



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS PELIGROSOS  
Y NO PELIGROSOS GENERADOS EN TRES  
LABORATORIOS CLÍNICOS (TIPO LAC-2) PASAJE, EL  
ORO – ECUADOR**  
**TRABAJO DESCRIPTIVO**

Trabajo de titulación presentado como requisito para la  
obtención del título de  
**INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR  
**ARÉVALO GÓMEZ ÁNGEL MAURICIO**

TUTOR  
**ING. MUÑOZ NARANJO DIEGO, MSc.**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**2022**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

Yo, **Ing. Diego Muñoz Naranjo, MSc.**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad del Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **“CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS GENERADOS EN TRES LABORATORIOS CLÍNICOS (TIPO LAC-2) PASAJE, EL ORO – ECUADOR”**, realizado por el estudiante **ARÉVALO GÓMEZ ÁNGEL MAURICIO**; con cédula de identidad No. **070648389-8**; de la carrera de **INGENIERÍA AMBIENTAL**, Unidad Academia Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

---

**Ing. Diego Muñoz Naranjo, MSc.**  
Tutor

Guayaquil, 14 de abril del 2022



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **“CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS GENERADOS EN TRES LABORATORIOS CLÍNICOS (TIPO LAC-2) PASAJE, EL ORO – ECUADOR”**, realizado por el estudiante **ARÉVALO GÓMEZ ÁNGEL MAURICIO**; el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

---

**PhD. José Hernández Rosas**  
PRESIDENTE

---

**Oce. Leila Zambrano Zavala**  
EXAMINADOR PRINCIPAL

---

**Blgo. Raúl Arízaga Gamboa**  
EXAMINADOR PRINCIPAL

---

**Ing. Diego Muñoz Naranjo**  
EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 08 de abril del 2022

### **Dedicatoria**

Dedico este trabajo de titulación principalmente a Dios por haberme bendecido en cada paso que fui dando por ser el mi inspirador y mi fortaleza para cada día alcanzar mi sueño de realizarme como profesional de la carrera de Ingeniería Ambiental

A mi madre Alma Gómez por todo el amor y confianza, depositado en mí sin esperar mayor recompensa que el presenciar mis triunfos, por esta razón me siento orgulloso y privilegiado de ser su hijo

A mi abuela Esperanza Freire y a mis hermanos Yankroy, Heiner, Patricio que siempre me brindaron su apoyo incondicional a lo largo de mi formación profesional.

A mi novia Karla Priscila Izquierdo Cruz quien es merecedora de compartir todos mis logros,

A "CAPITAN" por su fidelidad y compañía en cada noche de desvelo que tuve durante la realización de este trabajo.

Y a todas las personas que con su apoyo moral estuvieron atentos de mi vida universitaria, les dedico este triunfo.

## **Agradecimiento**

Agradezco siempre a Dios por siempre estar en mi vida y guiarme en cada paso que daba en mi reparación profesional como en mi vida personal. Este logro va para ustedes. A mi mamá Alma y a mi abuela ya que juntas me enseñaron a luchar y a cumplir mis objetivos, por ser mi motor de inspiración para seguir adelante. A mis hermanos Yankroy, Heiner y Patricio por estar siempre dispuestos a alentarme o aconsejándome en todo momento. A mi novia Karla que con su amor ha hecho que esta etapa de nuestras vidas en la universidad este llena de maravillosas experiencias, por siempre darme su apoyo incondicional y sus consejos logrando forjar en mí una nueva y mejor persona. A la Universidad Agraria del Ecuador por abrirme sus puertas desde el primer día por ello siempre llevare en mi corazón los mejores y más gratos recuerdos de esta institución tan grande

Al Ingeniero Diego Muñoz Naranjo por toda su colaboración como tutor de este proyecto que más que un maestro es un gran amigo y una gran persona. Y finalmente esta maravillosa ciudad Guayaquil y a sus buenos ciudadanos por su acogida.

## **Autorización de Autoría Intelectual**

Yo, **ARÉVALO GÓMEZ ÁNGEL MAURICIO**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre **“CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS GENERADOS EN TRES LABORATORIOS CLÍNICOS (TIPO LAC-2) PASAJE, EL ORO – ECUADOR”** para optar el título de **INGENIERO AMBIENTAL**, por la presente autorizo a la **UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contiene esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8, 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, abril del 2022

---

**ARÉVALO GÓMEZ ÁNGEL MAURICIO**

**C.I.: 070648389-8**

## Índice general

PORTADA.....	1
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento.....	5
Autorización de Autoría Intelectual.....	6
Índice general.....	7
Índice de tablas.....	11
Índice de figuras.....	13
Resumen.....	14
Abstract.....	15
1. Introducción.....	16
1.1 Antecedentes del problema.....	16
1.2 Planteamiento y formulación del problema.....	18
1.2.1 Planteamiento del problema.....	18
1.2.2 Formulación del problema.....	19
1.3 Justificación de la investigación.....	19
1.4 Delimitación de la investigación.....	19
1.5 Objetivo general.....	20
1.6 Objetivos específicos.....	20
1.7 Hipótesis.....	20
2. Marco teórico.....	21
2.1 Estado del arte.....	21
2.2 Bases teóricas.....	28

2.2.1 Desechos no peligrosos .....	29
2.2.1.1. <i>Desechos generados del COVID-19</i> .....	30
2.2.2 Desechos peligrosos .....	30
2.2.3 Generación, gestión y disposición final de desechos peligrosos.....	31
2.2.4 Medios de eliminación de material contaminado.....	32
2.2.4.1. <i>Tratamiento primario de desechos</i> .....	32
2.2.4.2. <i>Tratamiento secundario de los desechos</i> .....	32
2.2.5 Tratamiento de los desechos especiales y sanitarios .....	32
2.2.6 Gestión para el tratamiento de desechos.....	34
2.2.6.1. <i>Manejo de desechos sanitarios</i> .....	34
2.2.6.2. <i>Almacenamiento de desechos</i> .....	34
2.2.7 Bioseguridad .....	35
2.2.8 Reactivos .....	35
2.2.9 Laboratorio clínico .....	36
2.2.9.1. <i>Clasificación de laboratorios clínicos para la organización y funcionamiento de la Red Nacional de Laboratorios-MSP</i> .....	36
2.2.10 Niveles de bioseguridad .....	37
2.2.11 La norma UNE 150008 de Análisis y Evaluación del Riesgo Ambiental	38
2.3 Marco legal .....	39
2.3.1 Constitución de la República del Ecuador.....	39
2.3.2 Reglamento para el funcionamiento de los laboratorios clínicos.....	40
2.3.3 Reglamento interministerial de gestión de desechos sanitarios.....	40
2.3.4 Mecanismo de control de calidad en la REDNALAC-MSP .....	41
2.3.5 Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización, COOTAD.....	41

2.3.6 Acuerdo Ministerial/ 061, Reforma al TULSMA, mayo, 2015 .....	43
2.3.7 Reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos generados en los establecimientos de salud .....	44
2.3.8 Norma técnica de desechos peligrosos y especiales (no peligroso) .....	44
3. Materiales y métodos .....	45
3.1 Enfoque de la investigación .....	45
3.1.1 Tipo de investigación .....	45
3.1.2 Diseño de investigación.....	45
3.2 Metodología .....	45
3.2.1 Variables.....	45
3.2.1.1. <i>Variable independiente</i> .....	45
3.2.1.2. <i>Variable dependiente</i> .....	45
3.2.2 Tratamientos.....	46
3.2.3 Diseño experimental.....	46
3.2.4 Recolección de datos .....	46
3.2.4.1. <i>Recursos y materiales</i> .....	46
3.2.4.2. <i>Métodos y técnicas</i> .....	47
3.2.5 Análisis estadístico .....	55
4. Resultados .....	57
4.1 Cuantificación de los desechos peligrosos y no peligrosos generados en los tres laboratorios clínicos mediante la norma de bioseguridad y riesgos asociados.	
57	
4.1.1 Cuantificación de desechos peligrosos .....	57
4.1.2 Cuantificación de desechos no peligrosos .....	58

4.2 Comparación de la información actual de los resultados mediante método estadístico y el establecimiento de las normas ambientales vigentes con sus procedimientos, identificando los riesgos de los desechos peligrosos y no peligrosos.....	59
4.2.1 Análisis estadístico descriptivo e inferencial .....	59
4.2.2 Evaluación de riesgos .....	63
4.2.3 Identificación del cumplimiento de las normas vigentes.....	69
4.3 Propuesta de un plan que determine las medidas de bioseguridad y riesgos asociados para la disposición final de desechos peligrosos y no peligrosos para un laboratorio LAC-2. ....	71
5. Discusión.....	74
6. Conclusiones.....	78
7. Recomendaciones.....	79
8. Bibliografía .....	80
9. Anexos .....	91
9.1 Propuesta del plan de manejo ambiental de desechos generados por laboratorios clínicos (Tipo LAC-2). ....	1

## Índice de tablas

Tabla 1 . Tratamientos considerados mediante laboratorios clínicos.....	46
Tabla 2. Estimación de la probabilidad (p) .....	51
Tabla 3. Criterios de gravedad Factor humano .....	52
Tabla 4. Criterios de gravedad Factor Ambiental .....	53
Tabla 5. Valor de gravedad (VG) en función del índice de gravedad (IG) .....	53
Tabla 6. Matriz de doble entrada para determinación de riesgo significativos .....	54
Tabla 7. Cuantificación porcentual y peso (kg) de los desechos peligrosos .....	57
Tabla 8. Cuantificación porcentual y peso (Kg) de los desechos no peligrosos ...	58
Tabla 9. Análisis de varianza de desechos peligrosos y no peligrosos entre tratamientos.....	59
Tabla 10. Prueba de Tukey medias diferentes entre laboratorios clínicos. ....	63
Tabla 11. Escenarios del factor humano. ....	65
Tabla 12. Escenarios del factor ambiental. ....	66
Tabla 13. Evaluación de riesgos del laboratorio 1 Reina del Cisne.....	67
Tabla 14. Evaluación de riesgos del laboratorio 2 Tecnomedic. ....	68
Tabla 15. Evaluación de riesgos del laboratorio 3 Rengel Antonio .....	69
Tabla 16. Identificación del cumplimiento legal .....	70
Tabla 17. Coordenadas UTM 17S WGS84 del área de estudio. ....	91
Tabla 18. Cuantificación semanal de desechos peligrosos y no peligrosos generados en el laboratorio 1 Reina del Cisne.....	1
Tabla 19. Cuantificación semanal de desechos peligrosos y no peligrosos generados en el laboratorio 2 Tecnomedic .....	2
Tabla 20. Cuantificación semanal de desechos peligrosos y no peligrosos generados en el laboratorio 3 Rengel Antonio .....	3

Tabla 21. Caracterización de los desechos generados por los laboratorios en estudio.....	4
Tabla 22. Matriz del Plan de Prevención y Mitigación de Impactos.....	5
Tabla 23. Matriz del Plan de Contingencias .....	10
Tabla 24. Matriz del Plan de Capacitación .....	13
Tabla 25. Matriz del Plan de Manejo de Desechos .....	15
Tabla 26. Matriz del Plan de Relaciones Comunitarias .....	17
Tabla 27. Matriz del Plan de Rehabilitación de Áreas Afectadas .....	18
Tabla 28. Matriz del Plan de monitoreo y seguimiento.....	19
Tabla 29. Matriz del Plan de cierre y abandono .....	20
Tabla 30. Formulario sobre desechos peligrosos hospitalarios en establecimiento de salud.....	21

## Índice de figuras

Figura 1. Áreas de proveniencia de los desechos peligroso y no peligrosos .....	48
Figura 2. Clasificación de los desechos generados por laboratorio .....	49
Figura 3. Análisis de Matriz FODA de los laboratorios clínicos en estudio.....	
Figura 4. Diseño y estructura del Plan de Manejo Ambiental de Desechos .....	72
Figura 5. Ubicación Geográfica de las áreas de estudio .....	91
Figura 6. Porcentaje de los desechos peligrosos generado por los laboratorios..	92
Figura 7. Porcentaje de desechos no peligrosos producido por los laboratorios .	92
Figura 8. Calibración de equipos.....	24
Figura 9. Peso de desechos peligrosos .....	24
Figura 10. Cuantificación de desechos peligrosos corto punzantes.....	25
Figura 11. Cuantificación los desechos peligrosos cortopunzantes .....	25
Figura 12. Desechos no peligrosos .....	26
Figura 13. Peso (kg) de desechos no peligrosos .....	26
Figura 14. Identificación de los recipientes de desechos en el laboratorio1.....	27
Figura 15. Socialización con el encargado del manejo de desechos .....	27
Figura 16. Inspección de desechos en laboratorio 2 .....	28
Figura 17. Inspección de recipientes de desechos en laboratorio 3.....	28

## Resumen

Este trabajo se desarrolló con la finalidad de caracterizar los desechos generados en tres laboratorios clínicos (Tipo LAC-2) en el Catón Pasaje – El Oro, donde se tomaron un total de 60 muestras separadas en desechos peligrosos (corto punzantes, infeccioso patológicos, químicos) y no peligrosos (cartón, papel, plástico) durante 15 días laborables para su cuantificación. Para determinar el comportamiento de los desechos en los laboratorios clínicos, se comparó la información actual de los resultados (cuantificación de desechos) mediante el método estadístico paramétrico ANOVA de un factor. Mediante la matriz FODA se crearon escenarios de riesgos de factor humano y ambiental, considerados para la evaluación de riesgos significativos de desechos generados por laboratorio clínico, bajo la normativa española UNE 150008:2008, el cumplimiento legal se realizó en base a las normativas descritas en el marco legal. En base a los escenarios, evaluación de riesgos, así como el cumplimiento legal de los mismos, se determinó medidas de bioseguridad y riesgos asociados para el manejo y disposición final de desechos peligrosos y no peligrosos propuestos en el Plan de Manejo Ambiental.

Palabras clave: Cuantificación, desechos peligrosos, desechos no peligrosos, laboratorios, riesgos.

### **Abstract**

This work was developed with the purpose of characterizing the waste generated in three clinical laboratories (Type LAC-2) in Cantón Pasaje - El Oro, a total of 60 separate samples of hazardous waste were taken (sharp, infectious-pathological, chemicals) and non-hazardous (cardboard, paper, plastic) for 15 working days for quantification. To determine the behavior of waste in clinical laboratories, the current information of the results (quantification of waste) was compared using the parametric statistical method ANOVA of one factor. Through the FODA matrix, risk scenarios of human and environmental factors were created, considered for the evaluation of significant risks of waste generated by clinical laboratories, under the Spanish regulation UNE 150008:2008, the legal compliance was carried out based on the regulations described in the legal framework. Based on the scenarios, risk assessment, as well as their legal compliance, biosafety measures and associated risks were determined for the management and final disposal of hazardous and non-hazardous waste proposed in the Environmental Management Plan.

Keywords: Quantification, hazardous waste, non-hazardous waste, laboratories, risks.

## 1. Introducción

### 1.1 Antecedentes del problema

Un estudio realizado en 24 países por la Organización Mundial de Salud y el Fondo de Naciones Unidas (OMS, 2018) para la Infancia en 2015, determinó que el 58% de los países tenían un funcionamiento adecuado en la eliminación de los desechos sanitarios, desde entonces, junto con otros asociados pusieron en marcha una iniciativa a nivel mundial para asegurar que todos los establecimientos de salud cuenten con servicios adecuados y una correcta disposición final.

Además, países como Ecuador, Brasil, Cuba, Argentina, Colombia, Chile, México, Uruguay, tienen un manejo inadecuado de los desechos peligrosos hospitalarios desde su recolección hasta su disposición final (Sáez et al., 2014).

Entre los años 2012-2015 en la ciudad de Bogotá se generaron 2 727.947 toneladas de desechos hospitalarios, de los cuales el 55% fueron desechos peligrosos (infecciosos y químicos) (Rodríguez et al, 2016).

Marruecos entre los años 2012-2015 instalaron un protocolo de gestión de desechos médicos, donde la cantidad de desechos disminuyó en 189 Kg/año, después de un año estabilizando la producción de los desechos; pero en 2015 no cumplieron y hubo un ascenso de 1226 Kg/año en los desechos médicos y farmacológicos (Zaraali et al, 2019). Por lo que, es de gran importancia la aplicación de un protocolo para gestionar desechos y hacer que se cumpla.

Estudios realizados por el Banco Mundial (2018), proporcionaron los siguientes datos sobre desechos hospitalarios separados por regiones: Norteamérica 7-10 kg/cama/día, Latinoamérica 3 kg/cama/día, Europa oeste 3 - 6 kg/cama/ día, Europa este 1.4 - 2 kg/cama/día, Mediterráneo 1.3 - 3 kg/cama/día, Asia este 4.3 -

6.2 kg/cama/día. Del mismo modo se dieron a conocer la cantidad de desechos generados en algunos países de América Latina y el Caribe: México 13160 toneladas/año, Venezuela 47200 toneladas/año, Argentina 32850 toneladas/año, Cuba 11010 toneladas/año, Jamaica 1260 toneladas/año y Brasil 109960 toneladas/año, debido a la cantidad de desechos generados en las respectivas regiones y países se requiere un manejo diferenciado para proteger la salud de las personas (González , 2010).

Los países en vías de desarrollo son más vulnerables a las amenazas de los desechos generados en un laboratorio clínico. En el año 1989 se firmó el Convenio de Basilea, para el control de desechos peligrosos y su eliminación final, a su vez mencionó que los desechos hospitalarios son el segundo desecho más peligroso detrás de los desechos radioactivos y nucleares (Azanza, 2019).

Según datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2020), en Ecuador en el año 2018 y 2019 en los establecimientos de salud (4165 unidades públicas y privadas) a nivel nacional, se entregó 14,8 millones de kg de desechos sanitarios, los cuales 53,43% fueron entregados al municipio para su tratamiento y disposición final, donde les corresponde a desechos biológicos (infecciosos), desechos anatomopatológicos, desechos cortos punzantes, desechos farmacéuticos, otros (radiactivos, químicos peligrosos, dispositivos médicos con mercurio).

Acorde a los datos proporcionados por INEC durante el año 2015, a nivel nacional se generaron 9 942.645 Kg de desechos peligrosos hospitalarios, de los cuales el 79,90% pertenece a desechos infecciosos y el 54,10% pertenece a las grandes ciudades como Guayaquil, Cuenca, Quito y Machala (Vallejo et al., 2019).

La problemática que tienen los desechos peligrosos en los laboratorios del cantón Pasaje es evidente, por lo que anualmente en el Oro se producen 104 279,04 toneladas de desechos peligrosos, papel y cartón 15 137,28 toneladas y finalmente 3 363,84 toneladas de chatarras. Por lo que, en el año 2020 La Agencia de Aseguramiento de la Calidad de los Servicios de Salud y Medicina Prepagada (ACCESS) clausuró un laboratorio clínico por realizar pruebas de covid-19 sin autorización, por lo tanto, era evidente el manejo inadecuado de los desechos convirtiéndose en un gran problema sin solucionar (El Mercurio, 2020).

## **1.2 Planteamiento y formulación del problema**

### **1.2.1 Planteamiento del problema**

El presente trabajo de investigación se desarrolló en tres laboratorios clínicos del cantón Pasaje; ya que, al tener una alta demanda de solicitudes de atención médica (sea por COVID-19 u otro análisis), el factor de desgaste y cansancio laboral como la falta de recursos y de espacios físicos se puede incurrir en un inadecuado manejo de los desechos por parte del personal de salud. Además, se ha observado que, en la actualidad, los laboratorios clínicos no cumplen con el manejo de desechos peligrosos; por lo que, es necesario caracterizar y analizar el manejo de desechos infecciosos para luego proceder a diseñar un sistema adecuado que se adapte a las necesidades de los laboratorios clínicos.

En la actualidad los laboratorios clínicos se encuentran realizando sus actividades sin estudios en la optimización de los procesos en lo que se refiere al manejo de los desechos infecto-contagiosos, y esto es de vital importancia para que exista un adecuado manejo de estos desechos, desde que el personal de salud inicia su generación hasta la disposición final, paso importante ya que en los laboratorios clínicos se carece de una adecuada capacitación o conocimiento

de los protocolos de bioseguridad y disposición de los desechos producidos por los laboratorios ocasionando una gran repercusión negativa para el ambiente y la salud del personal que labora al tener contacto con estos elementos peligrosos e infecciosos.

### **1.2.2 Formulación del problema**

¿Cuáles son las características de los desechos peligrosos y no peligrosos generados en tres laboratorios clínicos (tipo LAC-2) Pasaje, El Oro – Ecuador?

### **1.3 Justificación de la investigación**

La inquietud de autoridades como el Ministerio de Salud Pública y otras entidades, con el personal que labora en los centros médicos, laboratorios y hospitales públicos y privados, surge debido al inadecuado manejo de desechos catalogados como peligrosos y no peligrosos, que son depositados erróneamente, instaurando un peligro para la salud humana en favor de quienes manipulan estos desechos, convirtiéndose así en un foco de contaminante para la comunidad.

Se caracterizó los desechos peligrosos derivados del inadecuado manejo de desechos, el aporte de una inspección al manejo de los desechos posibilitó la optimización a los espacios de almacenamiento dentro de los laboratorios permitiendo implementar mejoras mediante estrategias de bioseguridad y buenas prácticas en estos sitios clínicos para evitar accidentes laborales o infecciones por contaminación dentro de los mismos

### **1.4 Delimitación de la investigación**

- Espacio: Se realizó en tres laboratorios de análisis clínico de mediana complejidad LAC-2 (clínico y bacteriológico) de la parroquia Ochoa León del cantón Pasaje en la provincia El Oro (ver Anexos: Tabla 17, Figura 5)
- Tiempo: Se realizó en un lapso de tiempo de 3 meses.

- Población: Personal de laboratorios clínicos y 52 673 habitantes del área urbana que representan el 73,46% del total de la población del cantón Pasaje (INEC, 2019).

