollution, vegetation cover, pollutant loads, quality of the environment, smell of the air.

# CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Una de las fermentaciones industriales más importante y mejor conocida es la que rinde alcohol etílico, al actuar las levaduras, particularmente la *Saccharomyces cerevisiae*, sobre soluciones azucaradas, como las mieles finales de la producción de caña de azúcar, o el guarapo de caña de azúcar molida en trapiches, principalmente, con adición de sales de nitrógeno y fósforo (sulfato de amonio y fosfato de amonio), como nutrientes.

El alcohol etílico o etanol ( $C_2H_5OH$ ) es el componente principal del aguardiente, el cual, a su vez, es la base de bebidas como el ron, cuando este procede de la caña de azúcar o del whiskey cuando se produce a partir de cereales como el arroz y el maíz, entre otros.

Las llamadas vinazas son los residuos líquidos generados en el proceso de destilación de los mostos fermentados que contienen el etanol que se obtiene en dicho proceso. Históricamente, han sido consideradas como un subproducto indeseable de la destilación de alcohol, ya que generan efectos ambientales como contaminación de suelos, aire, ríos, aguas subterráneas y mares cercanos a este tipo de industrias.

Son un líquido de color oscuro que puede variar desde café hasta casi negro, de olor fuerte, temperatura de ebullición cercana a los  $100^{\circ}C$ , pH medianamente ácido y una DBO5 (demanda bioquímica de oxígeno de 5 días) que oscila entre 70 y 80 g/dm<sup>3</sup>. (Jiménez y otros, 2006). Está compuesto por un 93% de agua, 2% de compuestos inorgánicos (potasio, calcio, sulfatos, cloruros, nitrógeno, fósforo, etc.) y un 5% de compuestos orgánicos que volatilizan al ser calentadas a  $650^{\circ}C$ . (Prescott y Dunn, 1982)

La destilería San Ramón descarga sus vinazas al ambiente al depositarlas en una fosa cavada en el suelo, sin membrana protectora, la que al rebosarse por la caída del agua de lluvia, se desborda, contaminando el estero Agua Fría, que corre en sus inmediaciones y generando olores desagradables en el aire

circundante, que puede ser percibido por los pobladores, además de infiltrarse al agua subterránea, degradando también al suelo con el que entra en contacto.

Lo expuesto permite formular la siguiente interrogante:

¿Cómo influye la descarga de vinazas de la destilería San Ramón con la calidad de su entorno?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

El estudio a realizarse se justifica a través de la respuesta a la interrogante sobre por qué y para qué se investiga, lo que basa mediante el planteamiento de dos utilidades: práctica y metodológica. La utilidad práctica, en este caso, radica en que con los resultados a obtener, se beneficiará la población de Agua Fría, particularmente los sectores más vulnerables de la misma: menores de edad, adultos mayores y personas con problemas de salud y discapacidades, por ejemplo, respiratorias, al establecerse la necesidad de disponer de manera apropiada, desde el ángulo ambiental, de las vinazas que actualmente llegan al entorno natural de forma indiscriminada.

Desde el punto de vista metodológico, los métodos, técnicas e instrumentos a utilizar, podrán ser extrapolados a otras poblaciones geográficamente cercanas y contextualmente similares, donde también se dan negatividades en la disposición de los residuos de la industria alcoholera al ambiente.

Legalmente, la investigación se justifica al considerar lo planteado en la Constitución de la República del Ecuador (Presidencia de la República, 2008), donde se estipula que la población ecuatoriana tiene el derecho inalienable de vivir en un ambiente sano. También se basa en la Ley de Gestión Ambiental (Ministerio del Ambiente, 2004), donde se expresa un conjunto de políticas, normas, actividades operativas y administrativas de planeamiento, financiamiento y control estrechamente vinculadas, que deben ser ejecutadas por el Estado y la sociedad para garantizar el desarrollo sustentable y una óptima calidad de vida.

Asimismo, en el Texto Unificado de la Legislación Secundaria Medioambiental (Ministerio del Ambiente, 2015), donde en su Libro VI, se establecen límites de parámetros indicadores de la contaminación, por ejemplo para las descargas al



agua, aunque utilizando concentraciones en vez de cargas. También en otros acápite se refiere al suelo y al aire como bienes susceptibles de contaminación por vertidos ambientalmente inapropiados.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. General**

Evaluar la influencia entre la descarga de vinazas de la destilería San Ramón y la calidad de su entorno.

#### **1.3.2. Específicos**

- a) Ponderar la descarga de vinazas
- b) Determinar la calidad del entorno

### **1.4. HIPÓTESIS, PREMISAS Y/O IDEAS A DEFENDER**

$H_1$ : La descarga de vinazas de la destilería San Ramón influye positivamente con la calidad de su entorno.

$H_0$ : La descarga de vinazas de la destilería San Ramón no se influye positivamente con la calidad de su entorno.

### **1.5. VARIABLES**

#### **1.5.1. Variable independiente**

Descarga de vinazas.

#### **1.5.2. Variable dependiente**

Calidad del entorno.

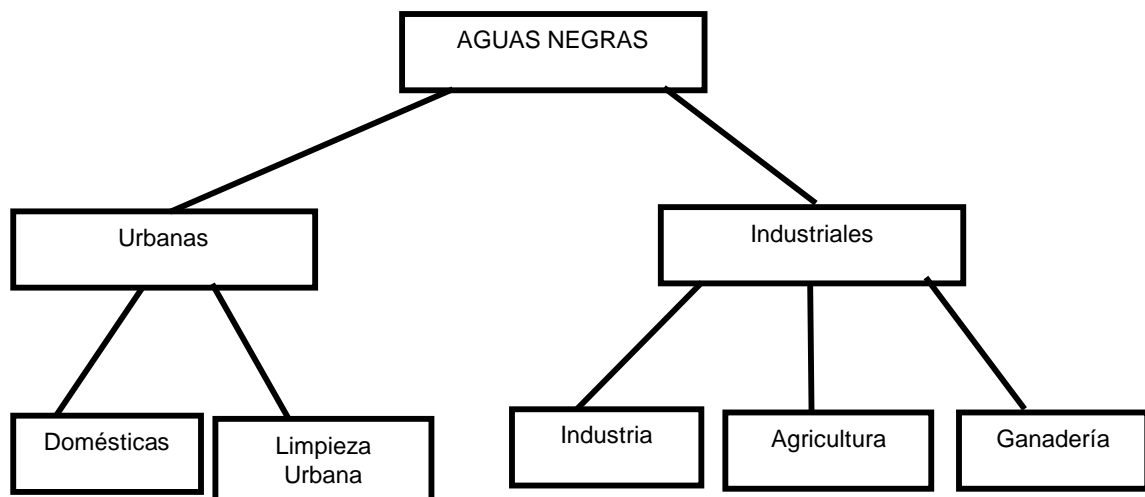
## CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. RESIDUOS LÍQUIDOS INDUSTRIALES

Las aguas residuales industriales presentan una gran cantidad de componentes en su etapa final, condicionados por el tipo de actividad a la que fue sometida el agua. Las fuentes y características de estas aguas residuales suelen estar relacionadas con el área industrial en la que se utilicen.

Agua residual es aquella que se genera a partir del uso de un agua natural, o de la red, en una función determinada, ya sea de producción, de servicios o doméstica. Si el origen es de la industria, en general, se conocen como aguas residuales industriales; la eliminación de las mismas a través de algún bien ambiental es lo que se conoce como vertido.

En la Figura 2.1 se muestra una clasificación de las aguas residuales que deben ser vertidas al ambiente, ya sea tratadas, preferentemente, o sin tratar.



**Figura 2.1.** Clasificación de las aguas residuales  
**Fuente:** Morales y otros (2017)

En general puede concluirse que las aguas residuales industriales son las que proceden de cualquier actividad industrial en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua, incluyéndose los líquidos residuales, aguas de proceso y aguas de drenaje. Contienen casi todos los tipos de contaminantes, minerales, orgánicos, térmicos por las aguas de refrigeración y que se disponen en el ambiente, con la condición legal de hacerlo después de algún tipo de tratamiento, que propicie la disminución de su agresividad. El

vertimiento puede causar la contaminación de aguas superficiales, subterráneas, mares en zonas costeras, suelo y aire. (Morales y otros, 2017)

## 2.2. CARGA CONTAMINANTE

La carga contaminante de un contaminante X, denominada por la simbología  $\lambda(X)$ , es la masa del mismo, por ejemplo en kilogramos que se vierte al ambiente de un contaminante en la unidad de tiempo, por ejemplo, día. Matemáticamente se calcula multiplicando el caudal (Q) por la concentración del contaminante c(X):

$$\lambda(X) = Q \cdot c(X)$$

Si el caudal del agua residual se expresa en m<sup>3</sup>/d y la concentración en kg/m<sup>3</sup>, entonces la carga del contaminante resultará en kg/d. (Metcalf y Eddy Inc., 1995).

## 2.3. VINAZAS

La industria azucarera tiene efectos contaminantes sobre el agua derivados de su elevado consumo energético, sus descargas de altas temperaturas y gran contenido de materia orgánica (bagazo, cachaza y vinazas), además contribuye a la contaminación del aire, debido al bagazo (materia en suspensión) y malos olores.

Las vinazas son los residuos líquidos que se producen al destilar los licores fermentados de las melazas de caña de azúcar, principalmente, o de la solución azucarada (sacarosa) de la molienda de dicho vegetal. En la parte inferior de las torres o equipos de destilación, una vez separada la fracción menos pesada (alcohol etílico y algunos derivados), debe disponerse del líquido relativamente denso y muy concentrado en materiales contaminantes, de color muy oscuro, de temperatura bordeando los 100°C. (Zúñiga y Gandini, 2013).

Presentan valores de pH una tendencia en su pH a ácido - neutro, presentan un alto contenido de sólidos en suspensión que van desde 700 hasta 4500 mg/dm<sup>3</sup>. En cuanto a la DQO, los valores van desde 17300 hasta 117000 mg/dm<sup>3</sup>; los que exceden por mucho las normas de calidad de agua y de vertimientos de aguas residuales de cualquier país. La concentración de BDO<sub>5</sub> estuvo en el rango de 6700 hasta 17100 mg/dm<sup>3</sup>, los nitratos de 60 a 182 mg/dm<sup>3</sup> y fosfatos

de 17 a 156 mg/dm<sup>3</sup>. (Zúñiga y Gandini, 2013; Chiva, 2010; Chaves, 2004 y Becerra, 2009)

## **2.4. CALIDAD DEL ENTORNO**

La calidad del entorno o calidad ambiental es el grado en que el estado actual o previsible de algún componente básico permite que el ambiente desempeñe adecuadamente sus funciones de sistema que rige y condiciona las posibilidades de vida en la Tierra. Este grado no se puede cuantificar; solo se le califica con fundamentos, a través de un juicio de valor. (Glosario Net, 2017).