### **1.5 Objetivo general**

Caracterizar los desechos peligrosos y no peligrosos generados en los tres laboratorios clínicos (tipo LAC-2) del cantón Pasaje, El Oro – Ecuador, mediante el manual de normas de bioseguridad y riesgos asociados, para cumplimiento de la normativa ambiental vigente.

### **1.6 Objetivos específicos**

- Cuantificar los desechos peligrosos y no peligrosos generados en los tres laboratorios clínicos mediante la norma de bioseguridad y riesgo asociados.
- Comparar la información actual de los resultados mediante método estadístico y el establecimiento de las normas ambientales vigentes con sus procedimientos, identificando los riesgos de los desechos peligrosos y no peligrosos.
- Proponer un plan que determine las medidas de bioseguridad y riesgos asociados para la disposición final de desechos peligrosos y no peligrosos para un laboratorio tipo LAC-2 del Cantón Pasaje, en cumplimiento de la normativa ambiental vigente.

### **1.7 Hipótesis**

El correcto manejo integral mediante la caracterización de los desechos peligrosos y no peligrosos de tres laboratorios clínicos (tipo LAC-2) del cantón Pasaje, El Oro – Ecuador, reduce la contaminación ambiental y sanitarios.

## 2. Marco teórico

### 2.1 Estado del arte

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2014) identificó los potenciales riesgos del manejo de desechos peligrosos hospitalarios, clínicos y laboratorios con efectos potenciales SIDA, hepatitis B y C, infecciones gastroentéricas, infecciones respiratorias, infecciones dérmicas e intoxicaciones, entre otras patológicas. Conllevando que en América Latina se produce alrededor de 3 kilogramos por día de desechos en estos centros médicos y alcanzando hasta el 25 % de tipologías peligrosas. Además, el adecuado manejo de los desechos peligrosos de estos centros médicos, se sugiere establecer un sistema integrado de manejo de los desechos peligrosos con énfasis en la capacitación del personal y el establecimiento de procedimiento escritos para el transporte interno de los desechos peligrosos.

En Grecia se llevó a cabo un estudio sobre la tasa de generación y la composición de los desechos médicos sólidos producidos por laboratorios privados de microbiología médica (diciembre 2015 a mayo 2016). Se seleccionaron siete laboratorios con capacidades que variaban de 8 a 88 exámenes por día. El registro diario de los pesos de desechos médicos sólidos se realizó durante 30 días durante ese período (Komilis et al., 2017).

Los resultados indicaron que en promedio el 35% del desecho médico total eran desechos médicos peligrosos (infecciosos). Las tasas de generación de desechos médicos peligrosos-infecciosos variaron de 11,5 a 32,5 gramos examinado por día, mientras que un valor promedio de los 7 laboratorios fue  $19,6 \pm 9,6$  gramos examinado por día ( $2,27 \pm 1,11$  gramos examen día por laboratorio). La tasa promedio de generación de desechos médicos de tipo urbano fue  $44,2 \pm$

32,5 gramos examinado por día. Se estima que los laboratorios privados de microbiología médica generan anualmente 580 toneladas de desechos médicos infecciosos (Komilis et al., 2017).

Mora (2020) menciona que en un laboratorio clínico se genera un tipo de desecho específico en áreas de coprología (nivel de riesgo 2: recipientes plásticos con contenido de agentes biológicos como *Babesia microti*, *Entamoeba histolytica*, *Taenia saginata*, entre otros; además de espátulas plásticas, aceite de inmersión, objetos cortantes), Uroanálisis (nivel de riesgo 2 y 3: recipientes plásticos con contenido de agentes biológicos *Actinobacillus*, *E. coli*, *Salmonella entérica*, *Streptococcus* entre otros; espátulas plásticas, reactivos) y hematología (nivel de riesgo 2 y 3: recipientes de vidrios (tubo de ensayos con muestras de sangre) con variedad de agentes biológicos consecuente de enfermedades como Virus hepatitis B, Virus hepatitis C, Virus de fiebre amarilla, Virus inmunodeficiencia humana, Virus del sarampión, Virus de la encefalitis del Valle Murray, entre otros; agujas y agujas de jeringas, recipientes de desechos de la muestra de sangre, algodón, bolsa plástica de la jeringa, jeringa, vidrios, alcohol etílico); estas áreas son potencialmente peligrosos para la salud humana para quien las manipula; y la correcta gestión de estos materiales de bioseguridad al momento de su desecho deben estar identificado con el tipo de desecho peligroso y no peligroso enmarcando una responsabilidad.

Vargas y Coba (2017), realizaron una propuesta de un sistema de gestión de calidad ISO 9001:2015 en las áreas de química clínica y hematología en el laboratorio clínico del Hospital Pablo Arturo Suárez; en las áreas técnicas, administrativa y de limpieza, el cual se genera los tipos de desechos infecciosos como son la muestra biológica (como sangre y se inactiva con hipoclorito de sodio

al 1% dejando reposar por un lapso de 30 minutos, esta se derrama en el vertedero dejando correr abundante agua), material cortopunzante (agujas lancetas, las jeringas contaminadas, laminas contaminadas con sangre y hematocrito se le agrega solución hipoclorito de sodio 1% dejando reposar 30 min y luego son colocadas en el recipiente plástico rojo), elemento de barrera (gorro, guantes, mascarillas se desechan en bolsa roja); y los de tipo no infecciosos como son desechos comunes de los clientes (vasos plásticos, diferentes tipos de papeles, y papeles desechables del baño) el cual son recogidos en una bolsa negra distinto de la bolsa roja (Mora , 2020).

Un estudio realizado en 3 hospitales públicos (uno en un hospital universitario y el otro en hospitales generales) y cuatro privados en la ciudad de Tesalónica, segunda ciudad más grande de Grecia con una población de alrededor de 1.500.000 habitantes (Kalogiannidou et al., 2018). Se estimó que los laboratorios seleccionados cubrieron entre el 80% y el 85% de los examinados de la ciudad que realizan exámenes de biopsia en los laboratorios de histopatología de la ciudad. El período de muestreo duró cinco meses (septiembre de 2017 a enero de 2018). Se seleccionó aleatoriamente una semana, 5 días al mes (no hubo operación de ninguno de los laboratorios el fin de semana) por laboratorio, donde, alrededor del 56% de los desechos médicos totales consisten en desechos tóxicos tanto en los laboratorios públicos como en los privados (Kalogiannidou et al., 2018).

Los envases de plástico, que se consideran y eliminan como desechos infecciosos, siendo el principal componente de desechos que comprende entre el 72% y el 78% del peso total de desechos infecciosos (195 y 208 gramos por examen). Los desechos peligrosos mixtos comprenden entre el 24% y el 28% del

peso total en desecho médicos. Finalmente, los desechos infecciosos (agujas, guantes y algodón) comprenden alrededor del 18% (privado) y 22% (público) del total de desechos médicos generados (Kalogiannidou et al., 2018).

Según datos del INEC (2020), y de acuerdo a lo mencionado por los laboratorios (públicos y privados) inscritos y certificados, las disposiciones finales de los desechos sanitarios peligrosos son procesadas mediante celdas de seguridad (40.97%), incineración (20.43%), autoclave (26.89%), entre otros procesos (11.71%). De este modo, el 38,56% establecimientos de salud reciben información sobre la gestión de los desechos sanitarios, mientras que una parte considerable 25,28% desconoce el destino o disposición final y un 36.16% no han recibido información de la gestión de desechos sanitarios; es así que, el 39.74% de establecimientos paga una tarifa diferenciada por la disposición final de los desechos sanitarios, el 21.54% no cancela este valor y solo el 38.73% desconoce de estos rubros o tasa cobrado por el municipio o gestor ambiental acreditado por la gestión dada a los desechos una vez entregados.

Por otra parte, un estudio realizado por Vallejo et al., (2019) de enero a julio de 2017 en el Centro de Salud Cordero Crespo de la ciudad de Guaranda; donde el total de los desechos recolectado fue de 940,3 kg; corresponden el 54% a desechos comunes, 36,3% desechos biológicos, 6,3% desechos corto-punzantes, 3,1% desechos farmacéuticos, y 0,1% desechos anatomo-patológicos. De este modo, el uso de los materiales para separación, almacenamiento, transporte y disposición final de los diversos desechos hospitalarios se encuentran ubicados adecuadamente dentro del centro de salud sin que exista una roturación adecuada y los materiales.

Con la aplicación de la normativa UNE 150008 se los indicadores de desempeño de gestión de unidades médicas como el Hospital IESS de la ciudad de Riobamba, constatando que no cuenta con un adecuado desempeño en el área de desechos sólidos, líquidos y gaseosos, así como el desempeño ambiental, revelando así que se genera 0.1082 kg por paciente al día (34.70 %); se recomienda a la unidad médica que implemente la propuesta de sistema de gestión integral para mejora de su desempeño ambiental (Figueroa , 2015).

Un estudio sobre el análisis y evaluación del riesgo ambiental (tipos de contaminantes, vías de liberación de las sustancias químicas, y factores ambientales) que puede presentarse en una pequeña y mediana empresa de almacenamiento y su comercialización de productos químicos, donde se evaluó con la aplicación de la Norma UNE 150008:2008 (Cañón , 2017).

Por lo que, señala como impacto de importancia alto riesgo químico por presencia de sustancias químicas peligrosas. Así concluye que al aplicar la Norma 150008 2008 este tipo de empresa identifica las probabilidades de ocurrencias de accidentes ambientales producto de las actividades, procesos y sustancias con consecuencias sobre factores ambientales. La evaluación de riesgos ambientales permite a las organizaciones obtener información para llevar a cabo las medidas preventivas que sean necesaria e incluso, para determinar qué tipo de medidas deben adoptarse (Cañón , 2017).

Con la finalidad de controlar y reducir los riesgos para la salud debido a la exposición a los desechos peligrosos, se orientó a la implementación de un sistema organizado de manejo de los mismos; como metodología utilizada se adoptaron diferentes publicaciones internacionales de referencia, contemplando 3 aspectos fundamentales para la implementación del sistema de los desechos

peligrosos: organizativos, técnicos operacionales y recursos humanos; una vez seleccionado el personal, este debe ser capacitado e integrado a las actividades de la institución y al sistema de manejo de desechos (Junco & Rodríguez, 2000).

Un manual para la capacitación del personal que interviene en las diferentes etapas del manejo de desechos peligrosos, permite contribuir a un mayor conocimiento en el manejo del mismo además de proteger su salud, desarrollando con mayor eficiencia su labor (Junco & Rodríguez, 2000).

La gestión del tratamiento de los desechos peligrosos biológico-infecciosos son consecuencia inevitable de las actividades productivas humanas; por esto, se observó en tres regiones de México, donde la mayoría de laboratorios y siguiendo las normas vigentes, utilizan la incineración y tratamiento por esterilización por autoclave industrial con mayor predominancia y en menor el tratamiento químico (León , 2016).

La conciencia de conocer la situación en el manejo de desechos y sus mezclas con peligrosos, incrementa los costos de tratamiento hasta ocho veces, y visualizando la necesidad de conocer la magnitud y volumen real de estos desechos, se clasifican en sus respectivos envases, almacenaje, recolección, transporte y tratamiento hasta llegar a la disposición final de los mismos (León , 2016).

Mediante la caracterización de desechos peligrosos y no peligrosos, se puede realizar un plan de manejo de estos desechos, cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización del tipo de desechos (ejemplo los químicos como desechos ácidos, aromáticos, orgánicos, inorgánico, mezclas), clasificar su peligrosidad a través de CRETIB (corrosivo, reactivo, explosivo,

tóxico ambiental, inflamable y biológico infecciosos), además de tener medidas para prevenir y contender contingencias (Chávez, 2018).

En el año 2005, y de acuerdo a un estudio realizado sobre los desechos hospitalarios peligrosos; y utilizando la metodología por medio de volúmenes alcanzados en las bolsas y recipientes de almacenamiento transitorio de los mismos en diferentes unidades clínicas, el cual se clasificaron en tipo I (patológicos, infecciosos, corto punzantes, químicos, farmacéuticos, radioactivos), y tipo II (eliminados con biodegradables, inertes y reciclables, desechados mediante los sistemas de desechos sólidos urbanos) (Neveu & Matus, 2007).

Este Instituto evaluado genera una cantidad de desechos hospitalarios peligrosos dentro del marco de los descritos a nivel internacional. Si bien existe un sistema de gestión de ellos, con personal propio y empresas externas encargadas del retiro y disposición final, no se visualiza una gestión integral de los desechos hospitalarios (Neveu & Matus, 2007).

Un estudio realizado sobre el plan de manejo de desechos sólidos peligrosos con recursos limitados en establecimientos de salud; se evaluaron resultados, luego logrando una evaluación integral de los desechos sólidos peligrosos en policlínicos y después de la revisión de la bibliografía se elaboró una propuesta para la gestión de los mismos (González , 2010).

Así, esta institución no cuenta con la infraestructura adecuada para hacer un correcto manejo de los desechos (no existían recipientes para los diferentes tipos de desechos, además que no se clasificaban los desechos posteriores a su recolección y el transporte no realizaba el adecuado traslado), motivo que se observó una parte de su personal no se encuentra capacitado; esto impulsa a implementar un programa de gestión de desechos (González , 2010).

La formulación de una propuesta metodológica basada en la gestión integral de desechos químicos peligrosos en varios institutos de educación superior, se realizó en varias etapas que tuvieron en cuenta normas, reglamentos nacionales y normas internacionales, considerando manejo adecuado (Vera, 2015).

Generando como resultados el mejoramiento de la segregación y caracterización, ayudó a disminuir el volumen de generación y el almacenamiento sin la utilización de algún tratamiento, ya que a largo plazo se puede presentar un peligro de impacto ambiental (Vera, 2015).

La investigación realizada sobre el diagnóstico de bioseguridad en el sector sanitario del departamento de Bolívar, Norte de Colombia; esta se realizó en 33 instituciones prestadoras de servicios de salud donde se observó mediante el uso de listas de chequeo relacionadas con el riesgo biológico, revisión documental y estadística de accidentalidad; encontrando que, las operaciones en relación al riesgo biológico, uno de los resultados fue que de cada 100 000 horas de trabajo existían 80 accidentes relacionados con desechos biológicos los cuales fueron con material cortopunzantes, agujas, bisturí, entre otros (Bedoya et al., 2017).

## **2.2 Bases teóricas**

Los desechos peligrosos biológicos-infecciosos deben ser manejados para no generar focos de infección, los cuales pueden afectar al personal del laboratorio, a las personas o ambiente (Lara et al., 2008).

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud OMS (2018), de todos los desechos generados el 85% son desechos comunes y el 15% se considera material peligroso, además en el mundo se administran cada año 16 millones de inyecciones las cuales no son eliminadas correctamente. Por otro lado, en 2018

según el informe del Banco Mundial los desechos aumentarían el 70% para el año 2050 más que en la actualidad (Banco Mundial , 2018).

En el año 2005, China generó 740000 toneladas de desechos médicos por año, de los cuales el 10% lo manejaron de manera sólida (Duan et al., 2008). En el mismo año 2005 en la ciudad de Maracaibo el 56% de los desechos biológicos generados no tuvieron un tratamiento en su disposición final, por lo cual puede causar efectos adversos a la salud y ambiente (Sirit et al., 2005).

En Ecuador el 20% de los desechos son peligrosos y los municipios son los encargados de la gestión, además la recolección y el transporte deben cumplir con las normas de no trasladar un desecho común junto con uno peligroso (Peñañiel , 2018).

Gran parte de los desechos recolectados en un punto transeúnte como las vías en carreteras o sitios turísticos, no son generados por los mismos pobladores del sitio; sin embargo, existen normativas como el código orgánico del ambiente, donde se sancionan a estas prácticas sin importar la época del año (Dávalos , 2017).

El impacto que generan los desechos sanitarios en el ambiente y salud de los seres humanos representan un alto grado de riesgo debido a la contaminación ocasionada por la mala manipulación del mismo afectando a quienes manipulan estos desechos. La aplicación de un manual permite organizar y explicar las actividades de gestión de desechos, importante para la inspección y ejecución del cumplimiento con responsabilidad (Apolo & Ludeña, 2021).

### **2.2.1 Desechos no peligrosos**

Los desechos o desechos no peligrosos son aquellos que no experimentan un cambio físico, químico o biológico y se representan de forma sólido o semisólido;

en este tipo de desechos no se incluyen los combustibles, además deben de cumplir la determinante de ser insignificante en ecotoxicidad, es decir que no deben afectar de forma negativa al medio ambiente y la salud humana (Elías, 2012).

### **2.2.1.1. Desechos generados del COVID-19**

De acuerdo a datos proporcionados por EMASEO, Quito recoge diariamente 2.000 toneladas de basura, de los cuales solo 25.000 kg mensuales son provenientes de desechos COVID-19. Los desechos hospitalarios representan tan solo el 1% (204.980 kilogramos) del total de basura generada, incrementando los desechos de mascarillas, guantes o equipo de protección personal (no biodegradables) (Lucero , 2020).

### **2.2.2 Desechos peligrosos**

Es un desecho sólido que, debido a la concentración, cantidad, características físicas, químicas o infecciosas puede causar la muerte o un daño irreversible grave, enfermedad o también puede ser un peligro para la salud humana o ambiente cuando se trata de manera inadecuada (EPA, 2005).

Entre los desechos peligrosos generados en un laboratorio clínico se encuentran los siguientes:

- **Desechos infecciosos.** - Son los desechos contaminados con fluidos corporales o sangre por muestras de algún diagnóstico desechadas de manera incorrecta, cepas de agentes infecciosos o cultivos provenientes de un laboratorio y finalmente desechos de pacientes ingresados en la sala de aislamiento (OMS, 2018).
- **Desechos cortantes.** - Son todos aquellos punzantes usados y sin usar contaminados con fluidos o líquidos de intravenosa (OMS, 2017).

- **Desechos patológicos.** - Son los correspondientes al cuerpo humano, como tejidos, órganos o fluidos humanos (OMS, 2017).
- **Desechos farmacéuticos citotóxicos.** - Son aquellos productos farmacéuticos vencidos que ya no se pueden utilizar, incluso artículos contaminados con algún producto farmacéutico (OMS, 2017).
- **Desechos químicos.** - Son todos aquellos que contienen algún tipo de sustancia química, como los reactivos utilizados en un laboratorio, solventes, desinfectantes, entre otros (OMS, 2017).
- **Desechos radiactivos.** - Son aquellos desechos que contienen sustancias radiactivas, como cristalería contaminada, papel adsorbente, orina y excretas de pacientes tratados con radionucleido no sellados (OMS, 2017).

### **2.2.3 Generación, gestión y disposición final de desechos peligrosos**

Son generados debido al uso intensivo de sustancias químicas en las diferentes etapas de un producto y los tratamientos utilizados para disminuir su peligrosidad pueden ser físicos, biológicos o químicos. En el tratamiento biológico puede ser aerobios, anaerobio o facultativos (Loaysa, 2007).

El manejo inadecuado de los desechos de laboratorio puede provocar infecciones graves en el personal de salud, a los pacientes y la comunidad (Mata et al., 2004).

En la gestión de desechos peligrosos debe prevalecer la minimización de la generación y reaprovechar, pero siempre hay desechos que conviene ubicarlos en rellenos de seguridad (Loaysa, 2007).

Los lugares de la disposición final, son el punto más frágil en el proceso del manejo de los desechos municipales, por lo cual son el resultado de vectores que

contaminan el ambiente afectando directamente al agua, calidad de aire y en ciertas ocasiones a la población (Bernache , 2012).

#### **2.2.4 Medios de eliminación de material contaminado**

Son el conjunto de procedimientos adecuados y dispositivos por medio de los cuales los materiales que se utilizan con los pacientes, se los deposita y elimina sin riesgo alguno (García et al., 2019).

##### ***2.2.4.1. Tratamiento primario de desechos***

Se lo ejecuta inmediatamente después de la generación de los desechos en el mismo lugar donde fueron producidos, se lo puede realizar en laboratorios por lo que cuentan con equipos para la esterilización (Sandoval, 2018).

##### ***2.2.4.2. Tratamiento secundario de los desechos***

Pueden ser externos o internos:

- Externos: se lo realiza fuera de la institución de salud
- Internos: se lo realiza dentro de la institución de salud, siempre y cuando posea un sistema de tratamiento que cumpla con las especificaciones técnicas convenientes (Sandoval, 2018).

#### **2.2.5 Tratamiento de los desechos especiales y sanitarios**

El tratamiento de los desechos especiales e infecciosos se debe ejecutar en todos los establecimientos de salud, para reducir el riesgo de contaminación por gérmenes o productos químicos tóxicos, por ende, se debe realizar un tratamiento de manera adecuada (Sandoval, 2018).

Los municipios asumen la competencia de mantener limpia la ciudad y se hacen cargo de todos los desechos municipales, a pesar de la evidente basura en algunos sitios, no se realiza con la periodicidad necesaria, obligando al ciudadano

a realizar su respectiva minga para mantener limpio estas áreas que en algunos casos son sitios de trabajos (Torres, 2018).

Los desechos sanitarios generados dentro de un establecimiento son altamente infecciosos, ya que son capaces de producir enfermedades infecciosas, por lo que se debe realizar la correcta eliminación de estos, a continuación, se presentan algunas formas de eliminar los desechos peligrosos (OMS, 2017).

- **Tecnología de tratamiento a base de vapor.** - Se utilizan para la desinfección de los desechos infecciosos y cortantes, cuyo método se basa en someter a calor y vapor húmedo durante cierto periodo de tiempo definido, por ende, este método se encarga de eliminar microorganismos (OMS, 2017).
- **Incineración.** - Es un proceso de oxidación seca a una elevada temperatura de (850 °C a 1100 °C) que se encarga de reducir los desechos orgánicos y combustibles a materia inorgánica, resultando una disminución del volumen y peso de los desechos (OMS, 2017).
- **Tratamiento químico automatizado.** - utiliza mayormente desinfectantes, cuya problemática está en causar efluentes tóxicos y aumenta el riesgo de exposición hacia los trabajadores de los desechos sanitarios (OMS, 2017).
- **Tratamiento biológico.** - Se encarga de utilizar organismos vivos naturales que sean capaces de degradar la materia orgánica; como las enzimas que aceleran la destrucción de desechos orgánicos los cuales contienen patógenos (OMS, 2017).

### **2.2.6 Gestión para el tratamiento de desechos**

Para la correcta gestión de desechos sanitarios se deben de colocar los contenedores para reducir el riesgo de exposición hacia las personas, cuyo contenedor debe de contener el símbolo internacional de riesgo biológico y este no debe de ser llenado a tope. Mientras que los desechos no infecciosos y no peligrosos se deben de colocar en contenedores de basura común, o clasificarlos según se requiera el reciclaje o compostaje (Komilis et al., 2017).

#### **2.2.6.1. Manejo de desechos sanitarios**

Para el manejo de estos desechos se debe de utilizar guantes para evitar el contacto con los agentes infecciosos, y este debe ser sellado por completo para evitar la fuga de agentes infecciosos. El carro utilizado para movilizar estos desechos debe ser exclusivo para este tipo de desechos (Komilis et al., 2017).

La ausencia de cultura en el cuidado de la salud y deficiencia de conocimientos en materia de seguridad laboral, donde los trabajadores no tienen conocimiento alguno de reglamentos, leyes, y normativas vigentes aplicado a la seguridad, así como la falta de instrucciones de uso de equipo de protección, señalética y medidas de seguridad para prevenir riesgos laborales (Azanza, 2019).

#### **2.2.6.2. Almacenamiento de desechos**

Deben de ser llevados a un área destinada para el almacenamiento de desechos, ya sea una bodega, galpón, cumpliendo los siguientes parámetros (Komilis et al., 2017):

- Debe estar adecuado para el agua, lluvia y viento.
- Debe minimizar olores de desechos que sean susceptibles a la descomposición, este tipo de desechos no deben ser almacenados por más de 3 días y deben ser tratados por empresas gestoras.

- Debe de ser de fácil acceso para los empleados autorizados, y contar con cierre para evitar el ingreso de personal no autorizado.
- Debe estar adecuado para evitar la aglomeración de animales o la reproducción de los mismos.
- Esta área debe permanecer libre de escombros y agua estancada, siendo desinfectada semanalmente o cada vez que ocurra un derrame de fluido (Krisiunas, 2014).

### **2.2.7 Bioseguridad**

La bioseguridad debe entenderse como una norma de conducta la cual pretende reducir el riesgo de los trabajadores en la salud, siendo una parte fundamental para la eficacia de los programas de seguridad en laboratorios y debe ser distribuida a todo el personal expuesto a cualquier tipo de riesgo (García, 2012).

Las políticas en bioseguridad son desarrolladas específicamente para prevenir, reducir o incluso mitigar los riesgos que representa la exposición a organismos infecciosos no deseados (Barratt, 2008).

### **2.2.8 Reactivos**

Los reactivos son sustancias químicas que ayudan al profesional clínico a finalizar una serie de reacciones que determinan gran variedad de exámenes, los reactivos pueden ser líquidos, sólidos o gaseosos y de manera química pueden ser sales, ácidos, bases, alcoholes entre otros (Gil, 2019).

El manejo de estos reactivos en laboratorio debe realizarse siguiendo las normas de establecida para precautelar la salud de las personas, por ello los reactivos deben ser almacenados de acuerdo a su categoría de riesgos, evitando así accidentes laborales (Gil, 2019).

### **2.2.9 Laboratorio clínico**

Un laboratorio clínico o también conocido como laboratorio médico, es aquel que tiene como objetivo analizar diversas muestras biológicas como la sangre u orina; que mediante un análisis microbiológico y bioquímico se da un diagnóstico para un tratamiento o prevención de ciertas enfermedades (OMS, 2014).

#### ***2.2.9.1. Clasificación de laboratorios clínicos para la organización y funcionamiento de la Red Nacional de Laboratorios-MSP***

- **Laboratorio de análisis clínico de baja complejidad (LAC-1).** Es el servicio de apoyo de baja complejidad al que le compete analizar, cualitativa y/o cuantitativamente, muestras biológicas de usuarios/pacientes sanos o enfermos, en las siguientes áreas de análisis: hematología, hemostasia, química clínica, inmunoserología y microbiología básica (coloraciones), así como uroanálisis coproanálisis y pruebas de diagnósticos rápido (MSP-REDNALAC, 2015).
- **Laboratorio de análisis clínico de mediana complejidad (LAC-2).** Es el servicio de apoyo de mediana complejidad al que le compete analizar, cualitativa y/o cuantitativamente, muestras biológicas de usuarios/pacientes sanos o enfermos, de análisis mencionadas para laboratorio de baja complejidad, además de una o más de las siguientes áreas especializadas: inmunoquímica, inmunología, microbiología de mediana complejidad con capacidad de realizar aislamientos primarios (cultivo), diagnóstico bacteriano a nivel de especie y pruebas de sensibilidad a los antimicrobianos y diagnóstico de otros patógenos que no requieran un nivel de contención elevado para evitar su diseminación, así como vigilancia epidemiológica (MSP-REDNALAC, 2015).

- **Laboratorio de análisis clínico de alta complejidad (LAC-3).** Es el servicio de apoyo al que le compete analiza, cualitativa y/o cuantitativamente, muestras biológicas de usuarios/pacientes sanos o enfermos, de análisis mencionadas para laboratorio de baja y mediana complejidad, además de una o más de las siguientes áreas especializadas: microbiología de alta complejidad que requiere uso de técnicas de identificación fenotípica especializada o aplicación de métodos moleculares de su procesamiento, biología molecular, toxicología genética (MSP-REDNALAC, 2015).
- **Laboratorio de análisis clínico de referencia INSPI(LAC-4).** Son aquellos que realizan un amplio espectro de determinaciones en pruebas relevantes de control y vigilancia en salud pública y pruebas especiales conforme la clasificación definida en la cartera de servicios por la Autoridad Sanitaria Nacional (MSP-REDNALAC, 2015).

#### **2.2.10 Niveles de bioseguridad**

Los laboratorios realizan trabajos con virus y bacterias donde podría existir un riesgo grave para la salud si no se toman las debidas precauciones (Trujillo, 2019).

- Nivel 1. Trabajan con organismos de baja peligrosidad como levaduras y aun así todo material que se utilice en el laboratorio debe ser desinfectado y no representan peligro a nivel individual ni poblacional; no es necesario usar equipo de bioseguridad (Bertran , 2021).
- Nivel 2. Se trabaja con agentes de riesgo 2, es decir que pueden provocar enfermedades en los humanos por lo que se debe de respetar las normas microbiológicas utilizando equipos de protección individual (Bertran , 2021).

- Nivel 3. A este grupo ingresan los laboratorios ubicados en instalaciones clínicas, de investigación y diagnóstico; trabajan con agentes de riesgo 3 que pueden causar infecciones graves y mortales, por lo que se deben de usar equipos de protección totalmente cerrados y el ingreso al laboratorio debe de ser controlado (Bertran , 2021).
- Nivel 4. Nivel máximo de peligrosidad, donde se trabaja con agentes biológicos demasiado dañinos los cuales representan un riesgo para la sociedad, ejemplo de ellos el virus del Ébola, dentro de este nivel se deben utilizar trajes aislantes (Bertran , 2021).

### **2.2.11 La norma UNE 150008 de Análisis y Evaluación del Riesgo**

#### **Ambiental**

Norma insta los requisitos y pautas a seguir a la hora de ejecutar la evaluación y la cuantificación de todos los riesgos que generan las diligencias que realizan las organizaciones (Cascales, 2008).

Cascales (2008) indica que la norma está orientada hacia organizaciones de tamaño medio y pequeño, y su período de validez no supera los tres años, siempre que en este plazo no se hayan producido variaciones significativas. Para llevar a cabo la determinación de los riesgos ambientales, que alcanzan a generar las empresas, se toman en cuenta diferentes conceptos:

- La base de un suceso indicador que supone el hecho de que se pueda provocar un incidente (Cascales, 2008).
- La asignación de la probabilidad de ocurrencia de dicho suceso (Cascales, 2008).

La combinación de estos conceptos, son factores o escenarios de posibles accidentes, siendo objetivo de dicha combinación la determinación en la

probabilidad de ocurrencia en cada uno de los escenarios o situaciones, y la valoración de consecuencias naturales, humanas y socioeconómicas que derivan de la sucesión de posibles accidentes (Cascales, 2008).

La norma UNE 150008 se encuentra delineada para ser implementada en cualquier sociedad o empresa, independientemente del sector al que corresponda o del tamaño que tenga, siendo las organizaciones que más demandan este tipo de implantación las que por su actividad, tienen una mayor posibilidad de tener un accidente ambiental (Reinoso & Santacruz , 2019).

Los beneficios que obtienen las organizaciones o empresas después de la implementación de un Sistema de Gestión que se basa en la norma UNE 150008 son (Alarcón , 2016):

- Delimitar cargos y responsabilidades internas en el caso de que se produzca un accidente ambiental.
- Incentivar a los trabajadores para que se encuentren pendientes de mejorar la política de gestión ambiental de la sociedad.
- Reducir las primas de riesgo.
- Mejorar la imagen de la empresa
- Obtener un mejor trato con la administración.

## **2.3 Marco legal**

### **2.3.1 Constitución de la República del Ecuador**

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados

Art. 15.- Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos,

agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional.

Art. 32.- La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos; entre ellos, el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir”

### **2.3.2 Reglamento para el funcionamiento de los laboratorios clínicos**

Art. 45. El director como responsable técnico del laboratorio, elaborará un manual de procedimientos de bioseguridad y manejo de desechos, para aplicar normativa vigente del Ministerio de Salud Pública: Manual de Normas de Bioseguridad para la Red de Servicios de Salud en el Ecuador, y conforme a la Norma Técnica de Laboratorio Clínico.

Art. 48. Los laboratorios clínicos colaborarán con el trabajo de las autoridades de salud, en el área de su competencia, en caso de emergencia sanitaria (MSP-LC, 2012).

### **2.3.3 Reglamento interministerial de gestión de desechos sanitarios**

Art. 6.- Son responsabilidades de los establecimientos sujetos a control del presente Reglamento y de todo su personal. El comité o el responsable, cuyos integrantes deberán tener los conocimientos y experiencia en el manejo adecuado de desechos, tendrán las siguientes funciones: a. Elaborar e implementar el Plan de Gestión Integral de Desechos Sanitarios en el establecimiento, conforme a los lineamientos de la Normativa Ambiental y Sanitaria vigente. b. Realizar el monitoreo permanente de la gestión interna de los desechos sanitarios, conforme lo establecido en su Plan de Gestión Integral de Desechos Sanitarios. Esta actividad se respaldará por un informe anual de cumplimiento del Plan de Gestión Integral de Desechos Sanitarios, mismo que será verificado por las Autoridades Ambiental y Sanitaria. c. Estructurar y ejecutar un plan de capacitación continuo sobre la gestión integral de desechos sanitarios, para el personal permanente y temporal que ingresa al establecimiento. d. Realizar el diagnóstico anual de la situación de los desechos y de la aplicación de normas de bioseguridad en la institución. e. Determinar posibilidades técnicas y ventajas económicas de re uso y reciclaje de materiales. Las funciones antes descritas, deben estar incluidas de manera obligatoria en el respectivo Plan de Manejo Ambiental, aprobado para la obtención del Permiso Ambiental correspondiente. 8.- Obtener la certificación de capacitación en la gestión de desechos para los responsables de este proceso en el establecimiento, extendida por la Autoridad Sanitaria, la cual será un requisito para la obtención del permiso de funcionamiento. 9.- El personal que labore en los establecimientos, será corresponsable de la gestión integral de los desechos sanitarios.

Art. 15.- Los desechos infecciosos biológicos generados, se separarán en la fuente y acondicionarán en fundas resistentes y recipientes, claramente etiquetados que cumplan con las especificaciones establecidas en la Norma Técnica que será expedida para la aplicación del presente Reglamento, antes de ser transportados a los sitios de almacenamiento intermedio o final. Estos desechos no deben ser compactados.

Art. 17.- Los desechos infecciosos biológicos, debidamente identificados, se transportarán en recipientes con tapa, al almacenamiento intermedio o final, donde permanecerán hasta su recolección externa o tratamiento.

Art. 20.- Los desechos corto-punzantes se depositarán en recipientes resistentes a la perforación, al impacto, debidamente identificados y etiquetados, los cuales previo a su transporte se cerrarán herméticamente, permaneciendo así durante todas las etapas de su gestión interna. En el caso de campañas de vacunación, se podrá utilizar recipientes de cartón extra duro, termo-laminado, específicas para esta actividad.

#### **2.3.4 Mecanismo de control de calidad en la REDNALAC-MSP**

Los laboratorios de la Red, deben conocer y establecer los tiempos, cantidades, actividades y flujos de muestra, herramienta fundamental para el desarrollo de un plan de gestión de calidad y la adopción de un sistema de información. Dicho mecanismo de control y seguimiento de la gestión de la calidad debe abarcar las tres fases, pre analítica, analítica y pos analítica (MSP-REDNALAC, 2015).

#### **2.3.5 Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y**

##### **Descentralización, COOTAD**

Art. 136.- Ejercicio de las competencias de gestión ambiental. - Los gobiernos autónomos descentralizados municipales establecerán, en forma progresiva, sistemas de gestión integral de desechos, a fin de eliminar los vertidos contaminantes en ríos, lagos, lagunas, quebradas, esteros o mar, aguas residuales provenientes de redes de alcantarillado, público o privado, así como eliminar el vertido en redes de alcantarillado.

Art. 275.- establece como modalidades de la gestión que "Los gobiernos autónomos descentralizados regional, provincial distrital o cantonal podrán prestar los servicios y ejecutar las obras que son de su competencia en forma directa, por contrato, gestión compartida por delegación a otro nivel de gobierno o cogestión con la comunidad y empresas de economía mixta (...)".

Art. 418.- Bienes afectados al servicio público. - Son aquellos que se han adscrito administrativamente a un servicio público de competencia del gobierno autónomo descentralizado o que se han adquirido o construido para tal efecto.  
e) Los activos destinados a servicios públicos como el de recolección, procesamiento y disposición final de desechos sólidos;

Art. 431.- De la gestión integral del manejo ambiental. - Los gobiernos autónomos descentralizados de manera concurrente establecerán las normas

para la gestión integral del ambiente y de los desechos contaminantes que comprende la prevención, control y sanción de actividades que afecte al mismo (COOTAD, 2019).

### 2.3.5 Código Orgánico Ambiental COA

Art. 9.- Principios ambientales. En concordancia con lo establecido en la Constitución y en los instrumentos internacionales ratificados por el Estado, los principios ambientales que contiene este Código constituyen los fundamentos conceptuales para todas las decisiones y actividades públicas o privadas de las personas, comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos, en relación con la conservación, uso y manejo sostenible del ambiente. Numeral 1. Responsabilidad integral. - La responsabilidad de quien promueve una actividad que genere o pueda generar impacto sobre el ambiente, principalmente por la utilización de sustancias, residuos, desechos o materiales tóxicos o peligrosos, abarca de manera integral, responsabilidad compartida y diferenciada. Esto incluye todas las fases de dicha actividad, el ciclo de vida del producto y la gestión del desecho o residuo, desde la generación hasta el momento en que se lo dispone en condiciones de inocuidad para la salud humana y el ambiente. **6.** Elaborar planes, programas y proyectos para los sistemas de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos o desechos sólidos; **7.** Generar normas y procedimientos para la gestión integral de los residuos y desechos para prevenirlos, aprovecharlos o eliminarlos, según corresponda;

Art. 235.- De la gestión integral de los residuos y desechos peligrosos y especiales. Para la gestión integral de los residuos y desechos peligrosos y especiales, las políticas, lineamientos, regulación y control serán establecidas por la Autoridad Ambiental Nacional, así como los mecanismos o procedimientos para la implementación de los convenios e instrumentos internacionales ratificados por el Estado.

Art. 237.- Autorización administrativa para el generador y gestor de desechos peligrosos y especiales. Todo generador y gestor de residuos y desechos peligrosos y especiales, deberán obtener la autorización administrativa de conformidad con los procedimientos y requisitos establecidos en la norma secundaria.

Art. 239.- Disposiciones para la gestión de residuos y desechos peligrosos y especiales. Se aplicarán las siguientes disposiciones:

- 1) Considerando la disponibilidad de tecnologías existentes para el transporte, eliminación o disposición final de residuos y desechos peligrosos y especiales, la Autoridad Ambiental Nacional dispondrá, de conformidad con la norma técnica, la presentación de requerimientos adicionales como parte de la regularización;
- 2) Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos definirán las rutas de circulación y áreas de transferencia, que serán habilitadas para el transporte de residuos y desechos peligrosos y especiales;

- 3) Todo movimiento transfronterizo de residuos y desechos peligrosos y especiales, incluyendo lo relacionado a tráfico ilícito de los mismos, será regulado por la normativa específica que la Autoridad Ambiental Nacional expida para el efecto, en cumplimiento con las disposiciones nacionales e internacionales respectivas y conforme las disposiciones de este Código.  
(MAE, 2018)

### **2.3.6 Acuerdo Ministerial/ 061, Reforma al TULSMA, mayo, 2015**

#### **CAPÍTULO VI GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS, Y DESECHOS PELIGROSOS Y/O ESPECIALES**

Art. 49.- Políticas generales de la gestión integral de los residuos sólidos no peligrosos, desechos peligrosos y/o especiales. - Se establecen como políticas generales para la gestión integral de estos residuos y/o desechos y son de obligatorio cumplimiento tanto para las instituciones del Estado, en sus distintos niveles de gobierno, como para las personas naturales o jurídicas públicas o privadas, comunitarias o mixtas, nacionales o extranjeras, las siguientes:

Manejo integral de residuos y/o desechos;

- a) Responsabilidad extendida del productor y/o importador;
- b) Minimización de generación de residuos y/o desechos;
- c) Minimización de riesgos sanitarios y ambientales;
- d) Fortalecimiento de la educación ambiental, la participación ciudadana y una mayor conciencia en relación con el manejo de los residuos y/o desechos;
- e) Fomento al desarrollo del aprovechamiento y valorización de los residuos y/o desechos, considerándolos un bien económico, mediante el establecimiento de herramientas de aplicación como el principio de jerarquización:
- f)

Art. 51.- Normas técnicas nacionales para la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos, desechos peligrosos y/o especiales. - La Autoridad Ambiental Nacional, en el ámbito de sus competencias, establecerá las normas y parámetros técnicos para la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos, desechos peligrosos y/o especiales, desde la generación, hasta la disposición final, para mantener los estándares que permitan la preservación del ambiente, la gestión adecuada de la actividad, el control y sanción de ser del caso.

Art. 79.- Desechos peligrosos. - A efectos del presente Libro se considerarán como desechos peligrosos, los siguientes:

- a) Los desechos sólidos, pastosos, líquidos o gaseosos resultantes de un proceso de producción, extracción, transformación, reciclaje, utilización o consumo y que contengan alguna sustancia que tenga características corrosivas, reactivas, tóxicas, inflamables, biológico infecciosas y/o radioactivas, que representen un riesgo para la salud humana y el ambiente de acuerdo a las disposiciones legales aplicables; y,
- b) Aquellos que se encuentran determinados en los listados nacionales de desechos peligrosos, a menos que no tengan ninguna de las

características descritas en el numeral anterior. Estos listados serán establecidos y actualizados mediante acuerdos ministeriales.

### **2.3.7 Reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos generados en los establecimientos de salud**

Art. 8.- Generalidades de la gestión externa de los residuos o desechos farmacéuticos y otros residuos o desechos peligrosos. - La gestión externa de los residuos y desechos farmacéuticos y otros residuos o desechos peligrosos, se realizará a través de gestores ambientales o prestadores de servicio que cuenten con la autorización administrativa ambiental respectiva, conforme a las disposiciones establecidas en la normativa ambiental aplicable (MS-MA, 2019).

### **2.3.8 Norma técnica de desechos peligrosos y especiales (no peligroso)**

- El almacenamiento, etiquetado y transporte de desechos peligrosos deberá realizarse de acuerdo a las Normas Técnicas NTE INEN 2266 y 2288, o las que las sustituyan.
- Los desechos peligrosos y especiales deben ser gestionados por gestores ambientales autorizados.
- El muestreo y análisis de desechos peligrosos y especiales debe ser realizado por laboratorios acreditados ante el OAE y registrados ante la Autoridad Ambiental Distrital

### **3. Materiales y métodos**

#### **3.1 Enfoque de la investigación**

##### **3.1.1 Tipo de investigación**

La investigación es tipo no experimental de campo, cuyo nivel de conocimiento fue descriptivo y exploratorio, basándose en criterios cualitativos y cuantitativos, donde se identificó y caracterizó los desechos peligrosos y no peligrosos generados en tres laboratorios clínicos (LAC-2: clínico y bacteriológico), con la finalidad de aportar información para la generación de medidas de control sustentables que permita minimizar posibles impactos y riesgos laborales.

##### **3.1.2 Diseño de investigación**

Esta investigación fue no experimental o de campo con enfoque metodológico descriptivo y exploratorio, con recopilación de datos de campo. Ya que su objetivo principal es la caracterización de los desechos peligrosos y no peligrosos, permitiendo estudiar la información primaria de los laboratorios clínicos (LAC-2: clínico y bacteriológico), para conocer los riesgos en bioseguridad y proponer un plan integral que minimice los accidentes que generan los desechos peligrosos.

#### **3.2 Metodología**

##### **3.2.1 Variables**

###### ***3.2.1.1. Variable independiente***

Desechos generados en tres laboratorios clínicos del Cantón Pasaje.

###### ***3.2.1.2. Variable dependiente***

- Cuantificación de desechos peligrosos (kg).
- Cuantificación de desechos no peligrosos (kg).