La Subsecretaría de Calidad Ambiental busca mejorar la calidad de vida de la población, controlando la calidad de agua, clima, aire y suelo, de tal manera que sean sanos y productivos; para ello es necesario trabajar desde la prevención y el control impidiendo la degradación de los ecosistemas a través del manejo desconcentrado, descentralizado y participativo de gestión ambiental. (Ministerio del Ambiente, 2014)

De otra parte se entiende a la calidad ambiental como el conjunto de características (ambientales, sociales, culturales y económicas) que califican el estado, disponibilidad y acceso a componentes de la naturaleza y la presencia de posibles alteraciones en el ambiente, que estén afectando sus derechos o puedan alterar sus condiciones y los de la población de una determinada zona o región. (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2013)

Entre los indicadores de calidad ambiental que serán utilizados en el presente estudio, la calidad del agua superficial, (caudal de vinazas, Sólidos Totales, Suspendidos Totales y Disueltos Totales, Demanda Química de Oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno), el olor del aire, la cobertura vegetal (pérdida).

## **2.5. OLOR DEL AIRE**

El olor es la sensación resultante de la recepción de un estímulo por el sistema sensorial olfativo. Se genera por una mezcla compleja de gases, vapores y polvo, donde la composición influye en el tipo de olor percibido por el receptor. Aquello que no produce sensación de olor, es decir, que no se puede percibir por el olfato

se denomina inodoro. El término fragancia o aroma es usado principalmente por la industria de alimentos o cosméticos para describir un olor placentero, y es comúnmente usada para referirse a perfumes. Los olores corresponden al fenómeno objetivo de los elementos disueltos en el aire, aunque, como en otros sentidos, varios factores psicológicos pueden desempeñar cierto papel en la percepción de los mismos. Es decir, el olor es una propiedad organoléptica perceptible por el órgano olfativo cuando inspira determinadas sustancias volátiles. (Cardona, 2018)

También puede establecerse que el olor es el estímulo que es captado por el sentido del olfato y que proviene de diversos productos o individuos de acuerdo a los ingredientes o características que posean. Según los expertos, los olores surgen a partir de la combinación de gases, polvo, vapor y sustancias pertenecientes al elemento en cuestión y se difuminan en el ambiente. En ciertas ocasiones, el término es empleado como sinónimo de aroma o fragancia, aunque técnicamente no significan lo mismo. Una clasificación general y amplia podría concucir a hablar de buenos o malos olores, pero para saber más sobre los hedores y huellas olfativas es necesario recopilar datos más precisos relacionados al origen del olor, su intensidad, su composición y su duración. (Vanderbilt, 2012)

En la realidad concurren gran cantidad de actividades industriales, agrícolas, ganaderas que producen emisiones gaseosas que contienen un conjunto de sustancias que le confieren olores molestos a personas y animales, causando rechazo del aire al ser respirado, influyendo negativamente en la calidad de vida, considerándose entonces como variante de contaminación ambiental. (Van Harreveld, 2014).

Debido al componente subjetivo de los olores, a la dificultad de discernir entre los olores “agradables” y los “desagradables”, es difícil determinar cuándo se traspasa el umbral de lo tolerable y en qué punto se sitúa lo jurídicamente permisible a la hora de establecer máximos de tolerancia, en ese sentido, la olfatometría se presenta como una herramienta muy eficaz para el estudio y control de olores. (Van Harreveld, 2008). Todavía no se ha desarrollado ninguna legislación nacional que regule el problema de los malos olores.

Según la bibliografía especializada, todos los aromas que pueden ser percibidos por los humanos se pueden dividir en 10 tipos de olores básicos. Los 10 tipos de olores primarios son los siguientes:

- Fragante o floral (por ejemplo, el olor de las flores y de los perfumes)
- Leñoso o resinoso (por ejemplo, el olor de los pinos o el de la hierba recién cortada)
- Frutal (es el olor de las frutas no cítricas)
- Químico (por ejemplo, el olor de productos de limpieza como la lejía o el amoníaco)
- Mentolado o refrescante (por ejemplo, el olor del eucalipto o del alcanfor)
- Dulce (por ejemplo, los olores del caramelo, la vainilla o el chocolate)
- Quemado o ahumado (como las palomitas de maíz. De hecho a veces se le conoce simplemente como olor a palomitas)
- Cítrico (por ejemplo, los olores de la naranja o del limón)
- Podrido (por ejemplo, los olores de la carne podrida y la leche agria)
- Acre o rancio (por ejemplo, el olor del humo del tabaco)

Podrido y acre se pueden meter en una categoría considerada repugnante, para diferenciarlos de los otros ocho olores, que se tienen por agradables.

Como era de esperar para los científicos, los grupos de olor tienen mucho que ver con el gusto. De hecho, se sugiere que los receptores de olor en la nariz humana están diseñados para ayudar a olfatear los alimentos que se necesitan para seguir una dieta saludable y evitar los repugnantes. (Ciencia BBC Mundo, 2013)

Teniendo en cuenta la complejidad que implica la determinación del olor del aire y de que en muchos países no está establecida una normativa para delimitar máximos permisibles, se ha desarrollado un mecanismo a través de una guía de entrevista (por si existen personas con deficiencias en la lectura) para medir, cualitativamente, transformándose después en medida cuantitativa, el olor del aire que se respira y percibe. (Bernal y Najarro, 2019). Según estos investigadores, según los objetivos de calidad ambiental, la determinación de olores solamente deberá considerar los índices “muy agradable”, “agradable”, “inodoro”, “desagradable” y, “muy desagradable” para cuando es irrespirable.

Sobre esta base se deberán aplicar encuestas o entrevistas a las poblaciones posiblemente afectada en este sentido.

## **2.6. PÉRDIDA DE LA COBERTURA VEGETAL**

La cubierta vegetal es la cobertura de plantas (flora) salvajes o cultivadas que crecen espontáneamente sobre una superficie de suelo o en un medio acuático. Su distribución en la tierra depende de los factores climáticos y de los suelos. La relación entre la vegetación y el clima es muy grande. Tiene tanta importancia que inclusive se llega a dar nomenclatura a los climas según el tipo de vegetación que crece en la zona donde ellos imperan. Por eso se habla de un clima de selva de un clima de sabana, de clima de taiga, etc. (Pimentel, Harvey, and Blair, 1995)

En una determinada localidad, debido a actividades antropogénicas o a fenómenos naturales, puede suceder que el área de cobertura vegetal sufra una disminución en un intervalo tiempo dado, la cual puede ser significativa y, a su vez, un indicador de deterioro de la calidad ambiental de los territorios.

## **2.7. CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES INCLUIDOS LOS ESTEROS**

Una de las formas en que se presentan los flujos de aguas superficiales es el estero, como corriente de agua lenta y poco caudalosa, que en determinadas épocas del año puede estar relativamente seca y que puede verse como un río minimizado. Como corriente hídrica, es susceptible de contaminación por diferentes causas.

La contaminación es la presencia de sustancias químicas o de otra naturaleza en concentraciones superiores a las condiciones naturales. Entre los contaminantes más importantes se encuentran los microorganismos, los nutrientes, los metales pesados, los químicos orgánicos, aceites y sedimentos; el calor también puede ser un agente contaminante, al elevar la temperatura del agua y causar el descenso de la solubilidad del oxígeno en ella. Los contaminantes constituyen la principal causa de la degradación de la calidad de

agua en el mundo. (Organización de Naciones Unidas, 2005). Las principales causas que han provocado la contaminación del agua de corrientes hídricas son:

**a) Desechos industriales**

La industria es uno de los principales factores que provocan la contaminación del agua. Desafortunadamente, miles de empresas aún desconocen el buen uso que se debe dar a este recurso y vierten cantidades de productos contaminantes derivados de sus procesos industriales. Los ríos, arroyos, esteros, humedales y canales son los más afectados por estas malas prácticas.

**b) Aumento de las temperaturas**

Aunque no lo parezca, el calentamiento global también influye en la contaminación del agua. ¿Cómo es posible? La explicación es sencilla: cuando un ecosistema sufre temperaturas por encima de las habituales, las fuentes de agua disminuyen su cantidad de oxígeno disuelto (su concentración de saturación), lo cual hace que el agua altere su composición y deteriora la calidad de vida de muchos organismos acuáticos, la mayoría aerobios.

**c) Empleo de excesos de plaguicidas en la agricultura**

La gran mayoría de los procesos agrícolas de nuestro tiempo emplean fertilizantes y productos químicos para el cultivo y la producción de los alimentos. Pues bien, estos productos se filtran a través de canales subterráneos que, en la mayoría de los casos, acaban en las redes de agua que utilizamos para nuestro consumo. Esta agua es difícil de tratar para que vuelva a los canales aptos para el consumo.

**d) Deforestación**

La excesiva tala de árboles contribuye a que los ríos, los lagos y otras fuentes hídricas se sequen. Además de esto, la tala de bosques no en todos los casos incluye la retirada de las raíces de los árboles que están en las orillas de los ríos, lo cual provoca la aparición de sedimentos y bacterias bajo el suelo y la consiguiente contaminación de este preciado recurso.



### **e) Derrames de petróleo**

Finalmente, no podemos olvidar una práctica que tradicionalmente ha provocado la contaminación de aguas en diversos puntos del planeta: los vertidos de crudo y sus derivados. Dichos vertidos se deben al transporte deficiente del petróleo y a la filtración de productos como la gasolina, que generalmente es almacenada en tanques bajo tierra; en muchos casos, los tanques tienen fugas y la sustancia se filtra a los cuerpos que están a su alrededor, entre ellos las fuentes de agua aptas para el consumo humano

La calidad de cualquier masa de agua, superficial o subterránea depende tanto de factores naturales como de la acción humana. Sin la acción humana, la calidad del agua vendría determinada por la erosión del substrato mineral, los procesos atmosféricos de evapotranspiración y sedimentación de lodos y sales, la lixiviación natural de la materia orgánica y los nutrientes del suelo por los factores hidrológicos, y los procesos biológicos en el medio acuático que pueden alterar la composición física y química del agua.

Por lo general, la calidad del agua se determina comparando las características físicas y químicas de una muestra de agua con unas directrices de calidad del agua o estándares. En el caso del agua potable, estas normas se establecen para asegurar un suministro de agua limpia y saludable para el consumo humano y, de este modo, proteger la salud de las personas. Estas normas se basan normalmente en unos niveles de toxicidad científicamente aceptables tanto para los humanos como para los organismos acuáticos.

El deterioro de la calidad del agua se ha convertido en motivo de preocupación a nivel mundial con el crecimiento de la población humana, la expansión de la actividad industrial y agrícola y la amenaza del cambio climático como causa de importantes alteraciones en el ciclo hidrológico.

A nivel global, el principal problema relacionado con la calidad del agua lo constituye la eutrofización, que es el resultado de un aumento de los niveles de nutrientes (generalmente fósforo y nitrógeno) y afecta sustancialmente a los usos del agua.

Las mayores fuentes de nutrientes provienen de la escorrentía agrícola y de las aguas residuales domésticas (también fuente de contaminación microbiana), de efluentes industriales y emisiones a la atmósfera procedentes de la combustión de combustibles fósiles y de los incendios forestales.