### 3.2.2 Tratamientos

Este trabajo se desarrolló en tres laboratorios clínicos (Tipo LAC-2), donde se tomaron muestras separadas de desechos clasificados en categorías (peligrosos y no peligrosos) para su cuantificación, durante 15 días laborables, al finalizar la jornada (16h00 pm).

**Tabla 1 . Tratamientos considerados mediante laboratorios clínicos.**

Tratamientos	Laboratorios	Área	N° de muestras	Clasificación
T1	Laboratorio Clínico		60	Peligrosos (corto punzantes, infeccioso patológico y químicos) y no peligrosos
T2	Laboratorio Clínico	Cantón Pasaje	60	
T3	Laboratorio Clínico		60	

Autor, 2022.

En la Tabla 1 se observan los tratamientos (laboratorios) aplicados en el estudio, donde, se tomaron 4 muestras diarias en 15 días laborables clasificadas en desechos peligrosos (corto punzantes, infeccioso patológico y químicos) y desechos no peligrosos, obteniendo un total de 60 muestras por tratamiento.

### 3.2.3 Diseño experimental

Se utilizó un diseño estadístico completamente al azar, basado en el método de muestreo simple, en el cual se tomaron 4 muestras diarias en 15 días laborables clasificadas en desechos peligrosos (corto punzantes, infeccioso patológico y químicos) y desechos no peligrosos, obteniendo un total de 60 muestras por tratamiento.

### 3.2.4 Recolección de datos

#### 3.2.4.1. Recursos y materiales

Los materiales que se implementaron en este trabajo son los siguientes:

- Documental: La recopilación de información se realizó por medio de revistas científicas, tesis, libros y cualquier otro tipo de documento relacionados al objeto de estudio para adquirir conocimientos y llevar a cabo los objetivos planteados.
- De campo. Para la recolección de datos se utilizaron materiales como: bolsas plásticas negras con la finalidad de evitar el trasiego (cambio de una cosa de un lugar a otro, especialmente un líquido de un recipiente a otro), balanza de reloj, recipientes plásticos que sirvió para pesar los desechos, guantes, mascarillas, cofia, bata de laboratorio, entre otros.
- Recursos humanos: Estudiante tesista y tutor asignado.
- Recursos económicos: Fondos financieros del autor.

#### **3.2.4.2. Métodos y técnicas**

Se visitaron tres laboratorios de análisis clínico de mediana complejidad (LAC-2), donde se realizan análisis cualitativos y cuantitativos de muestras biológicas provenientes de usuarios/pacientes sanos o enfermos, en áreas de análisis especializadas: inmunoquímica, inmunología y microbiología con capacidad de realizar aislamientos primario (cultivos), diagnóstico bacteriano a nivel de especie y pruebas de sensibilidad a los antimicrobianos y diagnósticos de otros patógenos que no requieran un nivel de contención elevado para evitar su diseminación, así como vigilancia epidemiológica (MSP-REDNALAC, 2015).

A continuación, se detallan los métodos y técnicas que se llevarán a cabo en esta investigación:

- **Situación Actual o identificación**

Se identificaron las diferentes actividades que generan desechos en los tres laboratorios de estudio, verificando la gestión de manejo interno (clasificación,

cuantificación, almacenamiento y recolección), manejo externo (tratamiento, transporte y almacenamiento) mediante encuestas (Tabla 30).

A continuación, se detallan las áreas que generan desechos peligrosos y no peligrosos en los laboratorios clínicos (Figura 1).



Figura 1. Áreas de proveniencia de los desechos peligrosos y no peligrosos  
Autor, 2022.

En la Figura 1 se observan las áreas generadoras de desechos divididas en: área de especialidades (hematología, coproparasitología y moco fecal, uro análisis, y bacteriología); área de apoyo (toma de muestra, esterilización, secretaria, atención al cliente); y, áreas complementarias (oficina de jefatura, almacenes, vestuarios, y baños).

- **Metodología para cuantificar y evaluar los riesgos de desechos en los laboratorios (Tipo LAC-2).**

#### **Cuantificación de desechos peligrosos y no peligrosos**

Para cuantificar los desechos generados en los tres laboratorios clínicos se realizó la clasificación según su origen y tipo de desecho (Figura 2).

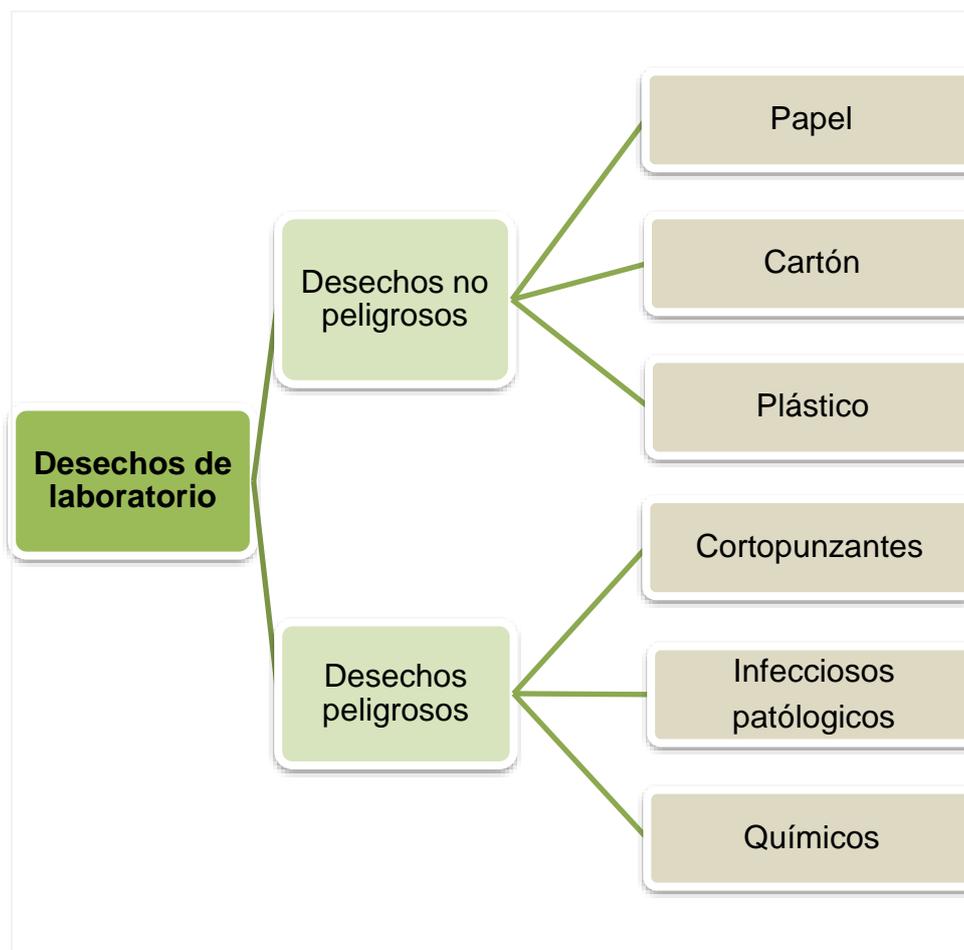


Figura 2. Clasificación de los desechos generados por laboratorio  
Autor, 2022.

La cuantificación se realizó a base de los datos recolectados durante 15 días laborables (tres semanas), abarcando las áreas que comprenden la generación de desechos peligrosos y no peligrosos (Figura 1), donde se pesó cada tipo de desecho en recipientes y bolsas plásticas en una balanza de reloj.

Mediante la clasificación y cuantificación de desechos peligrosos y no peligrosos se realizó la caracterización de los mismos.

### **Evaluación de riesgo**

La evaluación de riesgos permite adoptar medidas y tomar decisiones, el objetivo de esta evaluación es conocer las características de la amenaza y su origen, teniendo en cuenta la probabilidad de ocurrencia, el nivel de impacto y escenarios en los que se pueda presentar (Ruiz, 2020).

La metodología para evaluar los riesgos de los laboratorios clínicos se basa en la investigación de Mora (2020) donde se aplica la norma UNE 150008:2008 de España, para jerarquizar los riesgos como bajo, medios, altos y muy altos, tomando en cuenta los parámetros de frecuencia o probabilidad (P) y el valor de gravedad (VG) de las consecuencias. A continuación, se describen los pasos:

### 1. Identificación de riesgos

En esta etapa se deben identificar los posibles riesgos, tanto internos como externos. Pueden ser vistos como algo positivo en la medida en que pueden contribuir al mejoramiento de ciertas actividades o negativo porque pueden afectar de manera directa el cumplimiento de los objetivos (Ruiz, 2020).

Para identificar los riesgos considerados en los laboratorios clínicos se realizó la matriz FODA, la cual permitió reconocer las fortalezas, oportunidades, debilidades y Amenazas que se pueden presentar en el área de estudio.

A partir de ello, se crearon escenarios de riesgos, tomando en consideración el factor ambiental y factor humano llevando a cabo el análisis y valoración de riesgos (Mora , 2020).

### 2. Análisis y valoración de riesgos

Después de identificar los riesgos, el siguiente paso es analizarlos. Este análisis puede realizarse teniendo en cuenta diferentes grados de detalle y complejidad (Ruiz, 2020).

Mora (2020) indica que la valoración de riesgos contribuye directamente a la toma de decisiones, refiriéndose a la comparación que se hace con los resultados obtenidos en el análisis y los criterios que se establecieron para cada riesgo, estimando la probabilidad de ocurrencia de los escenarios (factor ambiental y humano), utilizando los criterios descritos (Tabla 2).

**Tabla 2. Estimación de la probabilidad (p)**

Valor	Probabilidad	Estimación
5	Muy probable	< una vez al mes
4	Altamente probable	> una vez al año y < una vez al mes
3	Probable	> una vez cada 10 años y < una vez al año
2	Posible	> una vez cada 50 años y < una vez cada 10 años
1	Imposible	> una vez cada 50 años

Mora, 2020

En la Tabla 2 se observan los rangos de probabilidades y estimaciones con su respectivo valor.

También, se determinó el índice de gravedad (IG) de las consecuencias de los escenarios, el factor ambiental y humano (Mora , 2020), mediante la siguiente fórmula:

Fórmula de factor humano

$$IG = Ca + 2X Pe + Ex + Pa$$

Donde

Ca: cantidad de sustancia o energía emitida al factor

Pe: peligrosidad intrínseca de la sustancia o energía

Ex: extensión de influencia del impacto en el factor

Pa: población afectada

La cuantificación de los factores humanos descritos en la anterior ecuación, se obtuvo en función de su magnitud, conforme a los valores indicados a continuación (Tabla 3).

**Tabla 3. Criterios de gravedad Factor humano**

Valor	Cantidad (Ca) (Tm)	Peligrosidad (Pe)	Extensión (Ex)	Población afectada (Pa)
4	Muy alta (>500))	Muy peligrosa (muy inflamable, tóxica, efectos irreversibles)	Muy extenso (radio >1 km)	Muy alto (<100 personas)
3	Alta (50 – 500))	Peligrosa (explosivas, inflamables, corrosivas)	Extenso (radio <1 km)	Alto (entre 50 y 100 personas)
2	Poca (5- 49)	Poca peligrosa (combustibles)	Poco extenso (< 100 m emplazamiento)	Bajo (entre 5 y 50 personas)
1	Muy poca (<5)	No peligrosa (daños leves y reversibles)	Puntual (<10 m o área afectada)	Muy bajo (< 5 personas)

Mora, 2020.

Fórmula de factor ambiental

$$IG = Ca + 2X Pe + Ex + CM$$

Donde:

Ca: cantidad de sustancia o energía emitida al factor

Pe: peligrosidad intrínseca de la sustancia o energía

Ex: extensión de influencia del impacto en el factor

CM: Cambio del medio

La cuantificación de cada uno de los factores descritos en la anterior ecuación, se obtuvo en función de su magnitud, conforme a los valores indicados a continuación (Tabla 4) (Mora , 2020):

**Tabla 4. Criterios de gravedad Factor Ambiental**

<b>Valor</b>	<b>Cantidad (Ca)</b>	<b>Peligrosidad (Pe)</b>	<b>Extensión (Ex)</b>	<b>Cambio del medio (CM)</b>
4	Muy alta	Muy peligrosa	Muy extenso (>10 km)	Muy elevada
3	Alta	Peligrosa	Extenso (<1 km)	Elevada
2	Poca	Poca peligrosa	Poco extenso (< 100 m)	Media
1	Muy poca	No peligrosa	Puntual (<10 m)	Baja

Mora, 2020.

Luego, se determinó el valor de gravedad (VG) mediante la asignación de una puntuación de 1 a 5, según el resultado del índice de gravedad (IG) de las consecuencias sobre el factor ambiental y humano (Tabla 5) (Mora , 2020):

**Tabla 5. Valor de gravedad (VG) en función del índice de gravedad (IG)**

<b>Valor</b>	<b>IG</b>	<b>VG</b>
Crítico	18-20	5
Grave	15-17	4
Moderado	11-14	3
Leve	8-10	2
No relevante	5-7	1

Mora, 2020.

La jerarquización del escenario de riesgo ambiental y humano se realizó en función de su probabilidad de ocurrencia (P) y su valor de gravedad (VG) en una matriz de doble entrada, en cada área del laboratorio, el riesgo se ubicó en su celda correspondiente, donde se puede determinar si es o no significativo, aquellos riesgos calificados como altos y muy altos (Mora , 2020):

Fórmula de riesgo significativo:

$$\text{Riesgo significativo} = \text{Probabilidad (frecuencia de ocurrencia)} \times \\ \text{Valor de gravedad (consecuencia)}$$

El riesgo como producto del valor dado a la probabilidad de ocurrencia por el valor de la consecuencia, obteniendo un valor entre 1 a 25. Así, a cada escenario le correspondieron 5 valores de riesgo en función de las consecuencias sobre el entorno ambiental y humano (Tabla 6) (Mora , 2020).

**Tabla 6. Matriz de doble entrada para determinación de riesgo significativos**

Valor de gravedad	Probabilidad				
	1 improbable	2 posible	3 probable	4 altamente probable	5 muy probable
1 No relevante					
2 Leve					
3 Moderado					
4 Grave					
5 Crítico					

Valdés, 2009.

Clave de interpretación

- ✓ Riesgo bajo: 1-5
- ✓ Riesgo moderado: 6-10
- ✓ Riesgo medio: 11-15
- ✓ Riesgo alto: 16-20
- ✓ Riesgo muy alto: 21-25

● **Metodología para elaborar un plan de medidas de bioseguridad y riesgos asociados para la disposición final de desechos peligrosos y no peligrosos en los laboratorios tipo LAC-2**

El plan de manejo se elaboró tomando en cuenta los resultados obtenidos en el diagnóstico, caracterización y la jerarquización de riesgo, de manera que cumplan

una planificación lógica que incluya objetivos y alcances, lineamientos estratégicos, plan de acción, seguimiento y control, además de la actualización del mismo; cumpliendo objetivos de planeamiento de 5 años desde el 2019-2024 (Mora , 2020).

- **Metodología para representar los resultados del presente trabajo**

La organización de los datos fue tabulada mediante el programa Excel, fueron aplicadas medidas de tendencia y gráficos de distinto tipo tales como grafico de barra, grafico de pasteles, grafico de tendencia, histogramas, esta representó la información obtenida de manera formal (Sosa et al, 2012).

### **3.2.5 Análisis estadístico**

Este trabajo pretende determinar el comportamiento de los desechos peligrosos y no peligrosos en los tres laboratorios clínicos del Cantón Pasaje.

Al conocer que los datos se distribuyen con normalidad, se estima aplicar métodos estadísticos paramétricos.

Se plantea usar el método estadístico paramétrico ANOVA de un factor, prueba para las diferencias entre medias grupales. Este compara las medias de la variable dependiente entre los grupos o categorías de la variable independiente (Cardenas , 2020).

Se aplica para contrastar la igualdad de medias de tres o más poblaciones independientes y con distribución normal. Supuestas k poblacionales independientes, partiendo de dos hipótesis (Cardenas , 2020):

- $H_0$ : No existe diferencia entre los grupos o medias  $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$
- $H_a$ : No todas las medias son iguales

Al aplicar ANOVA de un factor se calcula un estadístico o test denominado F y su significación. El estadístico F o F-test, se obtiene al estimar la variación de las

medias entre los grupos de la variable independiente y dividirla por la estimación de la variación de las medias dentro de los grupos (Cardenas , 2020).

Para analizar o interpretar los resultados del ANOVA tendremos en cuenta los siguientes factores:

- Significación: Si es menor de 0,05 las dos variables están relacionadas y por tanto hay diferencias significativas entre los grupos (Cardenas , 2020).
- Valor de F: Cuanto más alto sea F, más están relacionadas las variables, lo que significa que las medias de la variable dependiente difieren o varían mucho entre los grupos de la variable independiente (Cardenas , 2020)

A la hora de presentar ANOVA en un informe, artículo de investigación o tesis, se debe presentar la tabla de las medias y desviaciones típicas, y seguidamente el estadístico F y su significación (Cardenas , 2020).

Para determinar o calcular las diferencias entre medias de grupos poblacionales, se aplicó la prueba de Tukey. Este método se basa en utilizar el cuadrado medio del error, que se obtiene de un ANOVA, la prueba Tukey se usa en experimentos que implican un número elevado de comparaciones (Fallas, 2012).

## 4. Resultados

### 4.1 Cuantificación de los desechos peligrosos y no peligrosos generados en los tres laboratorios clínicos mediante la norma de bioseguridad y riesgos asociados.

Los resultados de este estudio se expresan en dos partes, desechos peligrosos (corto punzantes, infeccioso patológicos y químicos), y, desechos no peligrosos (plásticos, cartón, papel).

#### 4.1.1 Cuantificación de desechos peligrosos

En la Tabla 7 se presenta la cuantificación en peso y porcentual de los desechos peligrosos obtenidos en los laboratorios clínicos del Cantón Pasaje.

**Tabla 7. Cuantificación porcentual y peso (kg) de los desechos peligrosos**

Laboratorios	Corto punzantes		Infeccioso patológicos		Químicos		Total	
	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%
Lab. 1	0,772	17.69%	1,897	43.47%	1,695	38.84%	4,364	48.56%
Lab. 2	0,501	18.67%	0,981	36.55%	1,202	44.78%	2,684	29.87%
Lab. 3	0,262	13.51%	0,892	46.00%	0,785	40.48%	1,939	21.58%
Total	1,535	17.08%	3,770	41.95%	3,682	40.97%	8,987	62.39%

Arévalo, 2022.

En la Tabla 7 se observan los valores totales de desechos peligrosos generados por los tres laboratorios clínicos en estudio durante 15 días. Con un total de 1,535 kg de desechos corto punzantes; 3,770 kg de desechos infeccioso patológico; y 3,682 kg de desechos químicos entre laboratorios (los valores porcentuales se presentan mediante gráficas ver Anexos Figura 6). Siendo el laboratorio 1 el que genera mayor cantidad de desechos peligrosos con 4,364 kg

(48,56%). En anexos Tabla 19, Tabla 20, Tabla 20 se muestran los valores diarios de cuantificación por laboratorio clínico.

#### 4.1.2 Cuantificación de desechos no peligrosos

En la Tabla 8 se presenta la cuantificación de los desechos no peligrosos (papel, plástico y cartón) generados en los laboratorios clínicos del Cantón Pasaje.

**Tabla 8. Cuantificación porcentual y peso (Kg) de los desechos no peligrosos**

Laboratorio	Total, No peligroso	
	Kilogramos	Porcentaje
Laboratorio 1	1,971	36%
Laboratorio 2	1,814	33%
Laboratorio 3	1,633	30%
Total	5,418	99%

Arévalo, 2022.

En la Tabla 8 se observan los valores totales de desechos no peligrosos generados por los tres laboratorios en estudio durante 15 días, con un total de 5,418 kg (los valores porcentuales se expresan mediante gráfica ver Anexo Figura 7), siendo el laboratorio 1 el que genera mayor cantidad de desechos con 1,971 kg (36%). En anexos Tabla 18, Tabla 19, Tabla 20, se muestran los valores diarios de cuantificación por laboratorio clínico.

La caracterización de los desechos peligrosos y no peligrosos se muestra en Anexos (Tabla 21).

## 4.2 Comparación de la información actual de los resultados mediante método estadístico y el establecimiento de las normas ambientales vigentes con sus procedimientos, identificando los riesgos de los desechos peligrosos y no peligrosos

Los resultados se expresan en tres partes: análisis estadístico, evaluación de riesgos y comparación de escenarios con otras normativas vigentes.

### 4.2.1 Análisis estadístico descriptivo e inferencial

La comparación de la información actual de los resultados (cuantificación de desechos peligrosos y no peligrosos) se lo realizó mediante el análisis estadístico (paramétrico), determinando el comportamiento de los desechos que se generan en los tres laboratorios.

En la Tabla 9 se muestran los resultados del análisis de varianza (ANOVA), para los tratamientos (laboratorios) de los desechos peligrosos y no peligrosos.

**Tabla 9. Análisis de varianza de desechos peligrosos y no peligrosos entre tratamientos**

Desechos	Tratamiento	N	Media	Desv. E	Desv. Error	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Corto punzantes	T1	15	,051	,024	,006					
	T2	15	,033	,012	,003	,009	2	,004	17,223	,000
	T3	15	,017	,003	,000					
Infeccioso patológico	T1	15	,126	,026	,006					
	T2	15	,065	,024	,006	,041	2	,021	38,783	,000
	T3	15	,059	,017	,004					
Químico	T1	15	,197	,227	,059					
	T2	15	,080	,016	,004	,177	2	,088	5,125	,010
	T3	15	,052	,009	,002					

Desechos no peligrosos	T1	15	,131	,030	,007					
	T2	15	,148	,096	,025	,012	2	,006	1,657	,203
	T3	15	,109	,014	,004					

Nota. Estadísticos descriptivos: T (tratamientos – laboratorios), N (días de muestreo), media, desviación estándar, error. Estadísticos inferenciales: Suma de cuadrados, grados de libertad (gl), media cuadrática, estadístico de prueba (F), y el valor P o nivel de significancia del 0,05.