Los lagos y los pantanos son especialmente susceptibles a los impactos negativos de la eutrofización debido a su complejo dinamismo, con un periodo de residencia del agua relativamente largo, y al hecho de que concentran los contaminantes procedentes de las cuencas de drenaje. Las concentraciones de nitrógeno superiores a 5 mg/dm<sup>3</sup> de agua a menudo indican una contaminación procedente de residuos humanos o animales o provenientes de la escorrentía de fertilizantes de las zonas agrícolas. (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2002)

## **CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO**

### **3.1. UBICACIÓN**

Se realizó un recorrido por el área bajo estudio (comunidad Agua Fría) y se establecieron las coordenadas GPS de la industria alcoholera San Ramón (destilería, poza de vertimiento de vinazas y estero Agua Fría), las cuales aparecen más adelante, al inicio del próximo Capítulo.

### **3.2. DURACIÓN**

El trabajo de investigación tuvo una duración de 4 meses.

### **3.3. VARIABLES DE ESTUDIO**

#### **3.3.1. Variable independiente**

Descarga de vinazas.

#### **3.3.2. Variable dependiente**

Calidad del entorno.

#### **3.3.3. Tipo de investigación**

La investigación fue de alcance explicativo, correlacionándose las variables y explicándose dicha correlación, según los resultados a obtener. Fue de diseño no experimental, puesto que no habrá manipulación de la variable independiente para medir el comportamiento de la dependiente. Ya las variables habían sido medidas por el azar al momento de realizar el estudio.

### **3.4. PROCEDIMIENTOS**

#### **FASE 1. PONDERACIÓN DE LA DESCARGA DE VINAZAS**

##### **ACTIVIDAD 1.1. RECONOCIMIENTO DE LA ZONA ESTUDIO**

Recorriendo el área de la comunidad de Agua Fría, se establecieron las coordenadas según el Global Positioning System (GPS), ubicándose de manera exacta y precisa la zona de estudio, donde se medirán las variables del estudio.

##### **ACTIVIDAD 1.2. MEDICIÓN DEL CAUDAL DE VINAZAS**

Para la medición del flujo o caudal de vinazas que se genera en la parte inferior del equipo de destilación de mostos de guarapo de caña de azúcar fermentado, se utilizó un recipiente graduado de 10 dm<sup>3</sup> de volumen y un cronómetro digital. Durante diez días y cinco veces por día se obtuvieron los valores de los tiempos de llenado (aforo); al dividir el volumen de 10 dm<sup>3</sup> para el tiempo en cada medición, se obtuvieron 50 mediciones de caudal, las que serán promediadas, resultando así el caudal de trabajo para el posterior cálculo de las cargas de los parámetros indicadores de la contaminación seleccionados y que se vierten en la poza receptora de vinazas, probablemente causando negatividades de la calidad ambiental en la localidad bajo estudio.

##### **ACTIVIDAD 1.3. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DE LAS VINAZAS**

Se tomaron tres muestras de vinazas en un día de trabajo de la destilería, a las que se les midió la temperatura y, una vez que alcanzaron la temperatura ambiente, se les midió el pH, mediante un potenciómetro tipo Analizador PCE-PHD 1. Las tres muestras fueron llevadas, bajo refrigeración, a LABCESTTA (laboratorio certificado N° OAEE LE 2C 06 – 008), ubicado en la ciudad de Riobamba, para la determinación de las concentraciones de los parámetros indicadores de las características de las vinazas: Potencial de Hidrógeno (pH), Conductividad Eléctrica (CE), Sólidos Totales (ST), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Fosfato (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>), Nitrato (NO<sub>3</sub><sup>1-</sup>), Nitrito (NO<sub>2</sub><sup>1-</sup>) y Amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>).

## **ACTIVIDAD 1.4. CÁLCULO DE LAS CARGAS CONTAMINANTES**

Con el valor del caudal medio obtenido previamente se procederá a calcular la carga de cada parámetro indicador de la contaminación, mediante la obtención de los productos de multiplicar dicho caudal por la concentración de cada parámetro, con excepción del pH y la Conductividad Eléctrica, para el cual no se aplicará el criterio de carga, debido a su origen logarítmico.

## **FASE 2. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL ENTORNO**

### **ACTIVIDAD 2.1. APLICACIÓN DE UNA GUÍA DE OBSERVACIÓN IN SITU**

Mediante el uso de una guía práctica de observación se (Anexo 1) se determinará por percepción de expertos la calidad del aire, agua del estero Agua Fría y suelo (a través de pérdida de la cobertura vegetal) podrá recolectar datos importantes del objeto de estudio, que serán fundamentales para el desarrollo de la investigación, ya que con ella el observador podrá acceder a información relevante sobre las condiciones en las que se encuentra la calidad del entorno de la destilería San Ramón. A los indicadores investigados se les asignarán significados cuantitativos a través de valores según sus negatividades de agradabilidad (de -1 a -5) y significación (de -1 a -4); así los instrumentos tendrán un valor final, posiblemente negativo y podrán compararse estadísticamente.

### **ACTIVIDAD 2.2. APLICACIÓN DE UNA GUÍA DE ENTREVISTA A LA POBLACIÓN DE MÁS DE 18 AÑOS DE EDAD**

Mediante el uso de una guía de entrevista (Anexo 2) a personas residentes en Agua Fría con 18 hasta 65 años de edad, con los mismos indicadores señalados en la Guía de Observación, se determinará la percepción ciudadana sobre calidad del entorno de la destilería San Ramón. Se compararán, vía análisis, los resultados de ambos instrumentos, para determinar coincidencias y diferencias de criterios al respecto.

### **ACTIVIDAD 2.3. EVALUACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE LA DESCARGA DE VINAZAS DE LA DESTILERÍA SAN RAMÓN Y LA CALIDAD DE SU ENTORNO**

Se procederá a establecer nexos e interrelaciones entre las dos variables de la investigación, descarga de vinazas y calidad del entorno, para acceder a las conclusiones del estudio. Se compararán las descargas reales de parámetros indicadores de la contaminación con los límites superiores permitidos establecidos en TULSMA (2015).

### 3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

La comunidad de Agua Fría tiene una población alrededor de 1000 habitantes y consta de tres sitios: La Patagonia, Indostán y Maicito. (Peñarrieta y Sánchez, 2015).

Como se trata de una población finita, se aplicó la ecuación correspondiente, propuesta por Jiménez et al. (1999), con un nivel de significación de 0,10:

$$n = \frac{N(PQ)}{(N - 1) \frac{\alpha^2}{K^2} + 0,25}$$

**Dónde:**

**n** = Tamaño de la muestra

**PQ** = Probabilidad de ocurrencia por la de no ocurrencia = 0,50 x 0,50 = 0,25

**N** = tamaño de la población = 1000 personas entre 18 y 65 años de edad

**α** = intervalo o nivel de confianza = 0,10 (90% de confianza)

**K** = constante de corrección del error = 2

Sustituyendo los valores en la ecuación:

$$n = \frac{1000 (0,25)}{(1000 - 1) \frac{0,1^2}{2^2} + 0,25}$$

**n** = 91 personas

Las 91 personas de la muestra se seleccionaron con base al último padrón electoral y siguiendo una tabla de números aleatorios (Spiegel, 1975). La

muestra representa a la población, con un 90% de confianza, aceptable para este tipo de estudio.

### **3.6. TÉCNICAS ESTADÍSTICAS**

Se utilizará la distribución de la “t” de Student (muestra de 3 valores) para comparar los resultados de concentraciones medias de parámetros indicadores de la contaminación de las vinazas, con los establecidos como permisibles en TULSMA (2015). De otra parte los resultados medios del instrumento de entrevista podrán ser comparados con base a la distribución normal (muestra mayor que 30 sujetos). A pesar de esta declaración sobre las técnicas estadísticas, es posible que las diferencias entre los resultados obtenidos y los límites máximos permitidos por la normativa sean tan elevadas, que no se necesite de prueba de significación para hipótesis.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RECONOCIMIENTO DE LA ZONA ESTUDIO

Al realizar un recorrido por el área bajo estudio se establecieron las coordenadas GPS de la industria alcoholera San Ramón, las cuales aparecen en el Cuadro 4.1.

Cuadro 4. 1. Ubicación del área de estudio

Punto de interés	X	Y	Z
Destilería San Ramón	9899232	0592266	50 m
Poza de vertimiento de vinazas	9899200	0592249	48 m
Estero Agua Fría	9899163	0592199	41 m

Fuente: Los Autores

Se observó el trabajo del trapiche de caña de azúcar, de los reactores del proceso fermentativo y, la destilería de alcohol. Las vinazas de este último proceso son descargadas a una “poza” excavada en el suelo que no posee aislamiento, es decir, ningún tipo de membrana que proteja el agua subterránea local. En la época lluviosa, la poza se desborda y las vinazas invaden los márgenes y el agua del estero Agua Fría, lo que se presupone causa daños en la única corriente hídrica significativa que hay en el área.

Así mismo se determinó que unos 250 – 300 metros a la redonda no existe otra actividad perturbadora de la calidad ambiental, por lo que se tomó la superficie abarcada por el círculo correspondiente a este diámetro como área de influencia directa. Esta misma superficie sirvió como referencia para la estimación de la pérdida de la cobertura vegetal en los últimos 10 años.

### 4.2. PONDERACIÓN DE LAS CARGAS CONTAMINANTES DE VINAZAS

Las cargas contaminantes de vinazas descargadas a la poza y a la larga, al ambiente, a través de entre otros elementos, del estero Agua Fría, se ponderaron mediante la medición del caudal de vinazas y con base en el análisis físico – químico de las mismas. En el Cuadro 4.2 se muestran los resultados del caudal mediante aforo. En el mismo aparecen el número de orden del día de la medición, el tiempo de llenado del aforo de 10 dm<sup>3</sup> y el caudal calculado



mediante el cociente de dividir los  $10 \text{ dm}^3$  para el tiempo de llenado en minutos. En la antepenúltima fila aparecen los valores medios del tiempo de llenado y del caudal de vinazas y; en la última columna la media de los valores medios del caudal, con su desviación estándar y su coeficiente de variación.