Arévalo, 2022.

En la Tabla 9 se observan las medias promedios de los desechos generados en los días de muestreo con su respectiva desviación estándar y error para cada tratamiento (laboratorios clínicos) de los desechos peligrosos (corto punzantes, infeccioso-patológico, químicos) y desechos no peligrosos, donde se obtuvo una media de 0,051 de desechos cortopunzantes en el T1, una media de 0,033 de desechos cortopunzantes en el T2, y, una media de 0,017 de desechos cortopunzantes en el T3.

Al comparar los datos del desecho cortopunzante entre tratamientos (laboratorios clínicos), el estadístico de prueba F arrojó un valor de 17,223, y, el valor P o nivel de significancia fue menor a 0,05, indicando que existen diferencias entre tratamientos, basadas en las siguientes hipótesis:

$H_0$ = Las medias de desechos cortopunzantes son iguales entre los laboratorios clínicos (Tipo LAC-2) del Cantón Pasaje, El oro.

$H_1$ = No todas las medias son iguales.

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, confirmando que no todas las medias de desechos cortopunzantes son iguales entre laboratorios clínicos (Tipo Lac-2) del Cantón Pasaje, El Oro.

En la Tabla 9 se observan las medias promedios de los desechos generados en los días de muestreo con su respectiva desviación estándar y error para cada

tratamiento (laboratorios clínicos), donde se obtuvo una media de 0,126 de desechos infecciosos-patológicos en el T1, una media de 0,065 de desechos infecciosos-patológicos en el T2, una media de 0,059 de desechos infecciosos-patológicos en el T3.

Al comparar los datos del desecho infeccioso-patológico entre tratamientos (laboratorios clínicos), el estadístico de prueba F arrojó un valor de 38,783, y, el valor P o nivel de significancia fue menor a 0,05, indicando que existen diferencias entre tratamientos, basadas en las siguientes hipótesis:

$H_0$ = Las medias de desechos infecciosos-patológicos son iguales entre los laboratorios clínicos (Tipo LAC-2) del Cantón Pasaje, El oro.

$H_1$ = No todas las medias son iguales.

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, confirmando que no todas las medias de desechos infecciosos-patológicos son iguales entre laboratorios clínicos (Tipo Lac-2) del Cantón Pasaje, El Oro.

En la Tabla 9 se observan las medias promedios de los desechos generados en los días de muestreo con su respectiva desviación estándar y error para cada tratamiento (laboratorios clínicos), donde se obtuvo una media de 0,197 de desechos químicos en el T1, una media de 0,080 de desechos químicos en el T2, una media de 0,052 de desechos químicos en el T3.

Al comparar los datos de los desechos químicos entre tratamientos (laboratorios clínicos), el estadístico de prueba F arrojó un valor de 5,125, y, el valor P o nivel de significancia fue menor a 0,05, indicando que existen diferencias entre tratamientos, basadas en las siguientes hipótesis:

$H_0$ = Las medias de desechos químicos son iguales entre los laboratorios clínicos (Tipo LAC-2) del Cantón Pasaje, El oro.

$H_1$ = No todas las medias son iguales.

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, confirmando que no todas las medias de desechos químicos son iguales entre laboratorios clínicos (Tipo Lac-2) del Cantón Pasaje, El Oro.

En la Tabla 9 se observan las medias promedios de los desechos generados en los días de muestreo con su respectiva desviación estándar y error para cada tratamiento (laboratorios clínicos), donde se obtuvo una media de 0,131 de desechos no peligrosos en el T1, una media de 0,148 de desechos no peligrosos en el T2, una media de 0,109 de desechos no peligrosos en el T3.

Al comparar los datos de los desechos no peligrosos entre tratamientos (laboratorios clínicos), el estadístico de prueba F arrojó un valor de 1,657, y, el valor P o nivel de significancia fue mayor a 0,05, indicando que no existen diferencias entre tratamientos, basadas en las siguientes hipótesis:

$H_0$ = Las medias de desechos no peligrosos son iguales entre los laboratorios clínicos (Tipo LAC-2) del Cantón Pasaje, El oro.

$H_1$ = No todas las medias son iguales.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, confirmando que las medias de desechos no peligrosos son iguales entre laboratorios clínicos (Tipo Lac-2) del Cantón Pasaje, El Oro.

A continuación, en la Tabla 10 se muestran los grupos que presentan diferencias de las medias del comportamiento entre laboratorios clínicos de desechos peligrosos y no peligrosos.

**Tabla 10. Prueba de Tukey medias diferentes entre laboratorios clínicos.**

Laboratorios	N	Diferencias de medias			
		Cortopunzantes	Infeccioso- patológico	Químicos	No peligrosos
Laboratorio 1 Reina del Cisne	60	A	B	B	A
Laboratorio 2 Tecnomedic	60	B	A	A	A
Laboratorio 3 Rengel Antonio	60	C	A	A	A

Nota: La diferencia de medias es significativa en el nivel de 0.05. Las letras A, B, y C representan a los grupos que difieren entre sí. Arévalo, 2022.

En la Tabla 10 se observan las diferencias de medias entre laboratorios clínicos de cada tipo de desecho con un nivel de Sig. de 0.05, en el grupo de desechos cortopunzantes todos los laboratorios difieren entre sí, en los desechos infecciosos patológicos y químicos el laboratorio 1 difiere con el resto, mientras que en el grupo de desechos no peligrosos todos son iguales.

#### **4.2.2 Evaluación de riesgos**

- Identificación de riesgos

En base a los criterios empelados en la investigación de Mora (2020), mediante la matriz FODA (Figura 3) se identificaron los escenarios de riesgos (factores humano y ambiental) considerados para la evaluación de riesgos de los tres laboratorios clínicos (Tipo LAC-2) del Cantón Pasaje, El Oro.

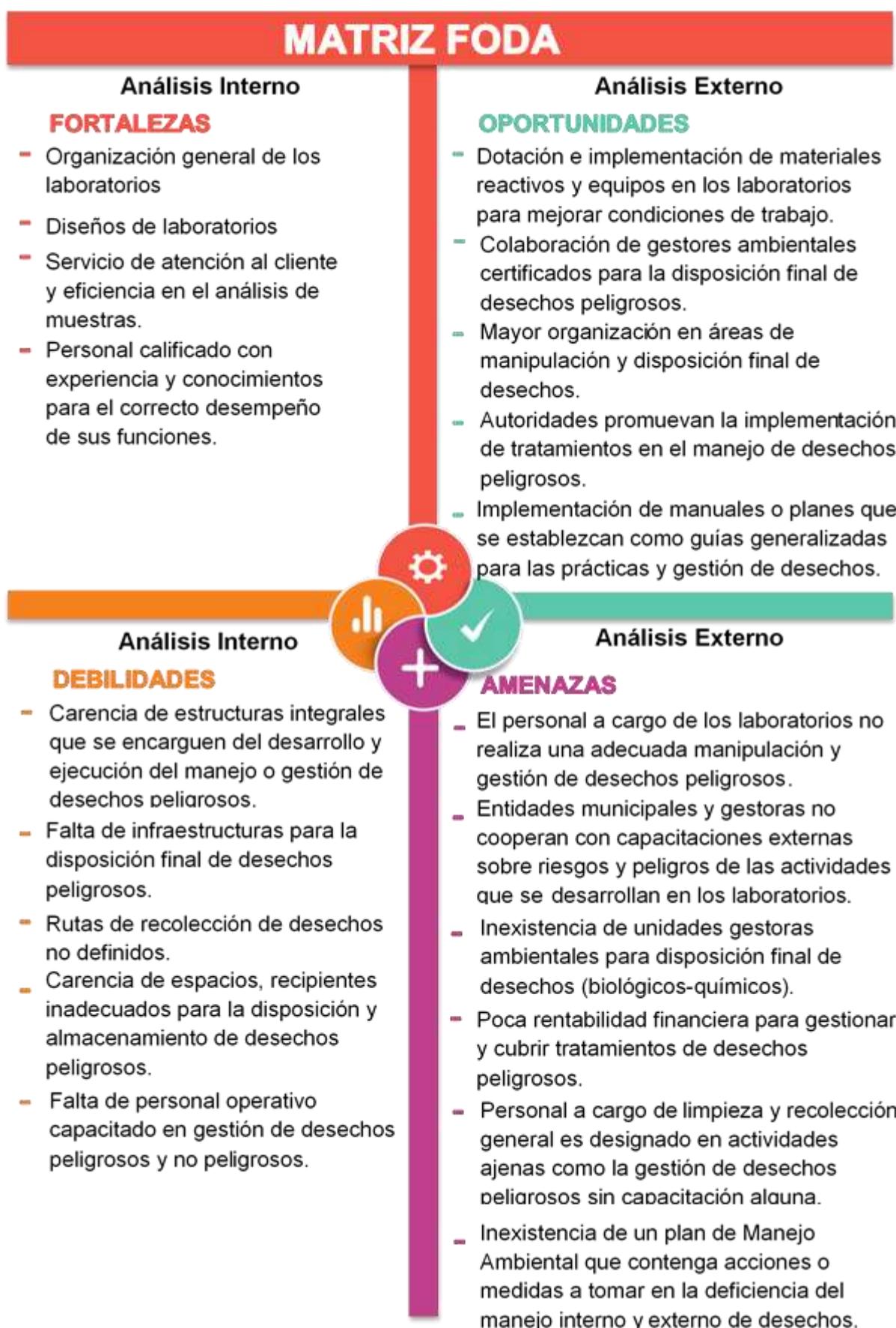


Figura 3. Análisis de Matriz FODA de los laboratorios clínicos en estudio. Arévalo, 2022.

En la Tabla 11 se observan los escenarios identificados como factor humano, describiendo las causas - consecuencias que serán consideradas para la evaluación de riesgos de cada laboratorio clínico en este estudio.

**Tabla 11. Escenarios del factor humano.**

N°	Escenario (Riesgos)	Causa	Consecuencia
1	Personal a cargo del laboratorio no realiza una adecuada manipulación y gestión de desechos en estudio.	No existe un protocolo de gestión de desechos sólidos. No se realizan capacitaciones externas (municipios, entidades gestoras) sobre riesgos y peligros de las actividades que se desarrollan en los laboratorios. Por lo tanto, es evidente el desconocimiento de estos temas entre el personal	Personal con quemaduras graves de piel, irritaciones de mucosas, problemas gastrointestinales, cortaduras con agujas, y enfermedades como el VIH, hepatitis, alergias, e inclusive la muerte.
2	Derrames de productos químicos	Espacios reducidos, recipientes inseguros y zonas no ventiladas,	Salpicaduras de agentes químicos, inhalación de sustancias químicas,

Arévalo, 2022.

En el factor humano (Tabla 11) se reflejan las inconsistencias en el manejo deficiente de los desechos peligrosos, así como posibles consecuencias, que pueden afectar a la comunidad del cantón Pasaje y al personal de los laboratorios; la falta de seguridad e higiene, en las personas que realizan la recolección y transporte de los desechos peligrosos; el mal uso de equipos de protección y el desconocimiento de los riesgos, que conllevan a una alta probabilidad de ocurrencia, donde los agentes biológicos (virus, bacterias, hongos

y parásitos) son susceptibles a originar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad.

En la Tabla 12 se observan los escenarios identificados como factor ambiental, describiendo las causas-consecuencias que serán consideradas para la evaluación de riesgos de cada laboratorio clínico del Cantón.

**Tabla 12. Escenarios del factor ambiental.**

<b>N°</b>	<b>Escenario (Riesgos)</b>	<b>Causa</b>	<b>Consecuencia</b>
3	Mala disposición de desechos peligrosos (químicos, infeccioso patológico y corto punzantes) y no peligrosos.	No cuentan con espacios y recipientes adecuados para la disposición de los desechos	Accidentes laborales, desorden en las áreas de análisis de los laboratorios
4	Descargas biológicas y químicas	No existe una unidad que gestione los desechos químicos y biológicos, poca rentabilidad financiera para gestionar los desechos y cubrir gastos de disposición final.	Contaminación cruzada, de aguas superficiales y subterráneas
5	Desechos biológicos infecciosos almacenados y transportados junto a los desechos comunes	Inexistencia de infraestructuras y materiales necesarios para la separación de los desechos, Carencia de manual interno de seguridad e higiene laboral.	Riesgo de contaminación a aguas y suelos, insalubridad Socioambiental
6	Tiempo de conservación y almacenamiento de desechos	Volumen y periodicidad de residuos generados, facilidad en su eliminación o descarga, coste por tratamiento	Contaminación interna, dispersión de agentes, virus y bacterias
7	Incumplimiento de la normativa o sistema de gestión ambiental	No considerar las disposiciones legales vigentes a nivel local	Clausuras y sanciones económicas

En el factor ambiental (Tabla 12) se observan escenarios de mala disposición, tiempo de conservación y almacenamiento, descargas biológicas – químicas de desechos, así como el incumplimiento de normas o sistema de gestión ambiental, que generan escenarios de riesgo provocando impactos negativos al ambiente.

- Análisis y valoración de riesgos

Mediante la normativa UNE 150008:2008 de España empleada en la investigación de Mora (2020). Se realizó el análisis y valoración de los riesgos identificados anteriormente para cada laboratorio clínico (Tipo Lac-2).

En la Tabla 13 se presentan los resultados de la evaluación de riesgos del laboratorio 1 (Reina del Cisne) Cantón Pasaje, El Oro.

**Tabla 13. Evaluación de riesgos del laboratorio 1 Reina del Cisne.**

Riesgos	Probabilidad	IG	VG	Riesgo significativo
<b>Entorno Humano</b>				
Riesgo 1	4 (Altamente probable)	15 (Grave)	4 (Grave)	16 (Riesgo alto)
Riesgo 2	5 (Muy probable)	10 (leve)	2 (Leve)	10 (Riesgo Moderado)
<b>Entorno Ambiental</b>				
Riesgo 3	4 (Altamente probable)	13 (Moderado)	3 (Moderado)	12 (Riesgo medio)
Riesgo 4	4 (Altamente probable)	15 (Grave)	4 (Grave)	16 (Riesgo alto)
Riesgo 5	3 (Probable)	15 (Grave)	4 (Grave)	12 (Riesgo medio)
Riesgo 6	4 (Altamente probable)	15 (Grave)	4 (Grave)	6 (Riesgo alto)
Riesgo 7	3 (Probable)	11 (Moderado)	3 (Moderado)	9 (Riesgo moderado)

Arévalo, 2022.

En la Tabla 13 se observan los resultados de la evaluación de riesgos, encontrando en ambos factores (humano y ambiental) valores de riesgos significativos en el rango de moderado a alto, siendo los escenarios 1, 4 y 6 los

de alto riesgo, esto permite medir la dimensión del problema existente del laboratorio clínico en estudio.

En la Tabla 14 se presentan los resultados de la evaluación de riesgos del laboratorio clínico (Tecnomedic) del Cantón Pasaje, El Oro.

**Tabla 14. Evaluación de riesgos del laboratorio 2 Tecnomedic.**

Riesgos	Probabilidad	IG	VG	Riesgo significativo
<b>Entorno Humano</b>				
Riesgo 1	4 (Altamente probable)	15 (Grave)	4 (Grave)	16 (Riesgo alto)
Riesgo 2	5 (Muy probable)	10 (leve)	2 (Leve)	10 (Riesgo Moderado)
<b>Entorno Ambiental</b>				
Riesgo 3	4 (Altamente probable)	13 (Moderado)	3 (Moderado)	12 (Riesgo medio)
Riesgo 4	4 (Altamente probable)	15 (Grave)	4 (Grave)	16 (Riesgo alto)
Riesgo 5	4 (Altamente probable)	15 (Grave)	4 (Grave)	12 (Riesgo alto)
Riesgo 6	5 (Muy probable)	15 (Grave)	4 (Grave)	20 (Riesgo alto)
Riesgo 7	4 (Altamente probable)	11 (Moderado)	3 (Moderado)	12 (Riesgo medio)

Arévalo, 2022.

En la Tabla 14 se observan los resultados de la evaluación de riesgos, encontrando en ambos factores (humano y ambiental) valores de riesgos significativos en un rango de moderado a alto, siendo los escenarios 1, 4, 5 y 6 los de alto riesgo, esto permite medir la dimensión del problema existente del laboratorio clínico en estudio.

En la Tabla 15 se presentan los resultados de la evaluación de riesgos del laboratorio clínico (Rengel Antonio) del Cantón Pasaje, El Oro.

**Tabla 15. Evaluación de riesgos del laboratorio 3 Rengel Antonio**

Riesgos	Probabilidad	IG	VG	Riesgo significativo
<b>Entorno Humano</b>				
Riesgo 1	4 (Altamente probable)	15 (Grave)	4 (Grave)	16 (Riesgo alto)
Riesgo 2	5 (Muy probable)	10 (leve)	2 (Leve)	10 (Riesgo Moderado)
<b>Entorno Ambiental</b>				
Riesgo 3	5 (Muy probable)	13 (Moderado)	3 (Moderado)	15 (Riesgo medio)
Riesgo 4	4 (Altamente probable)	15 (Grave)	4 (Grave)	16 (Riesgo alto)
Riesgo 5	4 (Altamente probable)	15 (Grave)	4 (Grave)	12 (Riesgo alto)
Riesgo 6	5 (Muy probable)	15 (Grave)	4 (Grave)	20 (Riesgo alto)
Riesgo 7	4 (Altamente probable)	11 (Moderado)	3 (Moderado)	12 (Riesgo medio)

Arévalo, 2022.

En la Tabla 15 se observan los resultados de la evaluación de riesgos, encontrando en ambos factores (humano y ambiental) valores de riesgos significativos en el rango de moderado a alto, siendo los escenarios 1, 4, 5 y 6 los de alto riesgo, esto permite medir la dimensión del problema existente del laboratorio clínico en estudio.

#### **4.2.3 Identificación del cumplimiento de las normas vigentes**

La identificación del cumplimiento legal se realizó en base a los escenarios de riesgo anteriormente mencionados, para conocer la dimensión del problema existente en los laboratorios del cantón Pasaje (El Oro).

En la Tabla 16 se presenta el cumplimiento legal del manejo de los desechos generados por los laboratorios en estudio.

**Tabla 16. Identificación del cumplimiento legal**

Normativas		Cumplimiento						Observación
		Lab. 1		Lab. 2		Lab. 3		
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Constitución de la República del Ecuador	Art. 14	X		X		X		Todos cumplen
	Art. 15	X		X		X		
	Art. 32	X		X		X		
Reglamento para el funcionamiento de los laboratorios clínicos	Art. 45		X		X		X	No todos cumplen
	Art. 48	X		X		X		
Reglamento interministerial de gestión de desechos sanitarios	Art. 6		X		X		X	No todos cumplen
	Art. 15	X		X			X	
	Art. 17	X		X		X		
	Art. 20	X		X		X		
Mecanismo de control de calidad en la REDNALAC-MSP	Plan de gestión y adopción de un sistema de Información		X		X		X	Todos no cumplen
Código Orgánico Ambiental COA	Art. 9		X		X		X	No todos cumplen
	Art. 237	X		X		X		
Acuerdo Ministerial/ 061, Reforma al TULSMA	Art. 49		X		X		X	No todos cumplen
	Art. 51	X		X		X		
	Art. 79	X		X		X		
Reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos generados en los establecimientos de salud	Art. 8	X		X		X		Todos cumplen
Norma técnica de desechos peligrosos y especiales (no peligroso)	N° 1	X		X			X	No todos cumplen
	N° 2	X		X		X		

Las normativas y artículos se encuentran descritos en el Marco Legal. Arévalo, 2022.

En la Tabla 16 se observan por laboratorio clínico el cumplimiento de las normativas ambientales vigentes, tomando en cuenta los escenarios (factor humano y ambiental) comparando dichas actividades con las normativas basadas en manuales o normas de bioseguridad, manejo, actividades, almacenamiento y disposición final de desechos peligrosos y no peligrosos contemplados en el marco legal, como una herramienta fundamental para el desarrollo de un plan de gestión de desechos.

Todos los laboratorios clínicos cumplen con las normativas de la Constitución del Ecuador y el reglamento para la gestión integral de desechos generados en establecimientos de salud, mientras que en el resto de laboratorios no todos cumplen con las normativas vigentes, finalmente todos los laboratorios no cumplen con el reglamento del Mecanismo de control de calidad en la REDNALAC-MSP en función del Plan de gestión y adopción de un sistema de Información.

#### **4.3 Propuesta de un plan que determine las medidas de bioseguridad y riesgos asociados para la disposición final de desechos peligrosos y no peligrosos para un laboratorio LAC-2.**

El diseño y estructuración del Plan de manejo ambiental (PMA) (Figura 4) se elaboró en función al Código Orgánico de Ambiente determinando acciones o medidas que prevengan, mitiguen, controlen, y restauren los posibles impactos ambientales negativos originarios de las actividades de laboratorios clínicos.

El PMA contienen los siguientes subplanes: Plan de prevención y mitigación de impactos; Plan de contingencias; Plan de capacitación; Plan de manejo de desechos; Plan de relaciones comunitarias; Plan de rehabilitación de áreas afectadas; Plan de cierre y abandono; y, Plan de monitoreo y seguimiento.