**Cuadro 4.2.** Medición de caudal de vinazas en dm<sup>3</sup>/min

Día	Medición No. 1		Medición No. 2		Medición No. 3		Medición No. 4		Medición No. 5		Media
	Tiempo (min)	Caudal (dm <sup>3</sup> /min)	Tiempo (min)	Caudal (dm <sup>3</sup> /min)	Tiempo (min)	Caudal (dm <sup>3</sup> /min)	Tiempo (min)	Caudal (dm <sup>3</sup> /min)	Tiempo (min)	Caudal (dm <sup>3</sup> /min)	
1	6,10	1,64	6,18	1,62	6,71	1,49	5,96	1,68	7,08	1,41	
2	6,57	1,52	6,90	1,45	7,34	1,36	6,12	1,63	6,73	1,49	
3	6,85	1,46	6,17	1,62	6,46	1,55	6,44	1,55	6,26	1,60	
4	6,92	1,45	6,31	1,58	6,88	1,45	6,82	1,47	6,65	1,50	
5	7,26	1,38	6,86	1,46	6,92	1,45	7,42	1,35	6,21	1,61	
6	7,04	1,42	6,14	1,63	7,07	1,41	6,36	1,57	6,40	1,56	
7	6,38	1,57	6,59	1,52	6,40	1,56	6,55	1,53	7,28	1,37	
8	6,99	1,43	6,23	1,61	6,30	1,59	6,92	1,45	5,94	1,68	
9	6,23	1,61	7,22	1,39	6,15	1,63	7,14	1,40	6,32	1,58	
10	7,00	1,43	7,31	1,37	6,77	1,48	7,03	1,42	6,79	1,47	
Media	6,73	1,49	6,59	1,53	6,70	1,50	6,68	1,51	6,57	1,53	1,51
Desviación estándar (DE)	0,39	0,09	0,45	0,10	0,37	0,08	0,47	0,11	0,42	0,10	0,10
Coefficiente de variación (CV) (%)	5,79	6,04	6,82	6,53	5,55	5,33	7,04	7,28	6,39	6,53	6,34

Fuente: Los Autores

En el descrito Cuadro 4.2 se aprecia que el valor medio del caudal de vinazas provenientes de jugo de caña de azúcar (guarapo extraído del trapiche (molino), es de 1,51 dm<sup>3</sup>/min lo que equivale a 90,6 dm<sup>3</sup>/h o 2174,4 dm<sup>3</sup>/d; con coeficiente de variación tan bajo como 6,34%.

En el Cuadro 4.3 se muestran los valores característicos de los principales parámetros determinados por el laboratorio, de las vinazas generadas en la destilación del guarapo fermentado.

**Cuadro 4.3.** Caracterización de las vinazas de la destilería San Ramón

Parámetro	Unidad	Valor			Media	D. E.	C.V. (%)
pH	-----	4,25	4,38	4,03	4,22	0,18	4,19
CE	μS/m	9964	10083	9997	10014,67	61,44	0,61
ST	mg/dm <sup>3</sup>	73257	76033	77169	75486,33	2012,48	2,67
SST	mg/dm <sup>3</sup>	65199	67769	68689	67219,00	1808,84	2,69
DBO <sub>5</sub> *	mg/dm <sup>3</sup>	57025	59346	58727	58366,00	1201,87	2,06
DQO *	mg/dm <sup>3</sup>	69014	66780	68265	68019,67	1137,03	1,67
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	10,86	12,06	11,57	11,50	0,60	5,25
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	2,45	2,82	2,94	2,74	0,26	9,33
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	0,98	1,33	1,19	1,10	0,11	9,83
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	14,7	15,5	13,48	14,56	1,02	6,99

Fuente: Los Autores

**Cuadro 4.4.** Cargas contaminantes descargadas al ambiente (poza) en las vinazas de la destilería San Ramón

Parámetro	Unidad	Carga Contaminante Media	D. E.	C.V. (%)
ST	kg/d	164,13	2012,48	2,67
SST	kg/d	146,16	1808,84	2,69
DBO <sub>5</sub> *	kg/d	126,91	1201,87	2,06
DQO *	kg/d	147,90	1137,03	1,67
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	g/d	25,01	0,60	5,25
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	g/d	5,96	0,26	9,33
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	g/d	2,39	0,11	9,83
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	g/d	31,66	1,02	6,99

Fuente: Los Autores

De acuerdo con los datos que se muestran en el Cuadro 4.4, las cifras medias de las cargas de Sólidos Totales y Sólidos Suspendidos Totales, de 164 y 146 kg/d, respectivamente, son muy significativas y al rebosarse la poza donde se descargan las vinazas, la contaminación del estero puede y de hecho se torna fatal, ambientalmente hablando. Los valores medidos y calculados tienen coeficientes de variación suficientemente bajos, por debajo del 3%, como para considerarlos, exactos y precisos. Estos resultados guardan apreciable similitud

con los obtenidos por Aristizábal (2015), al menos en cuanto a de los parámetros concentraciones.

Asimismo, del propio Cuadro 4.4 se observan cargas vertidas de DQO y DBO<sub>5</sub> de 127 y 148 kg/d, respectivamente, las que también resultan ser considerablemente altas, con suficiente exactitud y precisión, como lo muestran sus coeficientes de variación, en los alrededores del 2%. Cabe destacar su elevado Coeficiente de Biodegradabilidad o Bioxidabilidad, de 0,86; lo cual indica la gran posibilidad de que las vinazas estudiadas sean capaces de ser tratadas mediante procesos biológicos, aunque no aerobios, sino más bien anaerobios, debido a la alta carga de materia orgánica. Resultados correspondientes con los aquí obtenidos fueron publicados por Becerra (2009); Chaves (2004), Zúñiga y Gandini (2013); aclarando que ninguno de ellos trabaja con cargas contaminantes, sino con concentraciones, las cuales por sí solas no dan una idea cabal sobre la agresividad ambiental de las vinazas bajo estudio.

Las descargas de aniones fosfatos, nitratos, nitritos y de catión amonio también se muestran en las cuatro últimas filas del mencionado Cuadro 4.4. Los valores en g/d resultaron ser relativamente altos (25, 6, 2 y, 32, respectivamente), con suficiente exactitud y precisión, como lo demuestran los bajos valores de sus Coeficientes de Variación, que en ningún caso llegaron al 10%. Ya en el año 1985, Chaves publicó resultados sobre concentraciones de estos cuatro iones, existentes en vinazas de la producción alcoholera a partir de jugos de caña de azúcar, los cuales se corresponden aproximadamente con los aquí obtenidos, aunque, al igual que resultó con los parámetros anteriores, no fue más allá de las concentraciones, no calculando las cargas asociadas a dichas concentraciones en el proceso de descarga.

### **4.3. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN**

**a.1)** El olor del aire que habitualmente se percibe en la localidad (entorno de la destilería San Ramón) es, la mayor parte del tiempo

Cuadro 4.5. Olor del aire

Alternativa	Puntuación posible	Puntuación obtenida
Muy desagradable	-4	-----
Desagradable	-3	-3
Medianamente desagradable	-2	-----
Poco desagradable	-1	-----
Inodoro	0	-----

Fuente: Los Autores

En el Cuadro 4.5 se presentan los resultados del primer ítem de la guía de observación, en este caso para la percepción del olor del aire que predomina la mayor parte del tiempo en el entorno de la destilería San Ramón, utilizando el criterio de expertos con valoraciones de -4, -3, -2, -1 y, 0 que correspondieron, respectivamente, a cualidades de muy desagradable, desagradable, medianamente desagradable, poco desagradable e, inodoro. En este caso la negatividad asociada al olor del aire que habitualmente se percibe en el entorno de la destilería San Ramón, fue calificada como “desagradable” (-3).

a.2.) El olor desagradable del aire se atribuye a causas como

Cuadro 4.6. Causas del olor del aire

Alternativa	Valoración (fracciones del mayor (-1))
Las actividades de producción de la destilería	-0,4
La acumulación del bagazo de caña al aire libre	-0,2
La descarga y acumulación de vinazas en la poza	-1
El manejo de las aguas servidas	-0,3
El manejo de la basura doméstica	-0,2
Producción de panela	-0,1

Fuente: Los Autores

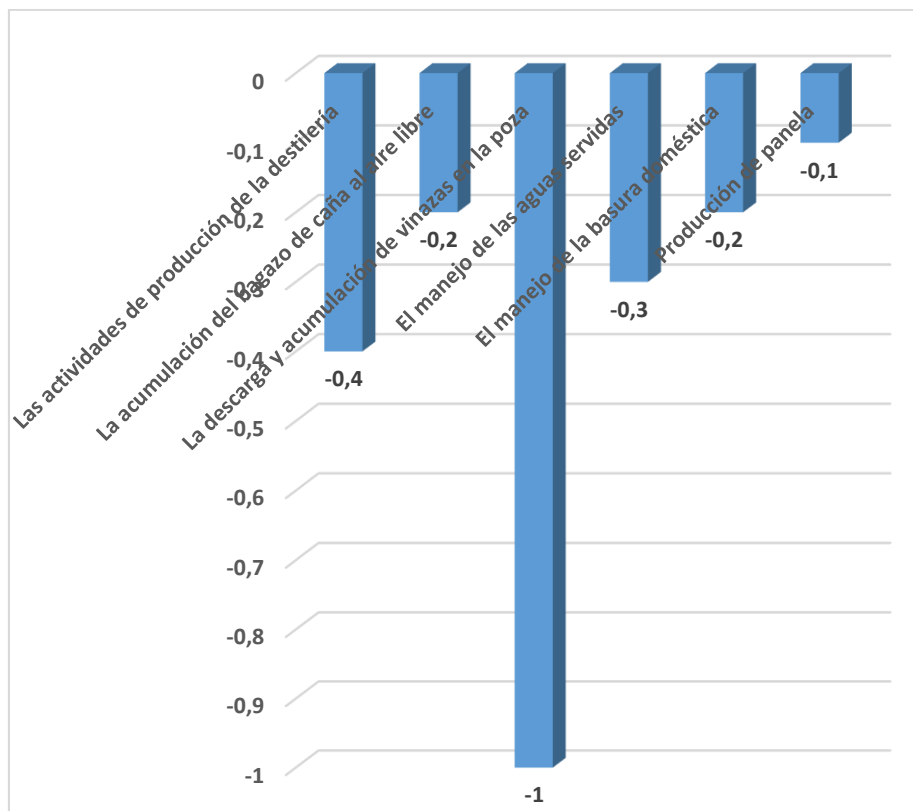


Figura 4.1. Causas atribuibles a los resultados del parámetro olor  
Fuente: Los Autores

Considerando los resultados mostrados en el Cuadro 4.6 y graficados en la Figura 4.1, se observó que la causa principal del olor desagradable del aire se atribuye a las vinazas descargadas en la poza (máximo de  $-1$ ). En segundo lugar se detectaron las actividades de producción de la destilería ( $-0,4$ ), siguiéndole en orden el manejo de las aguas servidas ( $-0,3$ ), la acumulación del bagazo de caña al aire libre y, el manejo de la basura doméstica, (ambos con  $-0,2$ ) y con la menor negatividad, la producción de panela ( $-0,1$ ).

b.1) Se considera que en los últimos 10 años, la pérdida de la cobertura vegetal en la localidad ha sido

Cuadro 4.7. Cobertura vegetal

Alternativa	Puntuación posible	Puntuación obtenida
Muy significativa	-4	-----
Significativa	-3	-3
Medianamente significativa	-2	-----
Poco significativa	-1	-----
No significativa	0	-----

Fuente: Los Autores

De la misma manera en el Cuadro 4.7 se presentan los resultados inherentes a la pérdida de la cobertura vegetal en la localidad, valorándola cuali y cuantitativamente como se hizo con la percepción del olor. En este caso, el parámetro se ha considerado como “significativa”, es decir con valoración de  $-3$ .

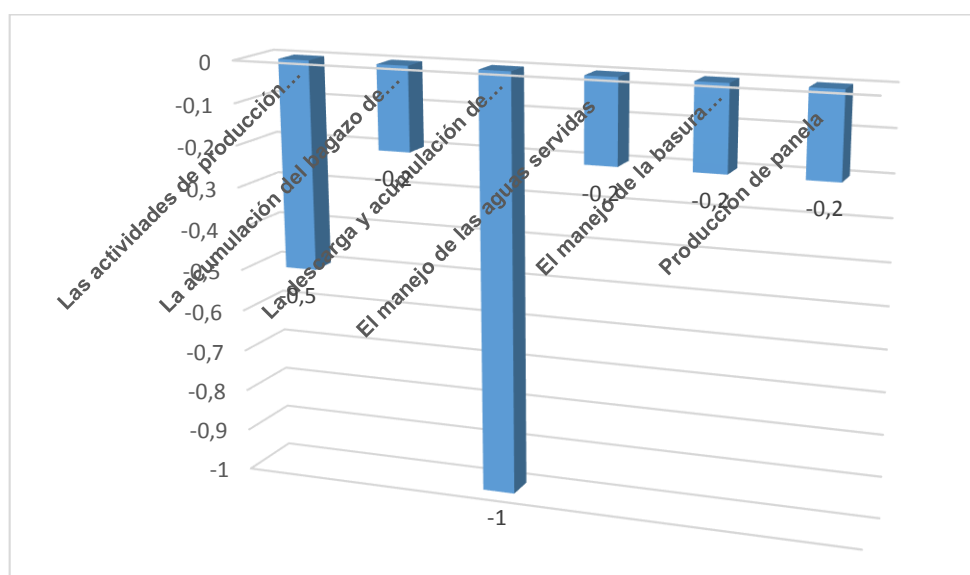
b.2) La pérdida de la cobertura vegetal se atribuye a causas como

Considerando los resultados mostrados en el Cuadro 4.8 y graficados en la Figura 4.2, se observó que la causa principal de la pérdida de la cobertura vegetal se atribuye a las vinazas descargadas en la poza ( $-0,1$ ), con los consecuentes derrames en los alrededores. En segundo lugar se detectaron las actividades de producción de la destilería en general ( $-0,5$ ), siguiéndole el resto de con la misma valoración ( $-0,2$ ), es decir, el manejo de las aguas servidas, la acumulación del bagazo de caña al aire libre, el manejo de la basura doméstica y, la producción de panela.

**Cuadro 4.8.** Causas de la pérdida de la cobertura vegetal

Alternativa	Valoración (fracciones del mayor (-1))
Las actividades de producción de la destilería	$-0,5$
La acumulación del bagazo de caña al aire libre	$-0,2$
La descarga y acumulación de vinazas en la poza	$-1$
El manejo de las aguas servidas	$-0,2$
El manejo de la basura doméstica	$-0,2$
Producción de panela	$-0,2$

Fuente: Los Autores



**Figura 4.2.** Causas atribuibles a los resultados de la pérdida de la cobertura vegetal

Fuente: Los Autores

Considerando los resultados mostrados en el Cuadro 4.8 y graficados en la Figura 4.2, se observó que la causa principal de la pérdida de la cobertura vegetal se atribuye a las vinazas descargadas en la poza (-0,1), con los consecuentes derrames en los alrededores. En segundo lugar se detectaron las actividades de producción de la destilería en general (-0,5), siguiéndole el resto de con la misma valoración (-0,2), es decir, el manejo de las aguas servidas, la acumulación del bagazo de caña al aire libre, el manejo de la basura doméstica y, la producción de panela.

c.1.) Se considera que en los últimos 10 años ha habido un incremento de la presencia de vectores

**Cuadro 4.9.** Presencia de vectores

Alternativa	Puntuación posible	Puntuación obtenida
Muy significativo	-4	-4
Significativo	-3	-----
Medianamente significativo	-2	-----
Poco significativo	-1	-----
No significativo	0	-----

Fuente: Los Autores

Según los resultados mostrados en el Cuadro 4.9 relacionados con la presencia de vectores en la localidad, valorándola cuali y cuantitativamente de la misma manera como se realizó con los dos parámetros anteriores. Aquí, los vectores se han incrementado significativamente (valoración de -4).

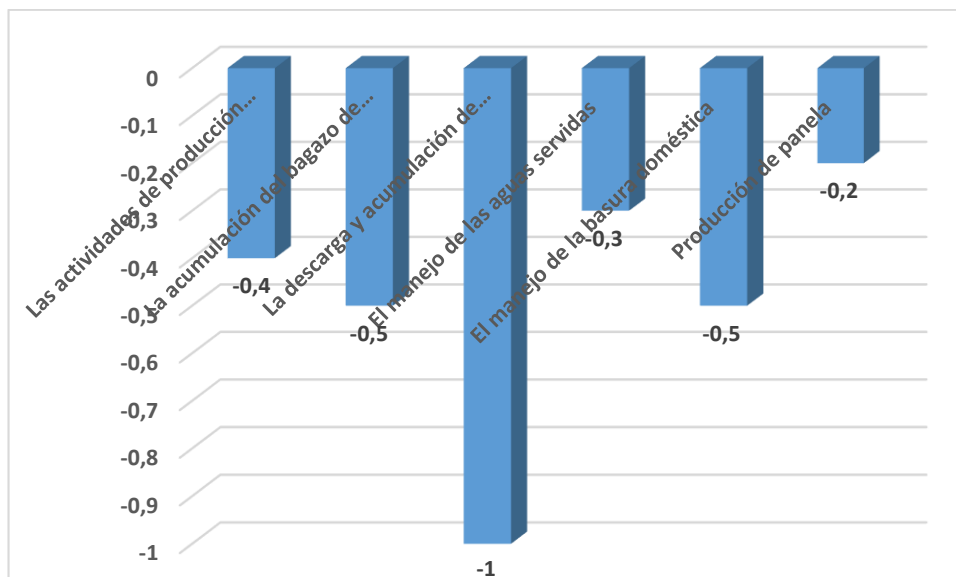
c.2.) El incremento de la presencia de vectores se atribuye a causas como

**Cuadro 4.10.** Causas del incremento de la presencia de vectores

Alternativa	Valoración (fracciones del mayor (-1))
Las actividades de producción de la destilería	-0,4
La acumulación del bagazo de caña al aire libre	-0,5
La descarga y acumulación de vinazas en la poza	-1
El manejo de las aguas servidas	-0,3
El manejo de la basura doméstica	-0,5
Producción de panela	-0,2

Fuente: Los Autores





**Figura 4.3.** Causas atribuibles al incremento de la presencia de vectores

Fuente: Los Autores

Según los datos mostrados en el Cuadro 4.10 y graficados en la Figura 4.3, se observó que la causa principal del incremento de la presencia de vectores se atribuye a las vinazas descargadas en la poza (-1). En segundo lugar se detectó la acumulación del bagazo de caña al aire libre y el manejo de la basura doméstica (ambos con -0,5), las actividades de producción de la destilería en general (-0,4), siguiéndole en orden el manejo de las aguas servidas (-0,3) y, la producción de panela (-0,2).

d.1.) Se considera que en los últimos 10 años ha habido un deterioro de la calidad del agua del estero Agua Fría de forma

**Cuadro 4.11.** Deterioro de la calidad del agua del estero Agua Fría

Alternativa	Puntuación posible	Puntuación obtenida
Muy significativo	-4	-4
Significativo	-3	-----
Medianamente significativo	-2	-----
Poco significativo	-1	-----
No significativo	0	-----

Fuente: Los Autores

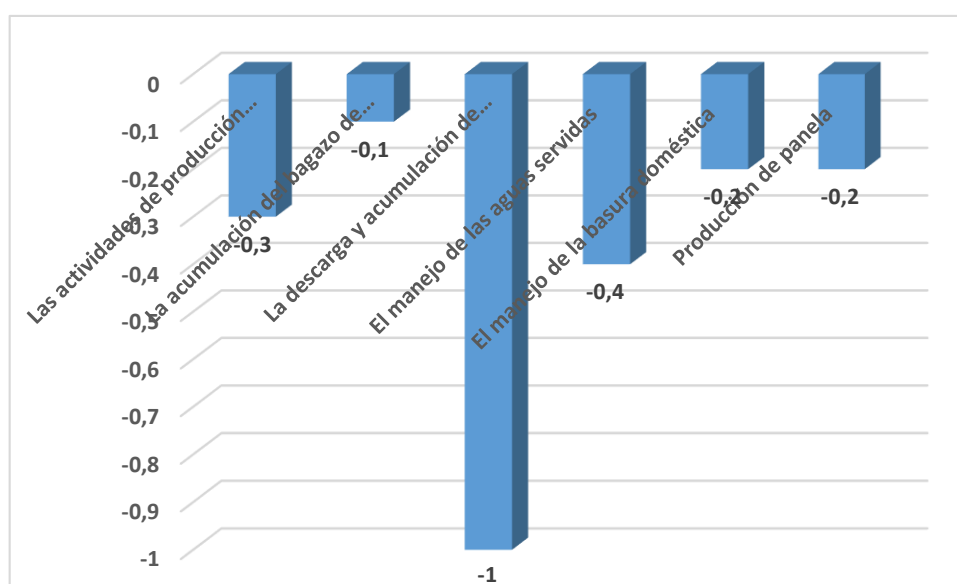
Considerando los resultados que se aprecian en el Cuadro 4.11 relacionados con calidad del agua del estero Agua Fría, valorándola cuali y cuantitativamente de la misma manera como se hizo con los tres parámetros anteriores. La calidad estimada ha sufrido un deterioro muy significativo (valoración de -4).

d.2) El deterioro de la calidad del agua del estero Agua Fría se atribuye a causas como

**Cuadro 4.12.** Causas del deterioro de la calidad del agua del estero Agua Fría

Alternativa	Valoración (fracciones del mayor (-1))
Las actividades de producción de la destilería	-0,3
La acumulación del bagazo de caña al aire libre	-0,1
La descarga y acumulación de vinazas en la poza	-1
El manejo de las aguas servidas	-0,4
El manejo de la basura doméstica	-0,2
Producción de panela	-0,2

Fuente: Los Autores



**Figura 4.4.** Causas atribuibles al deterioro de la calidad del agua del estero Agua Fría

Fuente: Los Autores

Según los datos mostrados en el Cuadro 4.12 y graficados en la Figura 4.4, se observó que la causa principal del deterioro de la calidad del agua del estero Agua Fría se atribuye a las vinazas descargadas en la poza (-1), con su consecuente derrame en las inmediaciones y arrastre hasta el estero. En segundo lugar se detectó el manejo de las aguas servidas (-0,4), después, las actividades de producción de la destilería en general (-0,3), el manejo de la basura doméstica al igual que la producción de panela (-0,2) y, por último en negatividad, la acumulación del bagazo de caña al aire libre (-0,1).

**Cuadro 4.13.** Totalización de los resultados obtenidos en la aplicación de la guía de observación por expertos

Tipo de totales	Negatividad
Total obtenido	-15
Total máximo posible	-16
Promedio	3,75
Porcentaje de negatividad obtenido	93,8%

Fuente: Los Autores

La totalización de los resultados obtenidos se resume en el Cuadro 4.13, en el que se aprecia que se ha determinado una negatividad presente de casi 94% con relación a una década anterior. Se determinó que la descarga y acumulación de vinazas en la poza, fue la causa de significatividad absoluta en las negatividades ambientales valoradas en el entorno de la destilería San Ramón.