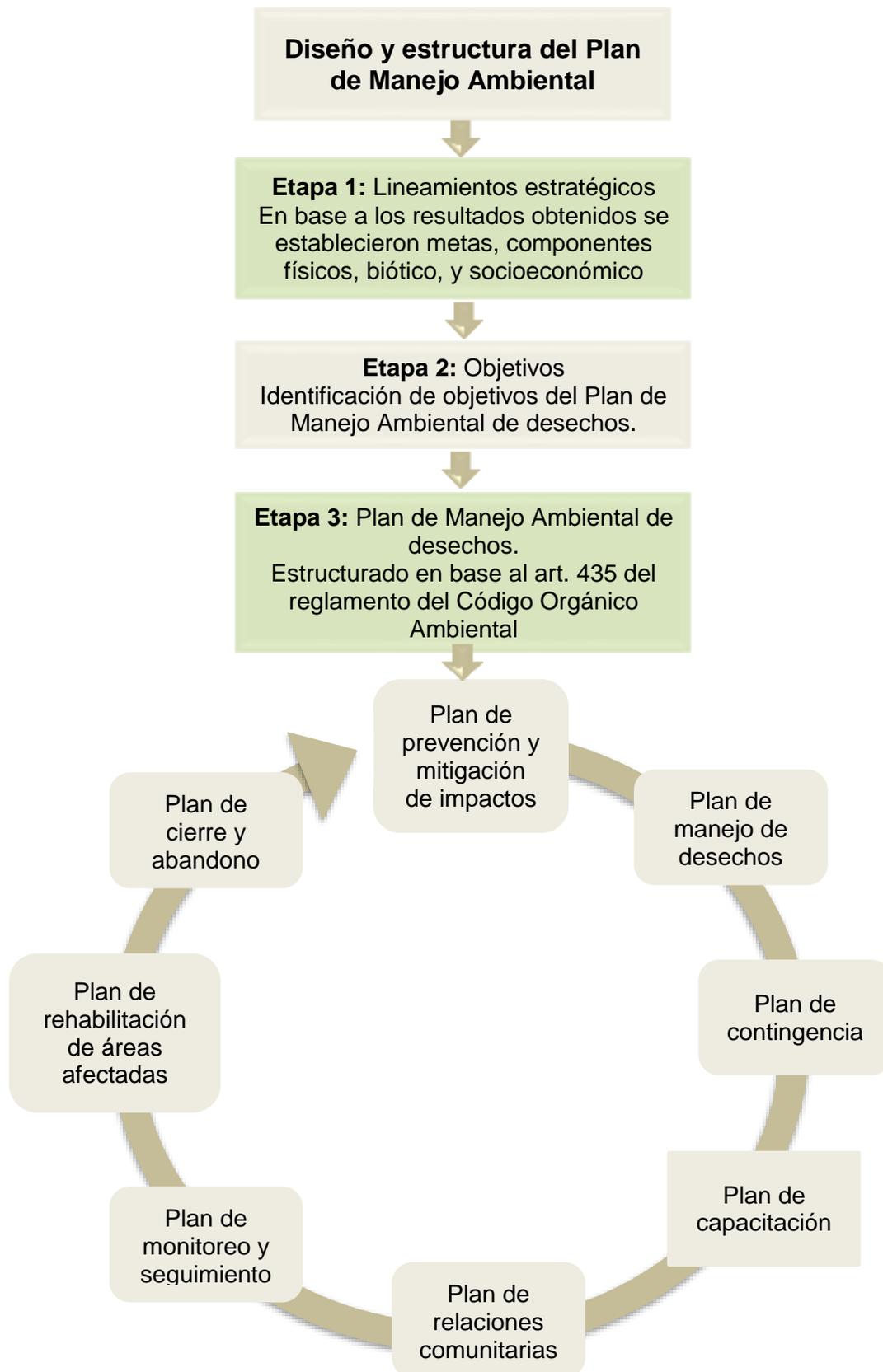


Figura 4. Diseño y estructura del Plan de Manejo Ambiental de Desechos Arévalo, 2022.

Este plan se realizó acorde a los resultados obtenidos a partir de los escenarios, análisis y valoración de riesgos, así como la identificación del cumplimiento con otras normativas. Estableciendo lineamientos estratégicos (Figura 4), en la necesidad de perfeccionar las deficiencias en el manejo interno y externo, medidas de bioseguridad, riesgos asociados e impactos evaluados para la disposición final de los desechos peligrosos y no peligrosos en laboratorios (Tipo LAC-2). El desarrollo del Plan de Manejo Ambiental se presenta en Anexos 9.1.

## 5. Discusión

Este estudio se realizó en tres laboratorios clínicos (Tipo LAC 2) en el Oro, Cantón Pasaje, donde se cuantificaron desechos peligrosos (cortopunzantes, infecciosos patológicos, químicos) y no peligrosos (papel, cartón, plásticos) en peso y porcentual para cada laboratorio clínico, donde se obtuvo un total de 1,535 kg de desechos cortopunzantes; 3,770 kg de desechos infeccioso-patológico; 3,682 kg de desechos químicos; y 5,418 kg de desechos no peligrosos entre los laboratorios evaluados, siendo el laboratorio 1 (Reina del Cisne) el que genera mayor cantidad de desechos peligrosos y no peligrosos con un total de 6,335 kg.

Al comparar la información actual de los resultados mediante el análisis estadístico de cada tipo de desecho entre tratamientos (laboratorios clínicos) se presentaron diferencias significativas a un valor de significancia menor a 0,05, excepto en los desechos no peligrosos.

De acuerdo a los criterios descritos en la investigación de Mora (2020), se identificaron escenarios de factor ambiental y humano con sus causas-consecuencias a partir de la elaboración de una matriz FODA, la cual permitió reflejar inconsistencias en el manejo deficiente de desechos e incumplimiento de normas o sistema de gestión ambiental, que puedan afectar o generar impactos negativos al ambiente, comunidad y personal a cargo.

La evaluación del riesgo significativo se elaboró en función de la Normativa UNE 150008: 2008 llevada a cabo en la investigación de Mora (2020), donde, se calculó por cada laboratorio clínico los riesgos significativos acorde a los escenarios anteriormente descritos. Estos se encuentran entre los rangos de riesgo moderado a riesgo alto, el laboratorio 1 (Reina del cisne) presenta valores de alto riesgo en tres escenarios (1, 4, 6) mientras que en el resto de laboratorios

(Tecnomedic y Rengel Antonio) los valores de alto riesgo se dan en 4 escenarios (1, 4, 5, 6).

El cumplimiento legal se lo realizó en base a los escenarios de riesgos por laboratorio clínico, donde, todos cumplen con las normativas de la Constitución del Ecuador y el reglamento para la gestión integral de desechos generados en establecimientos de salud, incumpliendo con el reglamento del Mecanismo de control de calidad en la REDNALAC-MSP en función del Plan de gestión y adopción de un sistema de Información, mientras que en el resto de normativas vigentes no todos se cumplen. Destacando que el laboratorio 3 (Rengel Antonio) en comparación al resto de laboratorios incumple con la mayoría de las normativas vigentes presentes en el marco legal.

En base a los resultados obtenidos de la matriz FODA, el análisis y valoración de los escenarios de riesgos, y, el cumplimiento de normativas vigentes, se elaboró el Plan de Manejo Ambiental (PMA) con la finalidad de proponer medidas que prevengan o mitiguen el impacto de los riesgos asociados a las actividades de los laboratorios clínicos en estudio.

Una investigación similar llevada a cabo en Bogotá por Pérez (2012) indica que en tres centros hospitalarios se generan 1,32 kg de desechos cortopunzantes; 3,77 kg de desechos químicos; y 39,74 kg de desechos comunes, en este estudio los tres laboratorios clínicos generan 1,535 kg de desechos cortopunzantes; 3,682 kg de desechos químicos; y 5,418 kg de desechos comunes o no peligrosos, por lo tanto en los laboratorios clínicos de este estudio se generan menor cantidad de desechos en comparación a los centros hospitalarios antes mencionados coincidiendo únicamente en el tipo de desecho generado.

En una investigación realizada en Nicaragua, Managua - Recinto Universitario Ruben Dario (Áreas médicas) Mora (2020) menciona que se generan residuos peligrosos clasificados en cortopunzantes con 32.19 kg; infecciosos patológicos con 104.35 kg; y químicos con 4.28 kg, mientras que en este estudio se generaron desechos cortopunzantes con 1.535 kg, infecciosos patológicos con 3.770 kg, y químicos con 3.682 kg. Por lo tanto, en un Recinto Universitario (áreas médicas) se generan mayor cantidad de desechos comparados a los de los laboratorios clínicos de este estudio coincidiendo únicamente en el tipo de desecho generado.

La cantidad de desechos sólidos producidos en el hospital Buen Samaritano en Bagua Grande según Santisteban (2016) fue de 285.61 kg en siete días de muestreo, la mayor producción fueron los residuos comunes con 17.52 kg mientras que los residuos especiales obtuvieron 1.26 kg. En esta investigación se generaron un total de 14.405 kg de desechos sólidos en tres laboratorios clínicos durante quince días de muestreo, la mayor producción fueron los residuos especiales tomados como desechos peligrosos con 8.987 kg mientras que los residuos comunes catalogados como desechos no peligrosos obtuvieron el 5.418 kg.

Para evaluar riesgos significativos en este estudio se crearon 7 escenarios de riesgos (factor humano y ambiental) describiendo causas – consecuencias mediante la matriz FODA en base al manejo deficiente de desechos por los tres laboratorios clínicos, mientras que el riesgo significativo se calculó a base de la norma española UNE: 150008:2008, encontrando rangos de riesgo moderado a riesgo alto, estos datos coinciden con el estudio realizado por Mora (2020) quién evaluó siete escenarios de riesgos (factor humano y ambiental) utilizando la

norma española UNE 150008:2008 para la valoración de riesgos significativos, estos se mostraron entre los rangos de riesgo bajo a riesgo alto.

Cisneros (2016) y Paredes (2020) elaboraron planes de manejo de desechos y de capacitación, considerados en este estudio como subplanes del PMA (Plan de Manejo Ambiental) que contienen medidas para prevención, mitigación de impactos negativos al ambiente y la comunidad acorde a las actividades realizadas en los laboratorios clínicos.

## 6. Conclusiones

Se cuantificaron los desechos generados en los tres laboratorios clínicos Tipo LAC-2, obteniendo mayor cantidad de desechos infecciosos patológicos con 3.770 kg y 5.418 kg de desechos no peligrosos generados entre los laboratorios clínicos de estudio, siendo el laboratorio 1 Reina del Cisne el que genera mayor cantidad de desechos.

Se comparó la información actual de los resultados (cuantificación de desechos) mediante el método estadístico paramétrico ANOVA de un factor obteniendo diferencias significativas entre tratamientos (laboratorios clínicos) por desecho peligrosos generados.

Mediante la matriz FODA se crearon escenarios de riesgos considerados para la evaluación de riesgos significativos de desechos peligrosos y no peligrosos por laboratorio clínico, bajo la normativa española UNE 150008:2008, mostrando un rango de riesgo de moderado a alto. Siendo el laboratorio 1 (Reina del cisne) el que presente menor escenarios de alto riesgo (1, 4, 6) en comparación al resto de laboratorios (Tecnomedic y Rengel Antonio) que muestran 4 escenarios de riesgo alto (1, 4, 5, 6).

Los laboratorios clínicos en estudio no cumplen con la mayoría de las normativas vigentes, siendo el laboratorio 3 (Rengel Antonio) en comparación al resto, el que presenta mayor incumplimiento.

Se elaboró la propuesta del Plan de Manejo Ambiental a base de los escenarios y evaluación de riesgos, así como el cumplimiento legal de los mismos, este, permitió determinar medidas de bioseguridad y riesgos asociados para el manejo y disposición final de desechos peligrosos y no peligrosos de los laboratorios clínicos LAC-2.

## **7. Recomendaciones**

Llevar un registro anual de la cuantificación de desechos peligrosos y no peligrosos en laboratorios clínicos tipo LAC-2 en el cantón Pasaje, mediante normas de bioseguridad y riesgos asociados.

Identificar riesgos significativos y peligros expuestos en laboratorios tipo LAC-2 mediante señaléticas, respecto al manejo de los desechos peligrosos y no peligrosos.

Cumplir normativas ambientales vigentes, con el propósito de favorecer el manejo correcto en la prevención, minimización, tratamiento y la disposición de desechos.

Implementar capacitaciones al personal de laboratorio en temas de manejo de desechos peligrosos y no peligrosos.

Realizar estudios sobre la cantidad de desechos peligrosos y no peligrosos, que determiné las capacidades de carga y límites del tipo de laboratorio, bajo la responsabilidad de una unidad ambiental y seguridad laboral en el cantón Pasaje.

## 8. Bibliografía

- Alarcón , F. K. (2016). Evaluación y propuesta de gestión del riesgo ambiental generado por los efluentes del proceso de extracción del aceite rojo de palma africana en el Cantón la Concordia, mediante la norma UNE 150008:2008. *Tesis de grado*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4969/1/236T0210.pdf>
- Apolo, L. T., & Ludeña, L. P. (2021). Elaboración de un manual para la gestión integral de desechos sanitarios en el centro de salud del Cantón Balsas. *Tesis de grado*. Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/APOLO%20ASANZA%20LETY%20TERESA.pdf>
- Avilés, J. M. (2011). DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN LOS TERMINALES Y DEPÓSITOS DE EP PETROECUADOR. *Tesis de Grado previa a la obtención del Título de Magíster en Gestión Ambiental en la Industria*. UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, Quito - Ecuador.
- Azanza, K. A. (2019). Evaluación de medidas de seguridad para prevenir accidentes laborales en las metalmecánicas de hierro del Cantón Pasaje, Provincia el Oro. *Tesis de grado*. Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/AZANZA%20VALAREZO%20KELVIN%20ALEXANDER.pdf>

- Banco Mundial . (20 de Septiembre de 2018). *Banco Mundial*. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>
- Bedoya, E., Sierra , D., Severiche, C., & Meza, M. (2017). Diagnóstico de Bioseguridad en el Sector Sanitario del Departamento de Bolívar, Norte de Colombia. *Información Tecnológica*, 28(5), 225-232. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v28n5/art21.pdf>
- Bernache , P. G. (2012). El confinamiento de la basura urbana y la contaminación de las fuentes de agua en México. *Revista de El Colegio de San Luis*, II(4), 36-53. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4262/426239577003.pdf>
- Bertran , P. (16 de Enero de 2021). *Los 4 niveles de Bioseguridad en los laboratorios*. Obtenido de médico+: <https://medicoplus.com/ciencia/niveles-bioseguridad-laboratorios>
- Cañón , R. D. (2017). Gestión del riesgo ambiental en almacenamiento y comercialización de productos químicos. *Producción+Limpia*, 12(1), 24-32. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v12n1/1909-0455-pml-12-01-00024.pdf>
- Cardenas , J. (2020). *Networkianos*. Obtenido de <http://networkianos.com/anova-de-un-factor-que-es-como-analizar/>
- Cascales, E. (2008). UNE 150008:2008 Análisis y evaluación del riesgo ambiental. *Asociación Española para Calidad (AEC) - Centro Nacional de Información de la Calidad (CNIC)*.
- Chávez, R. (2018). Manual de manejo de residuos peligrosos en los laboratorios de química básica - libro guía para docentes. *Tesis de grado*. Universidad Veracruzana, Veracruz.

CIP . (2012). *Resolución 003 Norma técnica de desechos peligrosos y especiales (no peligrosos)*. Municipio del Distrito Metropolitano de Quito: Cámara de Industrias y Producción CIP.

Cisneros , V. V. (2016). "PROPUESTA DE AUDITORIA AMBIENTAL DEL PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS PELIGROSOS, NO PELIGROSOS Y/O ESPECIALES DE LA PLANTA ATUNERA FISHCORP S.A. *Tesis de grado de Magister en Gestión Ambiental*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/15358/1/TESIS%20MGA%20039\\_%20Propuesta%20de%20auditor%C3%ADa%20ambiental%20del%20plan%20de%20manejo%20de%20desechos.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/15358/1/TESIS%20MGA%20039_%20Propuesta%20de%20auditor%C3%ADa%20ambiental%20del%20plan%20de%20manejo%20de%20desechos.pdf)

Constitución de la República del Ecuador . (2008). Quito: Asamblea Nacional del Ecuador.

COOTAD . (2010). *Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización* . Quito, Ecuador : Registro oficial 303 .

Dávalos , A. A. (2017). Análisis de acumulación de desechos sólidos inorgánicos, mediante un sistema de monitoreo y recolección en época seca y húmeda en la Playa Bellavista, Parroquia Puná, Cantón Guayquil. *Tesis de grado*. Universidad Agraria del Ecuador, Guayquil, Ecuador. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/DAVALOS%20ARANA%20ABEL%20JOEL.pdf>

Duan, H., Huang, Q., Wang, Q., Zhou, B., & Li, J. (2008). Hazardous waste generation and management in China: A review. *ELSEVIER*, 158, 221-227. Obtenido de

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030438940800157X?via%3Dihub>

El Mercurio. (14 de Abril de 2020). *Clausuran un laboratorio clínico en Machala por realizar pruebas Covid-19 sin autorización*. Obtenido de <https://elmercurio.com.ec/2020/04/14/clausuran-un-laboratorio-clinico-en-machala-por-realizar-pruebas-covid-19-sin-autorizacion/>

Elías, X. (2012). Reciclaje de Residuos Industriales Residuos sólidos urbanos y fangos de depuradora. *Diaz de Santos*, 28. Obtenido de <https://www.editdiazdesantos.com/wwwdat/pdf/9788479788353.pdf>

EPA. (2005). Hazardous Waste Identification (40 CFR Parts 261). 30. Obtenido de <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-09/documents/hwid05.pdf>

Fallas, J. (2012). *Análisis de varianza comparando tres o más medias*. Obtenido de [https://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-05/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad-2/complementarias/analisis\\_de\\_varianza\\_2012.pdf](https://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-05/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad-2/complementarias/analisis_de_varianza_2012.pdf)

Figueroa , N. L. (2015). Determinación del desempeño ambiental del hospital IESS en el manejo de residuos peligrosos, para el planteamiento de un sistema de gestión integrado. *Tesis de grado*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/4866/1/236T0169.pdf>

García, I., Rivas, R., Pérez, M., & Palacios , L. (2019). Correlación: no toda correlación implica casualidad. *Alergia*, 3(66), 354-360. Obtenido de <https://doi.org/10.29262/ram.v66i3.651>

González , I. (2010). Plan de manejo de desechos sólidos peligrosos con recursos limitados en establecimientos de salud. *CENIC*.

- Hernández , J. (2018). Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de Pearson. *Archivos venezolanos de farmacología y terapéutica* , 37.
- INEC. (2019). Demografía de la Provincia El Oro. Instituto Nacional de Estadística y Censos. Obtenido de [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/el\\_oro.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/el_oro.pdf).
- INEC. (2020). Boletín técnico 01-2020 Módulo de desechos peligrosos en establecimiento de salud . *Instituto Nacional de Estadística y Censos* .
- INEC. (2021). Formulario sobre desechos peligrosos hospitalarios en establecimiento de salud. *Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC*.
- Junco, R., & Rodríguez, D. (2000). Desechos hospitalarios: Aspectos educativos en la implementación de su manejo. *Revista Cubana Hig Epidemiol*, 3(38), 195-200. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-30032000000300007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032000000300007)
- Kalogiannidou , K., Nikolakopoulou , E., & K, D. (2018). Generación y composición de residuos de laboratorios de histopatología médica. *Waste Management*, 435-442. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X18305002?via%3Dihub>
- Kalogiannidou, K., Nikolakopoulou, E., & Komilis, D. (2018). *Generación y composición de residuos de laboratorios de histopatología médica*. Obtenido de *Waste Management* 79(1): 435-442: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X18305002?via%3Dihub>

- Komilis, D., Makroleivaditis, N., & Nikolakopoulou, E. (2017). Generation and composition of medical wastes from private medical microbiology laboratories. *Waste Manag.* 61 (1), 539-546. DOI: 10.1016/j.wasman.2017.01.033.
- Lara, H., Ayala, N., & Rodríguez, C. (2008). Bioseguridad en el laboratorio medidas importantes para el trabajo seguro. *Sociedad Mexicana Bioquímica*, 2(33), 59-70. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/576/57611111003.pdf>
- León, L. A. (2016). Gestión de tratamiento de los Residuos Peligrosos Biológico-infeccioso en México. *Revista electrónica semestral*(1), 59-85. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/340477136\\_Gestion\\_del\\_tratamiento\\_de\\_los\\_Residuos\\_Peligrosos\\_Biologico-Infeciosos\\_en\\_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/340477136_Gestion_del_tratamiento_de_los_Residuos_Peligrosos_Biologico-Infeciosos_en_Mexico)
- Loaysa, J. (2007). Gestión integral de residuos químicos peligrosos. *Sociedad química*, 4(73), 259-260. Obtenido de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-634X2007000400009](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2007000400009)
- Lucero, K. (2020). Los desechos COVID-19, la otra realidad de la basura en Quito. *Gestión Digital*. Obtenido de <https://www.revistagestion.ec/sociedad-analisis/los-desechos-covid-19-la-otra-realidad-de-la-basura-en-quito>
- MAE. (2018). Código Orgánico del Ambiente. *Ministerio del Ambiente del Ecuador*.
- MA-MSP. (2014). Reglamento interministerial de gestión de desechos sanitarios. *Ministerio del Ambiente y Ministerios de Salud Pública del Ecuador. Registro oficial 379, Acuerdo Ministerial 5186*.



vigilancia de la Salud Pública del MSP REDNALAC . *Ministerio de Salud Pública* .

Neveu , A., & Matus, P. (2007). Residuos hospitalarios peligrosos en un centro de alta complejidad. *Médica de Chile*, 7(135), 885-895. Obtenido de [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-98872007000700009&lng=en&nrm=iso&tlng=en](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872007000700009&lng=en&nrm=iso&tlng=en)

Norma Española . (2008 ). UNE 150008 Análisis y evaluación del riesgo ambiental. Asociación Española para Calidad (AEC) - Centro Nacional de Información de la Calidad (CNIC). *AENOR* , 45.

OMS. (2014). Safe management of wastes from health care activities. *Organización Mundial de la Salud*, 5(17), 1-30.

OMS. (2014). Safe Management of Wastes from Health Care Activities – 2nd Ed. *Organización Mundial de la Salud*.

OMS. (2017). Safe management of wastes from health care activities. *Organización mundial de la salud*, 5(17), 1-30. Obtenido de <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259491/WHO-FWC-WSH-17.05-eng.pdf>

OMS. (2018). Desechos de las actividades de atención sanitaria. *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>

Paredes, V. N. (2020). PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS DEL LABORATORIO DE CIENCIAS QUÍMICAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA. *Tesis de grado*. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de

<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/7171/2/TESIS%20NICOLAS%20PAREDES%20pdf.final%20.pdf>

Pasaje, G. (2018). *Municipio de Pasaje*. Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Pasaje.

Peñafiel , J. (2018). Desechos peligrosos amenazan la salud y el ambiente en Ecuador . *El Universo*.

Pérez , V. R. (2012). CUANTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS HOSPITALARIOS GENERADOS EN TRECE CENTROS DE ATENCIÓN EN SALUD EN UNA CIUDAD LATINOAMERICANA. *Tesis de grado*. UNIVERSIDAD EAN, Bogotá D.C. Obtenido de <https://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/3486/VergaraRodrigo2012.pdf?sequence=1>

Reinoso, J., & Santacruz , L. (2019). *Plan de contingencia para derrame de combustible en la ruta cuenca Suscal conforme a los requisitos de la Norma UNE 150008:2008 EVALUACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES*. Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil.

Rodríguez , J., García , C., & Zafra, C. (2018). Residuos hospitalarios indicadores de tasas de generación en Bogotá, D.CC 2012-2015. *Revista de la Facultad de Medicina*, 625-628. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=576364365007>

Ruiz, C. (2020). *Opirani* . Obtenido de Opirani : <https://www.piranirisk.com/es/academia/especiales/guia-para-realizar-la-evaluacion-del-riesgo>

- Sáez, A., Urdaneta, G., & Joheni, A. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia*, 121-135. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/737/73737091009.pdf>
- Sánchez, R. (2015). T-student Usos y abusos. *Revista mexicana o de cardiología*, 1(26), 59-61.
- Sandoval, c. (2018). *Manual de procedimientos para el manejo de residuos peligrosos (CRETIB)*. Universidad Autónoma de Campeche. Obtenido de [https://prepaermilo.uacam.mx/view/download?file=156/Manual%20CRETIB\\_EPESC\\_10.pdf&tipo=paginas](https://prepaermilo.uacam.mx/view/download?file=156/Manual%20CRETIB_EPESC_10.pdf&tipo=paginas)
- Santisteban, S. N. (2016). Evaluación del manejo de los residuos sólidos en el Hospital I El Buen Samaritano de Bagua Grande. *Revista de Investigación y Cultura*, 5(2). Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/5217/521754663003/html/>
- Sirit, Y., Panunzio, A., Nuñez, N., & Bellorín, M. (2005). Desechos biológicos generados en laboratorios de la facultad de medicina en una institución universitaria. *Kasmera*, 1(33), 37-35. Obtenido de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0075-52222005000100004&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0075-52222005000100004&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Sosa, J., Ospina, E., Berdugo, P., & Gómez, J. (2012). Estadística descriptiva y probabilidades Universidad extremado de colombia.
- Torres, G. (2018). Diseño de sistema de gestión de residuos y/o desechos sólidos urbanos en el mercado municipal cuatro manzanas. *Tesis de grado*. Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador.
- Valdés, J. (2009). Metodología de análisis de riesgo ambientales (Norma UNE 150008:2008). *España cancillería de medio ambiente*. Comunidad

Valenciana. Obtenido de

[http://www.cma.gva.es/comunes\\_asp/documentos/agenda/val/58855-](http://www.cma.gva.es/comunes_asp/documentos/agenda/val/58855-)

Norma%20UNE%20150008%20INSTITUCIONAL%20Valencia%2029%20

eneroR1%20-%20OK.pdf

Vallejo , M., Cherres , J., Mas, M., & Muñoz , M. (2019). Manejo de desechos infecciosos hospitalarios en el centro de salud "Cordero Crespo". *Revista de investigación de talentos*, 2(6), 72-84. Obtenido de <https://talentos.ueb.edu.ec/index.php/talentos/article/view/160>

Vargas, C., & Coba, J. (2017). *Diseño de una propuesta de un sistema de gestión de calidad ISO 9001:2015 en las áreas de química clínica y hematología en el laboratorio clínico del hospital Pablo Arturo Suárez*. Univeridad Central del Ecuador.

Vera, J. A. (2015). Formulación de una propuesta metodológica para la gestión integral de residuos químicos peligrosos en instituciones de educación superior. *Informador técnico*, 2(79), 169-178. Obtenido de [http://revistas.sena.edu.co/index.php/inf\\_tec/article/view/161](http://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/161)

Zaraali, O., Elasri, O., Saihi, M., & S, D. (2019). Setting up and maintaining a waste management protocol makes the Mdiq provincial hospital center an environmental Company. *Proceedings*, 3(13), 1143-1150. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785319306741?via%3Dihub>

## 9. Anexos

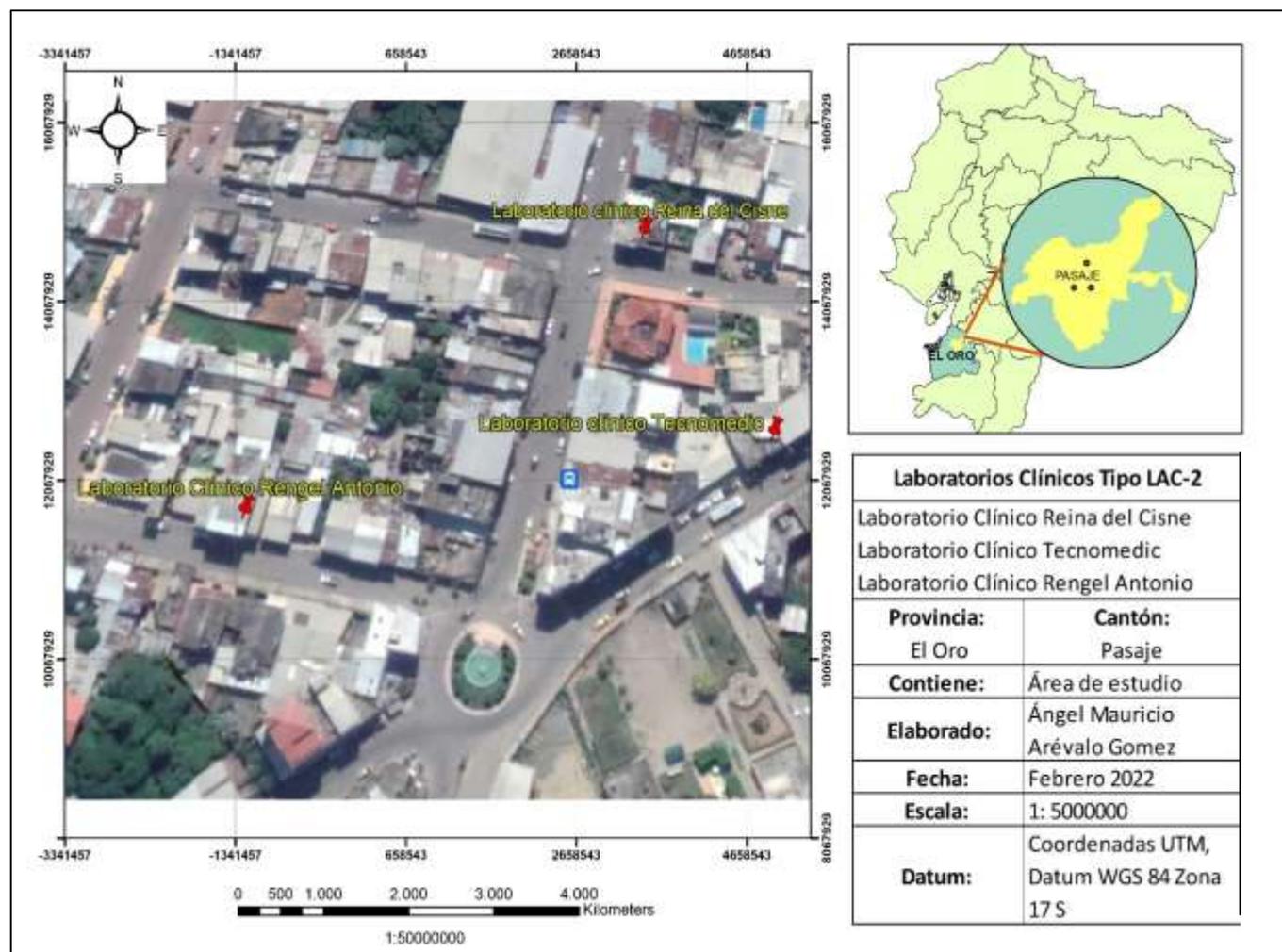


Figura 5. Ubicación Geográfica de las áreas de estudio Arévalo, 2022.

Tabla 17. Coordenadas UTM 17S WGS84 del área de estudio.

Área de estudio	X	Y
Laboratorio clínico Reina del Cisne	632210.89	9631952.45
Laboratorio clínico Tecnomedic	632194.17	9631879.11
Laboratorio clínico Rengel Antonio	631804.95	9631812.81

Arévalo, 2022.

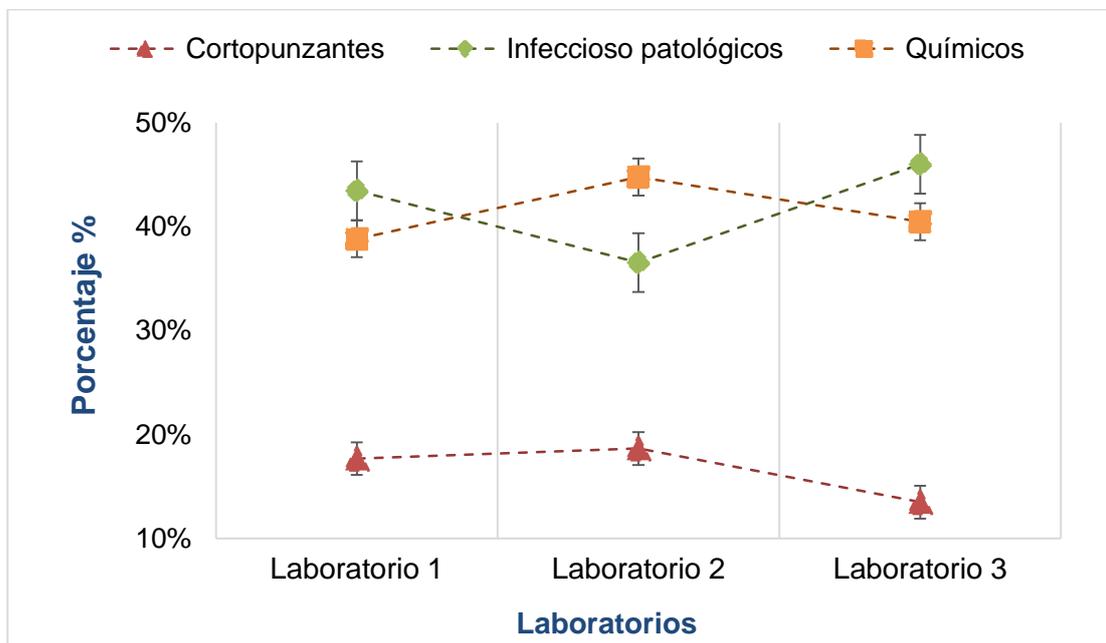


Figura 6. Porcentaje de los desechos peligrosos generado por los laboratorios Arévalo, 2022.

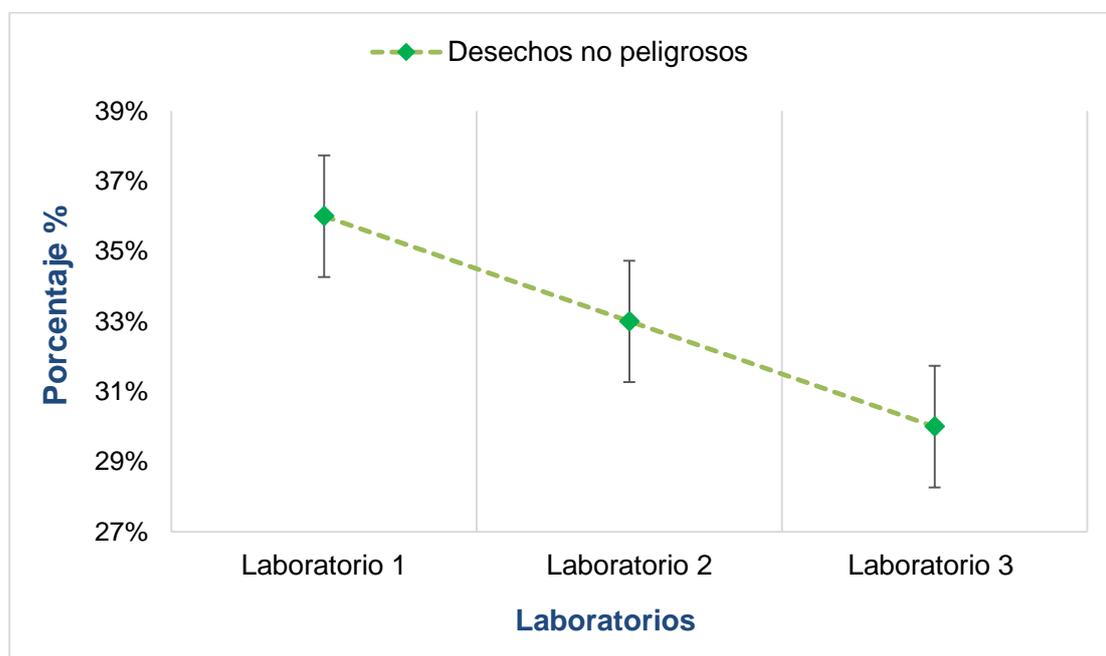


Figura 7. Porcentaje de desechos no peligrosos producido por los laboratorios Arévalo, 2022.

**Tabla 18. Cuantificación semanal de desechos peligrosos y no peligrosos generados en el laboratorio 1 Reina del Cisne**

Fechas	Cortopunzantes		Infeccioso patológicos		Químicos		No Peligrosos	
	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%
Día 1	0,045	23,56%	0,091	17,27%	0,100	27,40%	0,113	19,35%
Día 2	0,028	14,66%	0,124	23,53%	0,050	13,70%	0,099	16,95%
Día 3	0,022	11,52%	0,069	13,09%	0,090	24,66%	0,098	16,78%
Día 4	0,029	15,18%	0,106	20,11%	0,075	20,55%	0,134	22,95%
Día 5	0,067	35,08%	0,137	26,00%	0,050	13,70%	0,140	23,97%
Total Semana	0,191	100%	0,527	100%	0,365	100%	0,584	100%
Día 6	0,062	19,87%	0,146	20,74%	0,100	15,63%	0,182	25,82%
Día 7	0,041	13,14%	0,121	17,19%	0,200	31,25%	0,094	13,33%
Día 8	0,089	28,53%	0,169	24,01%	0,090	14,06%	0,151	21,42%
Día 9	0,031	9,94%	0,140	19,89%	0,200	31,25%	0,161	22,84%
Día 10	0,089	28,53%	0,128	18,18%	0,050	7,81%	0,117	16,60%
Total Semana	0,312	100%	0,704	100%	0,64	100%	0,705	100%
Día 11	0,051	18,96%	0,138	20,72%	0,100	5,13%	0,188	27,57%
Día 12	0,091	33,83%	0,167	25,08%	0,250	12,82%	0,153	22,43%
Día 13	0,019	7,06%	0,129	19,37%	0,900	46,15%	0,101	14,81%
Día 14	0,059	21,93%	0,127	19,07%	0,200	10,26%	0,110	16,13%
Día 15	0,049	18,22%	0,105	15,77%	0,500	25,64%	0,130	19,06%
Total Semana	0,269	100%	0,666	100%	1,95	100%	0,682	100%

Arévalo, 2022.

**Tabla 19. Cuantificación semanal de desechos peligrosos y no peligrosos generados en el laboratorio 2 Tecnomedic**

Fechas	Cortopunzantes		Infeccioso patológicos		Químicos		No Peligrosos	
	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%
Día 1	0,025	13,44%	0,091	30,03%	0,065	16,21%	0,180	28,80%
Día 2	0,069	37,10%	0,081	26,73%	0,084	20,95%	0,026	4,16%
Día 3	0,029	15,59%	0,026	8,58%	0,090	22,44%	0,164	26,24%
Día 4	0,036	19,35%	0,072	23,76%	0,070	17,46%	0,079	12,64%
Día 5	0,027	14,52%	0,033	10,89%	0,092	22,94%	0,176	28,16%
Total Semana	0,186	100%	0,303	100%	0,401	100%	0,625	100%
Día 6	0,044	29,53%	0,093	25,98%	0,083	21,90%	0,155	15,78%
Día 7	0,021	14,09%	0,088	24,58%	0,053	13,98%	0,100	10,18%
Día 8	0,027	18,12%	0,032	8,94%	0,044	11,61%	0,149	15,17%
Día 9	0,024	16,11%	0,081	22,63%	0,101	26,65%	0,450	45,82%
Día 10	0,033	22,15%	0,064	17,88%	0,098	25,86%	0,128	13,03%
Total Semana	0,149	100%	0,358	100%	0,379	100%	0,982	100%
Día 11	0,024	14,46%	0,074	23,13%	0,074	17,54%	0,158	25,82%
Día 12	0,025	15,06%	0,083	25,94%	0,084	19,91%	0,085	13,89%
Día 13	0,034	20,48%	0,033	10,31%	0,079	18,72%	0,167	27,29%
Día 14	0,044	26,51%	0,084	26,25%	0,091	21,56%	0,047	7,68%
Día 15	0,039	23,49%	0,046	14,38%	0,094	22,27%	0,155	25,33%
Total Semana	0,166	100%	0,32	100%	0,422	100%	0,612	100%

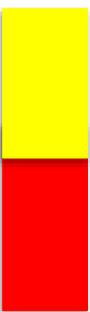
Arévalo, 2022.

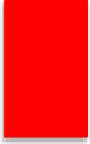
**Tabla 20. Cuantificación semanal de desechos peligrosos y no peligrosos generados en el laboratorio 3 Rengel Antonio**

Fechas	Cortopunzantes		Infeccioso patológicos		Químicos		No Peligrosos	
	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%
Día 1	0,017	20,73%	0,095	27,78%	0,060	25,00%	0,123	22,00%
Día 2	0,015	18,29%	0,092	26,90%	0,060	25,00%	0,086	15,38%
Día 3	0,014	17,07%	0,056	16,37%	0,050	20,83%	0,113	20,21%
Día 4	0,015	18,29%	0,056	16,37%	0,040	16,67%	0,116	20,75%
Día 5	0,021	25,61%	0,043	12,57%	0,030	12,50%	0,121	21,65%
Total Semana	0,082	100%	0,342	100%	0,240	100%	0,559	100%
Día 6	0,018	19,78%	0,069	23,47%	0,050	20,00%	0,129	24,43%
Día 7	0,018	19,78%	0,076	25,85%	0,050	20,00%	0,113	21,40%
Día 8	0,017	18,68%	0,059	20,07%	0,050	20,00%	0,090	17,05%
Día 9	0,017	18,68%	0,049	16,67%	0,050	20,00%	0,094	17,80%
Día 10	0,021	23,08%	0,041	13,95%	0,050	20,00%	0,102	19,32%
Total Semana	0,091	100%	0,294	100%	0,250	100%	0,528	100%
Día 11	0,017	19,10%	0,063	24,61%	0,055	18,64%	0,102	18,68%
Día 12	0,021	23,60%	0,045	17,58%	0,060	20,34%	0,121	22,16%
Día 13	0,024	26,97%	0,039	15,23%	0,060	20,34%	0,127	23,26%
Día 14	0,013	14,61%	0,063	24,61%	0,060	20,34%	0,094	17,22%
Día 15	0,014	15,73%	0,046	17,97%	0,060	20,34%	0,102	18,68%
Total Semana	0,089	100%	0,256	100%	0,295	100%	0,546	100%

Arévalo, 2022.

Tabla 21. Caracterización de los desechos generados por los laboratorios en estudio

Origen	Tipo de desecho	Clasificación	Característica	Envasado	Tipo de envase	Color	Etiqueta
Residuos de laboratorios	Desechos peligrosos	Cortopunzante	Son aquellos objetos punzantes o cortantes que pueden lesionar la piel, por ejemplo: <b>Limas, lancetas, cuchillas, agujas, resto de ampollas, pipetas, láminas de bisturí o vidrio, cuchillas de rasurar y cualquier otro elemento</b>	Recipientes rígidos de polipropileno			
		Infeccioso-patológico	Son aquellos materiales generados durante los servicios de atención médica que contengan agentes biológico-infecciosos, y que puedan causar efectos nocivos a la salud y al ambiente, por ejemplo: <b>Muestras biológicas para análisis de laboratorio, excluyendo orina y excrementos</b> <b>Utensilios desechables usados para contener, transferir, inocular y mezclar cultivos de agentes infecciosos</b>	Patológicos Recipientes herméticos  Infecciosos: Bolsas de polietileno	 		

Residuos de laboratorios	Desechos peligrosos	Químicos	<p>Son los restos de sustancias químicas, empaques o cualquier otro residuo contaminado, los cuales, dependiendo de su concentración y tiempo de exposición tienen el potencial para causar la muerte, lesiones graves o efectos adversos a la salud y el medio ambiente. Por ejemplo:</p> <p><b>Reactivos Incluyen líquidos de revelado y fijado, de laboratorios, medios de contraste.</b></p>	<p>Recipientes de polipropileno</p>			 <p>RIESGO QUÍMICO</p>
	Desechos no peligrosos	Reciclables	<p>Son aquellos que se generan en cualquier lugar y que pueden ser reciclados</p> <p><b>Bolsas de plástico, toda clase de vidrio, cartón, papel, plegadiza, archivo y periódico.</b></p>	<p>Recipientes plásticos grises</p>			

## **9.1 Propuesta del plan de manejo ambiental de desechos generados por laboratorios clínicos (Tipo LAC-2).**

### **9.1.1 Lineamientos estratégicos**

En base a los resultados obtenidos, se establecen cinco lineamientos estratégicos, trazando acciones que se fundamentan en la necesidad de perfeccionar las deficiencias, en el manejo interno y externo de los desechos peligrosos y no peligrosos, la capacidad de ejecución de los generadores, y la toma de decisiones en la implementación de las acciones identificadas.