#### 4.4. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LA GUÍA DE ENTREVISTA

a.1) El olor del aire que habitualmente se percibe en su localidad (entorno de la destilería San Ramón) es, la mayor parte del tiempo:

**Cuadro 4.14.** Olor del aire

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje	Puntuación posible	Negatividad
Muy desagradable	22	24,18	-4	-88
Desagradable	44	48,35	-3	-132
Medianamente desagradable	17	18,68	-2	-34
Poco desagradable	8	8,79	-1	-8
Inodoro (sin olor)	0	0,00	0	0
<b>TOTAL</b>	91	100,00	-----	-262

Fuente: Los Autores

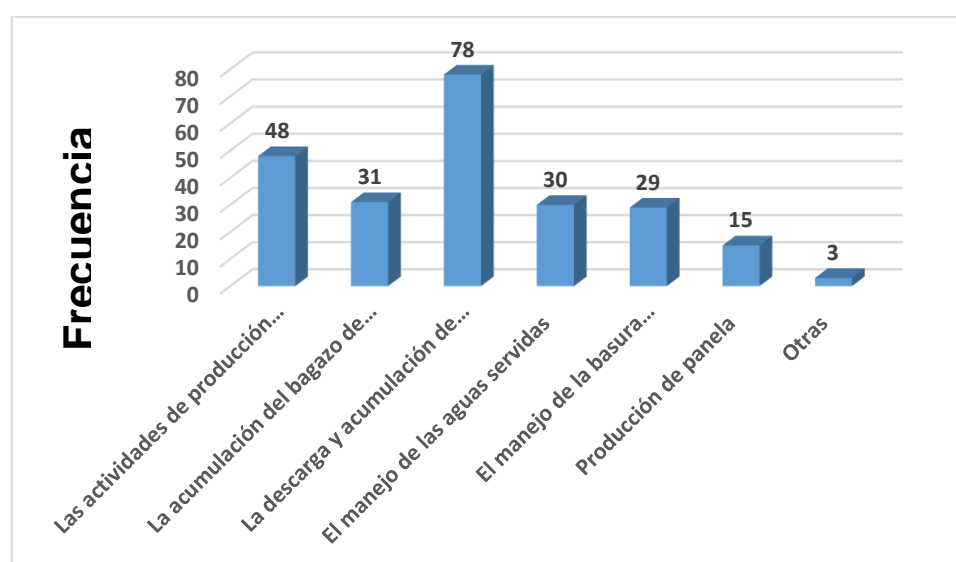
Según se aprecia en el Cuadro 4.14, la alternativa mayoritaria en las respuestas de los entrevistados fue la que se corresponde con olor “desagradable”, con un 48% de porcentaje de la muestra asociado a una frecuencia de 44 personas; esto implicó una negatividad de -132, siguiéndole la de “muy desagradable” con -88 y “medianamente desagradable” con -34. Es decir, que aunando las tres categorías calificativas más significativas, se obtuvo una negatividad de -254.

a.2) De haber sido “Muy desagradable” o “Desagradable” “Medianamente desagradable” la mayor parte del tiempo en el ítem anterior, se atribuye a causas como

**Cuadro 4.15.** Causas del olor del aire

Alternativa	Frecuencia
Las actividades de producción de la destilería	48
La acumulación del bagazo de caña al aire libre	31
La descarga y acumulación de vinazas en la poza	78
El manejo de las aguas servidas	30
El manejo de la basura doméstica	29
Producción de panela	15
Otras	3

Fuente: Los Autores



**Figura 4.5.** Causas atribuibles a los resultados del parámetro olor

Fuente: Los Autores

En el Cuadro 4.15 y gráfico de la Figura 4.5, los entrevistados atribuyen las causas de la negatividad del olor en las inmediaciones de la destilería San Ramón, a la descarga y acumulación de vinazas en la (78 entrevistados), a las actividades de producción de la destilería en general (48 entrevistados), así como a la acumulación del bagazo de caña al aire libre (31 entrevistados), al manejo de aguas servidas (30 entrevistados) al manejo de la basura doméstica (29 entrevistados), y a la producción de panela en general (15 entrevistados). Estos resultados se corresponden aproximadamente con los obtenidos en la aplicación del instrumento de la guía de observación por expertos.}

b.1) En los últimos 10 años la pérdida de la cobertura vegetal en la localidad (en el entorno de la destilería San Ramón) ha sido:

**Cuadro 4.16.** Cobertura vegetal

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje	Puntuación posible	Negatividad
<b>Muy significativa</b>	18	19,78	-4	-72
<b>Significativa</b>	43	47,25	-3	-129
<b>Medianamente significativa</b>	15	16,48	-2	-30
<b>Poco significativa</b>	10	10,99	-1	-10
<b>No significativa</b>	5	5,49	0	0
<b>Total</b>	91	100,00	-----	-241

Fuente: Los Autores

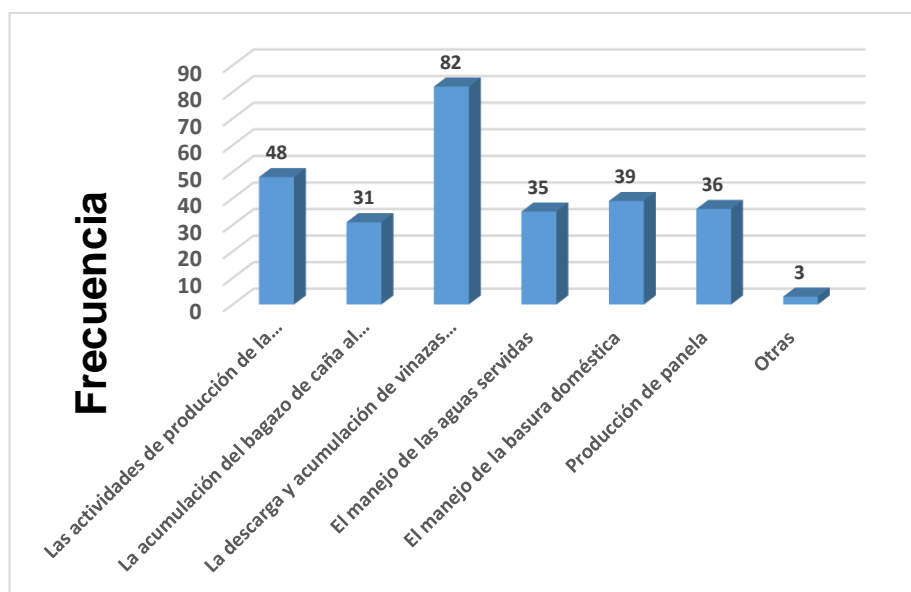
Según se aprecia en el Cuadro 4.16, la alternativa mayoritaria en las respuestas de los entrevistados fue la que se corresponde con “significativa” en lo que a pérdida de la cobertura vegetal en la localidad (en el entorno de la destilería San Ramón), con un 47% de porcentaje de la muestra asociado a una frecuencia de 43 personas; esto implicó una negatividad de -129, siguiéndole la de “muy significativa” con -72 y “medianamente significativa” con -30. Es decir, que aunando las tres categorías calificativas más significativas, se obtuvo una negatividad de -231.

b.2) De haber sido “Significativa”, “Muy significativa” o “Medianamente significativa”, se atribuye a causas como:

**Cuadro 4.17.** Causas de la pérdida de la cobertura vegetal

Alternativa	Frecuencia
<b>Las actividades de producción de la destilería</b>	48
<b>La acumulación del bagazo de caña al aire libre</b>	31
<b>La descarga y acumulación de vinazas en la poza</b>	82
<b>El manejo de las aguas servidas</b>	35
<b>El manejo de la basura doméstica</b>	39
<b>Producción de panela</b>	36
<b>Otras</b>	3

Fuente: Los Autores



**Figura 4.6.** Causas atribuibles a la pérdida de la cobertura vegetal en los últimos 10 años  
Fuente: Los Autores

En el Cuadro 4.17 y gráfico de la Figura 4.6, los entrevistados atribuyen las causas de la pérdida de la cobertura vegetal en las inmediaciones de la destilería San Ramón, a la descarga y acumulación de vinazas en la poza (82 entrevistados), al manejo de las aguas servidas, a las actividades de producción de la destilería en general (48 entrevistados), así como al manejo de la basura doméstica (39 entrevistados), a la producción de panela en general (36 entrevistados), al manejo de las aguas servidas (35 entrevistados) y, a la acumulación del bagazo de caña (31 entrevistados). Estos resultados se corresponden con los obtenidos en la aplicación del instrumento de la guía de observación por expertos.

c.1) En los últimos 10 años ha habido un incremento de la presencia de vectores en la localidad (entorno de la destilería San Ramón)

**Cuadro 4.18.** Presencia de vectores

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje	Puntuación posible	Negatividad
Muy significativa	47	51,65	-4	-188
Significativa	19	20,88	-3	-57
Medianamente significativo	15	16,48	-2	-30
Poco significativa	7	7,69	-1	-7
No significativa	3	3,30	0	0
<b>Total</b>	<b>91</b>	<b>100,00</b>	<b>-----</b>	<b>-282</b>

Fuente: Los Autores

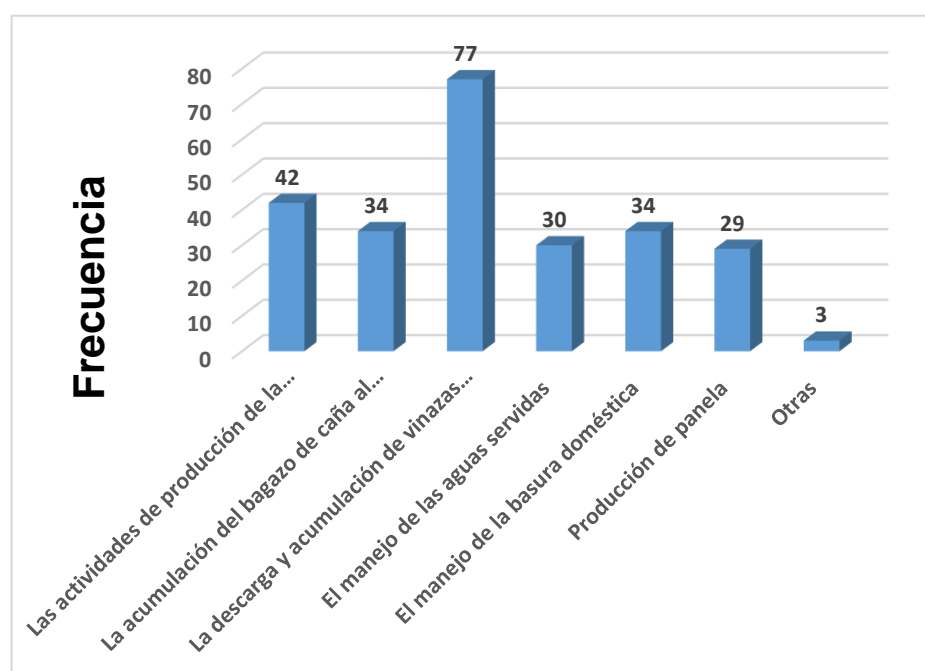
Según se aprecia en el Cuadro 4.18, la alternativa mayoritaria en las respuestas de los entrevistados fue la que se corresponde con “muy significativa” en lo que se refiere al incremento de la presencia de vectores en la localidad (en el entorno de la destilería San Ramón), con un 52% de porcentaje de la muestra asociado a una frecuencia de 47 personas; esto implicó una negatividad de  $-188$ , siguiéndole la de “significativa” con  $-57$  y “medianamente significativa” con  $-30$ . Es decir, que aunando las tres categorías calificativas más significativas, se obtuvo una negatividad de  $-275$ .

c.2) De haber sido “Significativo” o “Muy significativo”, se atribuye a causas como:

**Cuadro 4.19.** Causas del incremento de la presencia de vectores

Alternativa	Frecuencia
Las actividades de producción de la destilería	42
La acumulación del bagazo de caña al aire libre	34
La descarga y acumulación de vinazas en la poza	77
El manejo de las aguas servidas	30
El manejo de la basura doméstica	34
Producción de panela	29
Otras	3

Fuente: Los Autores



**Figura 4.7.** Causas atribuibles al incremento de la presencia de vectores en los últimos 10 años

Fuente: Los Autores

En el Cuadro 4.19 y gráfico de la Figura 4.7, los entrevistados atribuyen las causas del incremento de la presencia de vectores en las inmediaciones de la destilería San Ramón, a la descarga y acumulación de vinazas en la poza, a las (77 entrevistados) actividades de producción de la destilería en general (42 entrevistados), así como al manejo de la basura doméstica (34 entrevistados), a la acumulación del bagazo de caña (34 entrevistados), al manejo de las aguas servidas (30 entrevistados) y, a la producción de panela (29 entrevistados). Estos resultados también se corresponden aproximadamente con los obtenidos en la aplicación del instrumento de la guía de observación por expertos.

d.1) En los últimos 10 años ha habido un deterioro de la calidad del agua del estero Agua Fría de forma

**Cuadro 4.20.** Deterioro de la calidad del agua del estero Agua Fría

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje	Puntuación Posible	Negatividad
<b>Muy significativa</b>	57	62,64	-4	-228
<b>Significativa</b>	18	19,78	-3	-54
<b>Medianamente significativo</b>	9	9,89	-2	-18
<b>Poco significativa</b>	6	6,59	-1	-6
<b>No significativa</b>	1	1,10	0	0
<b>TOTAL</b>	91	100	0	-306

Fuente: Los Autores

De acuerdo con los datos que se muestran en el Cuadro 4.20, la alternativa mayoritaria en las respuestas de los entrevistados fue la que se corresponde con “muy significativa” en lo que se refiere al deterioro de la calidad del agua del estero Agua Fría, con un 63% de la muestra asociado a una frecuencia de 57 personas; esto implicó una negatividad de -228, siguiéndole la de “significativa” con -54 y “medianamente significativa” con -18. Es decir, que aunando las tres categorías calificativas más significativas, se obtuvo una negatividad de -300.

d.2) De haber sido “Significativa” o “Muy significativa”, Usted se atribuye a causas como:

**Cuadro 4.21.** Causas del deterioro de la calidad del agua del estero Agua Fría

Alternativa	Frecuencia
<b>Las actividades de producción de la destilería</b>	39
<b>La acumulación del bagazo de caña al aire libre</b>	26
<b>La descarga y acumulación de vinazas en la poza</b>	84
<b>El manejo de las aguas servidas</b>	62



El manejo de la basura doméstica	40
Producción de panela	12
Otras	2

Fuente: Los Autores

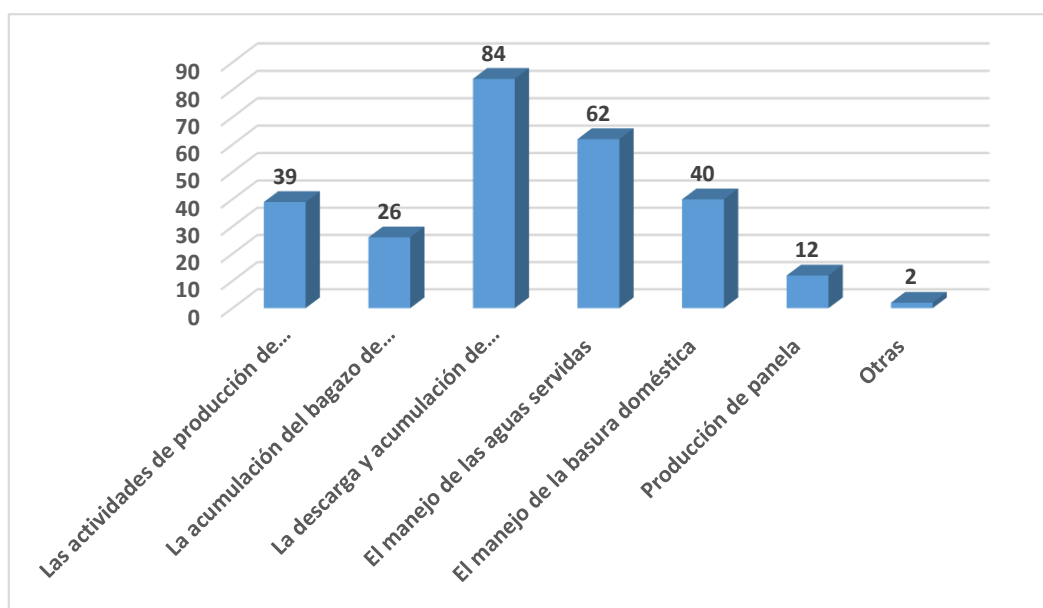


Figura 4.8. Causas que se atribuyen al deterioro de la calidad del agua del estero Agua Fría

Fuente: Los Autores

En el Cuadro 4.21 y gráfico de la Figura 4.8, los entrevistados atribuyen las causas del deterioro de la calidad del agua del estero Agua Fría, a la descarga y acumulación de vinazas en la poza, a las (84 entrevistados), al manejo de las aguas servidas (62 entrevistados), al manejo de la basura doméstica (40 entrevistados), a las actividades de producción de la destilería en general (39 entrevistados) y, a la acumulación del bagazo de caña al aire libre (26 entrevistados), principalmente. Estos resultados también se corresponden aproximadamente con los obtenidos en la aplicación del instrumento de la guía de observación por expertos.

En general, considerando los resultados de la aplicación de la guía de entrevista, se elaboró el Cuadro 4.22, totalizando los mismos.

Cuadro 4.22. Totalización de los resultados obtenidos en la aplicación de la guía de entrevista

Tipo de totales	Negatividad
Total obtenido	-1091
Total máximo posible	-1456
Promedio	-272,5
Porcentaje de negatividad obtenido	74,9%

Fuente: Los Autores

En este se aprecia que se ha determinado una negatividad presente de casi 75% con relación a una década anterior y, una negatividad media (para los cuatro ítems) de  $-272,5$ . En la percepción ciudadana, al igual que en el criterio de expertos, la descarga y acumulación de vinazas en la poza con su correspondiente derrame en los alrededores fue la causa de mayor significatividad negativa para la calidad del entorno de la destilería San Ramón.

#### **4.5. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Según los resultados presentados y discutidos en este Capítulo, es evidente, bajo cualquier análisis estadístico, que tanto las concentraciones, como las cargas contaminantes descargadas al ambiente por la destilería San Ramón, están muy por encima de las máximas permitidas por la normativa, tanto nacional como internacionalmente. Esto sucede con la Conductividad eléctrica, los Sólidos totales y Suspendidos totales, la Demanda Bioquímica de Oxígeno de 5 días, medida a  $20^{\circ}\text{C}$ , LA Demanda Química de Oxígeno, los aniones Fosfato, Nitrato, Nitrito y Amonio.

Con respecto al Potencial de Hidrógeno, pH, los valores obtenidos estuvieron en el rango francamente ácido, muy por debajo de lo permitido por la normativa. En el caso de la temperatura, esta no fue objeto de análisis puesto que las vinazas con elevados valores de esta, reposan ciertos intervalos de tiempo en la poza, dando tiempo al enfriamiento de estas.

Por todo lo anteriormente planteado y, al margen de cualquier consideración estadística, debido a la agresividad ambiental de los valores de los parámetros indicadores de la contaminación estudiados, es que se rechaza la hipótesis de investigación de que “la descarga de vinazas de la destilería San Ramón influye positivamente con la calidad de su entorno”, aceptándose la nula, que especifica la influencia negativa de la descarga de las vinazas, en la calidad del entorno del entorno de la industria bajo estudio.

Sin embargo, Álvarez y otros reportaron que el vertido de vinazas al suelo supone un aporte extra de materia orgánica, que mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Favorece la formación de agregados estables, mejorando significativamente su estructura, produce un ligero descenso de pH (mejorando la asimilabilidad de nutrientes en estos suelos

carbonatados). Aunque, de otra parte señalan que produce un incremento en la conductividad eléctrica de los mismos; salinidad que se ve potenciada por el régimen hídrico de la zona.

# **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5.1. CONCLUSIONES**

- a) Se ponderó la descarga de vinazas al entorno de la destilería San Ramón, a través del análisis de laboratorio para la determinación de las concentraciones de los parámetros indicadores de la contaminación, Conductividad eléctrica, los Sólidos totales y Suspendidos totales, la Demanda Bioquímica de Oxígeno de 5 días, medida a 20°C, LA Demanda Química de Oxígeno, los aniones Fosfato, Nitrato, Nitrito y Amonio y; midiendo el caudal medio de vinazas generadas por la industria, el cual fue multiplicado por las concentraciones anteriormente mencionadas, resultando valores significativamente altos, aunque las comparaciones con la normativa de descarga a cuerpos superficiales de agua se realizó con base a dichas concentraciones, pues las normas restrictivas no hablas de cargas. Las cifras obtenidas en los análisis de laboratorio resultaron ser tan altas, que huelga cualquier análisis estadístico.
  
- b) La determinación de la calidad del entorno, realizada mediante observación in situ y a través de la percepción ciudadana (técnica de la entrevista), rindió resultados con franca negatividad ambiental, en cuanto al olor del aire, a la pérdida de la cobertura vegetal, al incremento de la presencia de vectores y al deterioro de la calidad del agua del estero Agua Fría; siendo la causa mayor, la descarga de las vinazas en la poza de recepción a poca distancia de la industria y, a su vez, del estero, único cuerpo de agua superficial con que cuenta la comunidad de Agua Fría.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- a) Ampliar el estudio al conjunto destilerías – fábricas de panela, con el consecuente aumento del área a determinar la calidad ambiental, según la combinación de ambos tipos de procesos.
  
- b) Aplicar un proceso de digestión anaerobia convencional a través del cual se reduzca la agresividad ambiental de las vinazas de la destilería y mediante la recuperación y uso del biogás como combustible, disminuir costos de producción, precalentando el mosto fermentado pre – destilación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, A., García, R., Casares, I y Jiménez, R. (2007). Posibilidades de aplicación de vinazas en suelos rojos de la Mancha (España). Universidad Autónoma de Madrid. Revista Pilquen, Sección Agronomía, Vol. 8, No. 8.
- Aristizábal, C. E. (2015). Caracterización físico-química de una vinaza resultante de la producción de alcohol de una industria licorera, a partir del aprovechamiento de la caña de azúcar Ing. USBMed, Vol. 6, No. 2.
- Becerra, C. (2009). Estudio preliminar del transporte de la vinaza en un suelo representativo del valle del Cauca. (Trabajo de grado Magíster) Palmira, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Bernal, A. E y Najarro, R. (2019). Comunicación Privada.
- Cardona, J. (2018). Medición de Olores en Procesos de Rendering. Congreso ALAPRE, Cartagena de Indias, Cartagena de Indias, Colombia.
- Chaves, M. (2004). La caña de azúcar como materia prima para la producción de alcohol carburante. Memorias Seminario "Antecedentes y Capacidad Potencial de Cogenerar Energía y Producir Etanol por Parte del Sector Azucarero Costarricense". Irazú, Costa Rica, pp. 1 - 23, Septiembre 2004.
- Chaves, M. A. (1985). Las vinazas en la fertilización de la caña de azúcar. DIECA en Boletín Informativo No. 21. Año 3. San José, Costa Rica.
- Chiva, R. (2010), Mecanismos moleculares y bioquímicos implicados en la adaptación de *Saccharomyces cerevisiae* a las bajas temperaturas de fermentación [Ph.D. Tesis]. Tarragona, España: Universitat Rovira i Virgili.
- Ciencia BBC Mundo. (2013) ¿Cuáles son los 10 olores básicos que reconoce el olfato? Disponible en: @bbc\_ciencia
- Glosario Net. (2017). Calidad ambiental. Disponible en: <http://ciencia.glosario.net/medio-ambiente-acuatico/calidad-ambiental-10267.html>
- Jiménez, A.M., Borja, R., Martín, A., Rasposo, F. 2006. "Kinetic analysis of the anaerobic digestion of untreated vinasses and vinasses previously treated with *Penicillium decumbens*". Journal of Environmental management. Vol.80, Pág. 306- 310.

Jiménez, C. et al. (1999). Módulo de tutoría I. Programa de capacitación en liderazgo educativo. Ed. Unidad técnica EB/PRODEC. Ecuador.

Metcalf y Eddy Inc., (1995). Ingeniería de aguas residuales: tratamiento, vertido y reutilización. Ed. McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A., Barcelona, España.

Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2013). Calidad ambiental. Disponible en: <https://www.celec.gob.ec/hidropaute/sociedad-y-ambiente/sistema-de-calidad-ambiental.html>

Ministerio del Ambiente (2014). Calidad ambiental. Disponible en: <http://www.ambiente.gob.ec/calidad-ambiental/>

Ministerio del Ambiente. (2015). Texto Unificado Legislación Secundaria, Medio Ambiente, LIBRO VI. Decreto Ejecutivo 3516 Registro Oficial Suplemento 2 de 31/03/2003. Última modificación: 23/03/2015. Quito, Ecuador.

Ministerio del Ambiente. 2004. Ley de Gestión Ambiental. Registro Oficial Suplemento No. 418 de 10/09/2004. Quito, Ecuador.

Morales, A. J. y otros. (2017). Aguas residuales industriales. Disponible en: <https://es.slideshare.net/PatySalazar2/aguas-residuales-industriales-20762488>

Organización de Naciones Unidas. 2005. Decenio internacional para la acción "El agua fuente de vida 2005 – 2015". New York, USA.

Peñarrieta, F. F. y Sánchez, A. O. (2015). Incidencia de las actividades productivas de la panela de caña de azúcar en la calidad ambiental del entorno. Tesis Previa a la Obtención del Título de Ingeniero en Medio Ambiente. ESPAM-MFL, Calceta, Manabí.

Pimentel, D. C., Harvey, P. and Blair, R. (1995). Environmental and Economic Losses of Soil Erosion and Conservation Benefits. Science, Vol. 267, pp.1117-1123.

Presidencia de la República. 2004. Ley de Aguas. Registro Oficial 339 de 20 de Mayo del 2004, Quito, Ecuador.

Presidencia de la República. 2008. Constitución de la República del Ecuador. Registro Oficial 449 de 20 de Octubre del 2008, Quito, Ecuador.

Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2002). Evaluation of Urban Pollution of Surficial and Groundwater Aquifers in Africa. Ginebra, Suiza.

Van Harreveld, T. (2008). Todo olor puede ser molesto si no se puede elegir al respecto. Segunda conferencia de olores en el ambiente, Santiago de Chile, Chile.

Van Harreveld, T. (2014). El arte de ser un buen vecino. Segunda conferencia de olores en el ambiente, Santiago de Chile, Chile.

Vanderbilt, R. W. (2012). Disponible en: <http://tipos.com.mx/tipos-de-olores>

Zúñiga, V, y Gandini, M. A. (2013). Caracterización ambiental de las vinazas de residuos de caña de azúcar resultantes de la producción de etanol. DYNA, Volumen 80, Número 177, p. 124-131, 2013.



# **ANEXOS**

## ANEXO 1

### GUÍA DE OBSERVACIÓN PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL ENTORNO DE LA DESTILERÍA SAN RAMÓN

a.1) El olor del aire que habitualmente se percibe en la localidad (entorno de la destilería San Ramón) es, la mayor parte del tiempo

Alternativa	Puntuación posible	Puntuación obtenida
Muy desagradable	-4	
Desagradable	-3	
Medianamente desagradable	-2	
Poco desagradable	-1	
Inodoro	0	

a.2) El olor desagradable del aire se atribuye a causas como

Alternativa	Valoración (fracciones del mayor (-1))
Las actividades de producción de la destilería	
La acumulación del bagazo de caña al aire libre	
La descarga y acumulación de vinazas en la poza	
El manejo de las aguas servidas	
El manejo de la basura doméstica	
Producción de panela	

b.1) Se considera que en los últimos 10 años, la pérdida de la cobertura vegetal en la localidad ha sido

Alternativa	Puntuación posible	Puntuación obtenida
Muy significativa	-4	
Significativa	-3	
Medianamente significativa	-2	
Poco significativa	-1	
No significativa	0	

b.2) La pérdida de la cobertura vegetal se atribuye a causas como

Alternativa	Valoración (fracciones del mayor (-1))
Las actividades de producción de la destilería	
La acumulación del bagazo de caña al aire libre	
La descarga y acumulación de vinazas en la poza	
El manejo de las aguas servidas	
El manejo de la basura doméstica	
Producción de panela	

c.1) Se considera que en los últimos 10 años ha habido un incremento de la presencia de vectores

Alternativa	Puntuación posible	Puntuación obtenida
Muy significativo	-4	
Significativo	-3	
Medianamente significativo	-2	
Poco significativo	-1	
No significativo	0	

c.2) El incremento de la presencia de vectores se atribuye a causas como

Alternativa	Valoración (fracciones del mayor (-1))
Las actividades de producción de la destilería	
La acumulación del bagazo de caña al aire libre	
La descarga y acumulación de vinazas en la poza	
El manejo de las aguas servidas	
El manejo de la basura doméstica	
Producción de panela	
Otros	

d.1) El deterioro de la calidad del agua del estero Agua Fría se atribuye a causas como

Alternativa	Valoración (fracciones del mayor (-1))
Las actividades de producción de la destilería	
La acumulación del bagazo de caña al aire libre	
La descarga y acumulación de vinazas en la poza	
El manejo de las aguas servidas	
El manejo de la basura doméstica	
Producción de panela	
Otros	

d.2) De haber sido "Significativa" o "Muy significativa", Usted se atribuye a causas como:

Alternativa	Frecuencia
Las actividades de producción de la destilería	
La acumulación del bagazo de caña al aire libre	
La descarga y acumulación de vinazas en la poza	
El manejo de las aguas servidas	
El manejo de la basura doméstica	
Producción de panela	
Otras	

## ANEXO 2

### GUÍA DE ENTREVISTA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL ENTORNO DE LA DESTILERÍA SAN RAMÓN

a.1) El olor del aire que habitualmente se percibe en la localidad (entorno de la destilería San Ramón) es, la mayor parte del tiempo

Alternativa	Puntuación posible	Puntuación obtenida
Muy desagradable	-4	
Desagradable	-3	
Medianamente desagradable	-2	
Poco desagradable	-1	
Inodoro	0	

a.2) El olor desagradable del aire se atribuye a causas como

Alternativa	Valoración (fracciones del mayor (-1))
Las actividades de producción de la destilería	
La acumulación del bagazo de caña al aire libre	
La descarga y acumulación de vinazas en la poza	
El manejo de las aguas servidas	
El manejo de la basura doméstica	
Producción de panela	

b.1) Se considera que en los últimos 10 años, la pérdida de la cobertura vegetal en la localidad ha sido

Alternativa	Puntuación posible	Puntuación obtenida
Muy significativa	-4	
Significativa	-3	
Medianamente significativa	-2	
Poco significativa	-1	
No significativa	0	

b.2) La pérdida de la cobertura vegetal se atribuye a causas como

Alternativa	Valoración (fracciones del mayor (-1))
Las actividades de producción de la destilería	
La acumulación del bagazo de caña al aire libre	
La descarga y acumulación de vinazas en la poza	
El manejo de las aguas servidas	
El manejo de la basura doméstica	
Producción de panela	

c.1) Se considera que en los últimos 10 años ha habido un incremento de la presencia de vectores

Alternativa	Puntuación posible	Puntuación obtenida
Muy significativo	-4	
Significativo	-3	
Medianamente significativo	-2	
Poco significativo	-1	
No significativo	0	

c.2) El incremento de la presencia de vectores se atribuye a causas como

Alternativa	Valoración (fracciones del mayor (-1))
Las actividades de producción de la destilería	
La acumulación del bagazo de caña al aire libre	
La descarga y acumulación de vinazas en la poza	
El manejo de las aguas servidas	
El manejo de la basura doméstica	
Producción de panela	

d.1) El deterioro de la calidad del agua del estero Agua Fría se atribuye a causas como

Alternativa	Valoración (fracciones del mayor (-1))
Las actividades de producción de la destilería	
La acumulación del bagazo de caña al aire libre	
La descarga y acumulación de vinazas en la poza	
El manejo de las aguas servidas	
El manejo de la basura doméstica	
Producción de panela	

d.2) De haber sido "Significativa" o "Muy significativa", Usted se atribuye a causas como:

Alternativa	Frecuencia
Las actividades de producción de la destilería	
La acumulación del bagazo de caña al aire libre	
La descarga y acumulación de vinazas en la poza	
El manejo de las aguas servidas	
El manejo de la basura doméstica	
Producción de panela	
Otras	

## ANEXO 3

### EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS



**Anexo 3.1. Reconocimiento de la zona de estudio.**



**Anexo 3.2. Ubicación de la zona de estudio.**



**Anexo 3.3. Descarga y acumulación de vinazas en la poza**



**Anexo 3.4. Muestra tomada de la poza.**



**Anexo 3.5. Encuesta realizada a los habitantes.**



**Anexo 3.6. Encuesta realizada a los habitantes.**