Los lineamientos a seguir deben incluir:

- Prevención y minimización,
- Manejo interno ambiental seguro,
- Manejo externo ambiental seguro,
- Marco legal y normativo,
- Capacitación y asistencia técnica.

Las metas propuestas están dirigidas a:

- Establecer buenas prácticas, en la prevención y minimización de desechos generados,
- Buenas prácticas de almacenamiento de los desechos peligrosos y no peligrosos,
- Implementación de programas de educación ambiental dirigidas a los laboratorios,
- Elaboración de instrumentos legales que permitan la implementación de planes e infraestructura adecuada para tratamiento de los desechos peligrosos previo a su disposición final y manejo de desechos peligrosos y no peligrosos eficiente.

Para dar cumplimiento a las metas anteriormente mencionadas es preciso tener un horizonte de planeación de por lo menos cinco años (2022-2027), seguida de evaluaciones constante, donde se verifiquen los avances del cumplimiento de estas, así como detectar irregularidades u oportunidades de mejora con el fin de hacer los ajustes pertinentes (Anexos: Figura 13).

El área de laboratorio debe contar con diferentes equipos para realizar el análisis de muestras de sangre, orina y heces.

Para su recolección de desechos, debe contar con recipientes identificados para los desechos peligrosos como son cortos punzantes (recipiente de color rojo), y desechos comunes (se puede identificar con recipiente de color verde, negro o gris).

El laboratorio debe establecer áreas para la disposición temporal de los desechos generados (peligrosos y no peligrosos), clasificados de acuerdo a su naturaleza.

Esta área debe estar señalizado según norma técnica (NTE INEN 439:1984 Colores, señales y símbolos de seguridad; NTE INEN 2288:2000 Etiquetado de precaución; INEN 2266 Manejo, transporte y almacenamiento de productos y sustancias peligrosas; INEN 2288 Etiquetado de precaución de productos y sustancias peligrosas; INEN-ISO 3864-1:2013 Símbolos gráficos, colores y señales de seguridad).

Del mismo modo, el laboratorio debe habilitar área destinada para el almacenamiento de insumos y materiales que utilicen para la limpieza de las instalaciones (detergente, jabones, hipoclorito de sodio, escoba, recogedor, paños de limpieza, entre otros), debe estar señalizado y organizado (ver Anexos: Figura 14).

En la preinstalación de un laboratorio (sin importar el tipo LAC), se debe determinar el alcance geográfico por las actividades, comprendiendo el espacio que interactúa las actividades operacionales y de mantenimiento del laboratorio, en donde existe mayor riesgo de afectación debido a las cercanías (vecindad), se debe tomar en cuenta una distancia de 100 a 250 metros a la redonda del área de la instalación, cuyos componentes de la influencia de importancia son físico, biótico y socioeconómico:

- Componente físico.

Área de servicios básicos, alcantarillado, compuesta por viviendas, locales comerciales, además de observar las calles principales y secundarias con su nivel de afluencia (tránsito o transeúntes).

- Componente biótico.

Área que son intervenida por el hombre, afectación de especies endémicas o representativas que puede afectar con las actividades del laboratorio (dentro de áreas urbanas se encuentran palomas, gatos, perros y ratas), además de especies vegetales (plantas ornamentales) alrededor del sector.

- Componente socioeconómico.

Área que se relaciona con el entorno social y comercial como son los comedores, establecimientos comerciales, estaciones de servicios, clínicas, y otros laboratorios (públicos o privados).

### **9.1.2 Objetivos**

- Estructurar un Plan de Manejo Ambiental de desechos que permita la organización, regulación y control de impactos ambientales generados por actividades de laboratorios clínicos, a través de la implementación de medidas a nivel ambiental, social y económico.
- Proporcionar una herramienta e instrumento de trabajo para el manejo de los desechos peligrosos y no peligrosos en laboratorios clínicos que permitan la conservación del ambiente y calidad de vida de la población.
- Prevenir, mitigar, minimizar los impactos negativos en los factores ambientales y salud de la población del área de estudio provenientes de la operación y funcionamiento del sistema de manejo de desechos peligrosos y no peligrosos.

### **9.1.3 Plan de manejo ambiental**

El plan de manejo ambiental según la naturaleza del proyecto, obra o actividad, se basa en el art. 435 del Reglamento al Código Orgánico del Ambiente.

#### ***9.1.3.1 Plan de prevención y mitigación de impactos***

El plan de prevención y mitigación de impactos contiene las medidas que permiten prevenir y mitigar los posibles impactos ambientales, sociales o económicos negativos que se generen como resultado de las actividades de los laboratorios en base a los escenarios de riesgos formulados ver Tabla 22.

**Tabla 22. Matriz del Plan de Prevención y Mitigación de Impactos**

**Plan de Manejo Ambiental (PMA)**

**Plan de prevención y mitigación de impactos**

**Objetivo:** Controlar, mitigar y establecer medidas preventivas de impactos ambientales negativos, basado en las actividades realizadas por laboratorios clínicos en el sistema de gestión de desechos peligrosos y no peligrosos.

El objetivo principal del plan es prevenir y minimizar la generación de impactos ambientales al entorno y que pudiesen alterar la calidad de los recursos agua, aire, suelo, flora, fauna, salud de la población.

**Lugar de aplicación:** Instalaciones del laboratorio

N°	Actividades	Impacto identificado	Medidas	Medio de verificación	Plazo
1	Manipulación, disposición o gestión de desechos peligrosos y no peligrosos	Contaminación, riesgo ambiental y laboral	Todas las áreas deberán llevar a cabo la correcta clasificación de los residuos.	Evidencia fotográfica e informes	Permanente
			El personal deberá contar con recursos técnicos y experiencia para el manejo integral de los residuos peligrosos y no peligrosos.	Evaluaciones periódicas	Permanente
			Todo residuo deberá estar contenido en envases los cuales no deberán verse afectados en su estructura física por las características de peligrosidad del residuo que contienen.	Evidencia fotográfica	Permanente

N°	Actividades	Impacto identificado	Medidas	Medio de verificación	Plazo
1	Manipulación, disposición o gestión de desechos peligrosos y no peligrosos	Contaminación, riesgo ambiental y laboral	Los envases de disposición de los desechos deberán estar etiquetados con leyendas de Residuo Peligroso la cual deberá contener el nombre del residuo, y su característica de peligrosidad (cortopunzantes, infeccioso-patológico, químicos).	Evidencia fotográfica	Permanente
			Los envases de disposición de los desechos deberán estar etiquetados con leyendas de Residuo no Peligroso la cual deberá contener el nombre del residuo, y su característica (papel, cartón, plástico, vidrio, etc)	Evidencia fotográfica	Permanente
			Para la disposición final de los desechos deberán de contar con la autorización para la recolección, transporte y acopio de residuos peligrosos ante el Ministerio de Ambiente.	Informes de autorización ambiental	Permanente
			La empresa gestora del servicio deberá llevar a cabo la recolección de los residuos, evitar derrames o alguna contingencia durante la operación.	Evidencia fotográfica	Semanal
			El personal de la empresa gestora de servicios deberá cumplir con los requisitos de seguridad ambiental e higiene	Informes de los requisitos solicitados y evidencia fotográfica	Permanente

N°	Actividades	Impacto identificado	Medidas	Medio de verificación	Plazo
			Uso rutinario de guantes, lavado de manos antes y después de utilizar guantes.	Evidencia fotográfica	Permanente
			Utilizar material de un solo uso (agujas jeringas), usar material de bioseguridad.	Evidencia fotográfica	Permanente
			No reencapuchar las agujas, utilizar contenedores rígidos, no manipular residuos en el interior del contenedor	Evidencia fotográfica	Permanente
2	Análisis de muestras	Accidentes de riesgo biológico	Los restos de curas (gasas, vendas, algodones) u otro tipo de material potencialmente contagioso se desecharán en cubos con bolsas resistentes, manipuladas con guantes y separadas del cuerpo.	Evidencia fotográfica	Permanente
			Sobre superficies manchadas con sangre u otros fluidos, se verterá lejía doméstica diluida (1 parte de lejía y 10 de agua), cubriéndose con servilletas de papel o similar y recogerlo siempre con guantes.	Evidencia fotográfica	Permanente

N°	Actividades	Impacto identificado	Medidas	Medio de verificación	Plazo
3	Análisis de muestras	Derrame de productos químicos	Asegurar los recipientes y equipos, cerrar los recipientes tras su utilización	Evidencia fotográfica	Permanente
			Mantener los recipientes grandes al nivel lo más bajo posible	Evidencia fotográfica	Permanente
			No almacenar reactivos corrosivos o producto químicos a alturas por encima de los ojos y en lugares no adecuados (suelo, oficinas, etc)	Evidencia fotográfica	Permanente
			Almacenar reactivos en función de su compatibilidad	Evidencia fotográfica	Permanente
			Emplear recipientes de tamaño adecuado a la cantidad a trasvasar	Evidencia fotográfica	Permanente
4	Análisis de muestras	Descargas biológicas y químicas en tuberías de agua y alcantarillado	Realizar monitoreos en las tuberías de entrada de agua y descargas de aguas residuales al alcantarillado sanitario	Evidencia fotográfica informes de situación actual	Mensual
			En caso de detectarse parámetros fuera de los límites máximos permisibles que indican la normativa ambiental, se debe diseñar e implementar medidas de tratamiento de aguas residuales	Análisis de parámetro físico-químico de aguas residuales	Anual

N°	Actividades	Impacto identificado	Medidas	Medio de verificación	Plazo
			Se deberá identificar y clasificar las sustancias, materiales manejados, los residuos peligrosos generados y sus características de peligrosidad.	Evidencia fotográfica e informes	Permanente
			Tener en cuenta las características de incompatibilidad de almacenamiento de materiales, sustancias y residuos peligrosos.	Evidencia fotográfica	Permanente
5	Tiempo de conservación o almacenamiento de desechos	Contaminación interna	Cuantificar los residuos peligrosos y no peligrosos generados en las áreas, procesos y puntos específicos de generación del laboratorio.	Evidencia fotográfica	Semanal
			Llevar un control mensual de los desechos peligrosos generados dentro de las áreas del laboratorio, el inventario semanal permitirá realizar ajustes, contribuirá para detectar anomalías y revisar las necesidades de programación de recolección de los gestores ambientales para el envío a disposición final de los residuos peligrosos	Evidencia fotográfica e informes de situación actual	Semanal

### 9.1.3.2 Plan de contingencias

Contiene las medidas y acciones a ejecutarse en caso de presentar situaciones de riesgo, con el fin de dar una respuesta rápida y eficiente ante la ocurrencia de incidentes, accidentes o estados de emergencia como se muestra en la Tabla 23.

**Tabla 23. Matriz del Plan de Contingencias**

Plan de Manejo Ambiental (PMA)					
Plan de Contingencias					
Objetivo: Establecer medidas de contingencia para posibles situaciones de emergencia que se presenten que permitan responder de manera rápida, eficiente y eficaz.					
Lugar de aplicación: Instalaciones dentro y fuera del laboratorio					
N°	Actividades	Impactos identificados	Medidas	Medio de Verificación	Plazo
1	Actividades de laboratorio	Incendios	Colocar señalética de seguridad y afiches de las medidas a seguir en caso que se presente algún tipo de emergencia.	Evidencia fotográfica	Permanente
			Identificar las salidas de emergencias y puntos de encuentro en las instalaciones del laboratorio clínico	Evidencia fotográfica	Permanente
			Mantener sin obstáculos las salidas de emergencia	Evidencia fotográfica	Permanente

N°	Actividades	Impactos identificados	Medidas	Medio de Verificación	Plazo
1	Actividades de laboratorio	Incendios	<p>Realizar los mantenimientos y llevar registro de los sistemas contra incendios</p> <p>Comunicar al personal sobre: el riesgo de incendio según actividades a realizarse; focos de ignición existentes en su área de trabajo; procedimiento concreto de manejo de instalaciones para evitar incendios</p>	<p>Evidencia fotográfica e informes</p> <p>Registro de asistencia a capacitaciones</p>	<p>Mensual</p> <p>Mensual</p>
2	Manipulación de desechos y análisis de muestras	Accidentes de riesgo biológico	<p>Depositar los desechos generados en lugares apropiados, previamente asignados</p> <p>En caso de generarse heridas punzantes o cortes, se retirará el objeto con el que se ha producido el accidente y asegurar la zona</p> <p>Forzar el sangrado; lavado con agua y jabón, y posteriormente desinfección de la herida. Si existió contacto con las mucosas lavado con solución salina</p> <p>Extraer sangre a la fuente y al accidentado para determinar marcadores:  Caso fuente: HbsAg, VIH, VHC  Trabajador accidentado: HbsAg, AntiHbc, AntiHbs, VIH, VHC, GOT, GPT</p>	<p>Evidencia fotográfica e informes</p> <p>Evidencia fotográfica e informes</p>	<p>Permanente</p> <p>Permanente</p> <p>Permanente</p>

N°	Actividades	Impactos identificados	Medidas	Medio de Verificación	Plazo
2	Manipulación de desechos y análisis de muestras	Accidentes de riesgo biológico	Repetir prueba analítica al accidentado a las 6 semanas, 3,6,12 meses si la fuente es positiva para VHB, VHC, o VIH	Evidencia fotográfica e informe	Permanente
3	Manipulación de reactivos químicos para análisis de muestras	Derrames de productos químicos	Atender al personal afectado y avisar al personal de áreas adyacentes	Evidencia fotográfica	Casos emergentes
			Evaluar la importancia del vertido y la respuesta al mismo	Evidencia fotográfica	Casos emergentes
			Identificar, si es posible, los productos de derrame y consultar su ficha de seguridad química	Evidencia fotográfica	Casos emergentes
			Controlar el derrame y evacuar al personal	Evidencia fotográfica	Casos emergentes
			Si el material es inflamable, eliminar fuentes de ignición (llamas, equipos electrónicos)	Evidencia fotográfica	Casos emergentes
			Si se considera de riesgo importante o implique presencia de vapores, evacuar el área y comunicar el incidente.	Evidencia fotográfica	Casos emergentes

### 9.1.3.3. Plan de capacitación

Este debe contener medidas del programa de capacitaciones al personal del laboratorio clínico acorde al presente plan de manejo ambiental, se constituye como un instrumento educacional, mediante el cual el grupo de trabajadores de entidades públicas como privadas adquieren conocimientos, actitudes, destrezas relacionadas al área o tipo de actividad que realicen, como se muestra en la Tabla 24.

**Tabla 24. Matriz del Plan de Capacitación**

Plan de Manejo Ambiental (PMA)					
Plan de Capacitación					
Objetivo: Actualizar los conocimientos del personal a cargo de laboratorios clínicos mediante capacitaciones en temas de gestión, prevención de impacto ambiental y medidas de bioseguridad.					
Lugar de aplicación: Instalaciones del laboratorio					
N°	Actividad	Impacto identificado	Medidas	Medio de verificación	Plazo
1	Gestión de desechos	Contaminación, falta de información	Establecer un programa de capacitaciones que cuente con temas de manejo y almacenamiento de desechos (peligrosos y no peligrosos), buenas prácticas ambientales, normas de seguridad y medio ambiente, así como también manejo de extintores	Registro de asistencia a capacitaciones y registro fotográfico	Anual
			Realizar divulgaciones del plan de manejo ambiental a todo el personal del laboratorio clínico	Evidencia fotográfica e informes	Anual

N°	Actividad	Impacto identificado	Medidas	Medio de verificación	Plazo
1	Gestión de desechos	Contaminación, falta de información	Establecer un programa de capacitaciones que abarquen temas de bioseguridad y riesgos asociados para prevención de accidentes laborales (biológicos y químicos).	Registro de asistencia a capacitaciones y registro fotográfico	Anual

Arévalo, 2022.

#### **9.1.3.4. Plan de manejo de desechos**

Este contiene medidas para la correcta gestión de los desechos peligrosos y no peligrosos generados por las actividades del laboratorio desde su origen hasta su disposición final, como se muestra en la Tabla 25.

Tabla 25. Matriz del Plan de Manejo de Desechos

Plan de Manejo Ambiental (PMA)					
Plan de Manejo de Desechos					
Objetivo: Establecer lineamientos efectivos para la buena gestión de desechos peligrosos y no peligrosos, mediante el desarrollo e implementación de guías sobre la clasificación, almacenamiento, recolección, transporte y disposición final.					
Lugar de aplicación: Instalaciones del laboratorio clínico					
N°	Actividad	Impacto identificado	Medidas	Medio de verificación	Plazo (Meses)
1	Generación de desechos no peligrosos	Accidentes laborales, Desorden en áreas de análisis de laboratorios	Identificar puntos de origen de desechos no peligrosos y su clasificación.	Registros fotográficos	Permanente
			Elaborar un instructivo sobre el manejo correcto de desechos, mediante afiches en diferentes áreas del laboratorio para el personal a cargo	Registros fotográficos	Permanente
			Mantener señalizados los recipientes para el almacenamiento temporal de los desechos no peligrosos y reciclable	Registros fotográficos	Permanente
			Mantener registros actualizados sobre el control de generación y disposición final de desechos no peligrosos actualizados	Informes del control y cantidad de desechos generados	Semanal
			Realizar la entrega de desechos no peligrosos a gestores o recicladores autorizados	Registro fotográfico e informes	Semanal

N°	Actividad	Impacto identificado	Medidas	Medio de verificación	Plazo (Meses)
1	Generación de desechos peligrosos	Accidentes laborales, Contaminación de aguas Contaminación cruzada	Disponer de recipientes adecuados para la disposición de desechos peligrosos (cortopunzantes, infecciosos-patológico, químicos) con su respectiva identificación	Registro fotográfico e informes	Permanente
			Mantener clasificados los desechos peligrosos y el personal contar con la gestión de bioseguridad adecuada para realizar el almacenamiento adecuado en el área de desechos peligrosos	Registros fotográficos	Permanente
			Mantener registros actualizados sobre el control de generación y disposición final de desechos no peligrosos	Registros fotográficos e informes de control y cantidad de desechos generados	Permanente
			Realizar la entrega de desechos peligrosos a gestores autorizados por la autoridad ambiental	Registro fotográfico e informes	Semanal
			Presentar ante la autoridad ambiental competente la declaración anual sobre la generación y manejo de desechos peligrosos	Oficio de entrega o informes de declaración de generación de desechos peligrosos	Anual

Arévalo, 2022.

### 9.1.3.5. Plan de relaciones comunitarias

Este plan contiene medidas para mantener la convivencia y comunicación con la comunidad que se encuentra en el área de influencia del laboratorio como se muestra en la Tabla 26.

**Tabla 26. Matriz del Plan de Relaciones Comunitarias**

Plan de Manejo Ambiental (PMA)					
Plan de Relaciones Comunitarias					
<b>Objetivo:</b> Fomentar una comunicación directa con la comunidad del sector, informando sobre las medidas implementadas, en base a sus necesidades o recomendaciones					
<b>Lugar de aplicación:</b> Instalaciones fuera del laboratorio clínico					
N°	Actividad	Impacto identificado	Medidas	Medio de verificación	Plazo (Meses)
1	Socialización	Falta de comunicación	Mantener informada a la comunidad en temas ambientales y medidas a implementarse	Registros fotográficos y de asistencias	Mensual
			Colocar buzón de sugerencias en el ingreso de las instalaciones del laboratorio con la finalidad de receptor cualquier queja o comunicado de parte de las personas que habitan en el sector	Registros fotográficos e informes	Permanente
2	Charlas informativas	Escases de conocimientos en temas ambientales	Realizar charlas informativas sobre la responsabilidad de gestión de desechos (peligrosos y no peligrosos), y su importancia a nivel Socioambiental	Registros fotográficos	Permanente
			Impartir investigaciones sobre desarrollo e implementación de sistemas de disposición final de desechos peligrosos y no peligrosos	Informes	Permanente

Arévalo, 2022.

### 9.1.3.6. Plan de rehabilitación de áreas afectadas

Este plan consiste en las medidas requeridas o procesos de rehabilitación del área afectada por actividades del laboratorio clínico, con la finalidad de restaurar las condiciones ambientales a la que estuvo expuesta, como se muestra en la Tabla 27. Matriz del Plan de Rehabilitación de Áreas Afectadas

**Tabla 27. Matriz del Plan de Rehabilitación de Áreas Afectadas**

Plan de Manejo Ambiental (PMA)					
Plan de Rehabilitación de Áreas Afectadas					
<b>Objetivo:</b> Reestablecer las áreas afectadas por las actividades del laboratorio clínico					
<b>Lugar de aplicación:</b> Instalaciones del laboratorio clínico					
N°	Actividad	Impacto identificado	Medidas	Medio de verificación	Plazo (Meses)
1	Generación de desechos peligrosos y no peligrosos	Contaminación y riesgo laboral	<p>En caso de darse algún tipo de situación adversa que afecte o contamine el medio ambiente, se deberá comunicar a la autoridad ambiental competente</p> <p>Elaborar un informe que implemente un cronograma de plan de acción con las medidas de remediación a implementarse</p>	<p>Registros fotográficos e informes de situación actual</p> <p>Informes sobre actividades de recuperación o restauración de áreas afectadas</p>	<p>En caso de contaminación</p> <p>En caso de contingencia</p>

Arévalo, 2022.

### 9.1.3.7. Plan de monitoreo y seguimiento

Este plan contiene medidas de control y monitoreo del cumplimiento del plan de manejo ambiental y normativa ambiental vigente, como se muestra en la Tabla 28.

**Tabla 28. Matriz del Plan de monitoreo y seguimiento**

Plan de Manejo Ambiental (PMA)					
Plan de Monitoreo y Seguimiento					
<b>Objetivo:</b> Asegurar el cumplimiento de las medidas del presente plan ambiental y la normativa ambiental vigente					
<b>Lugar de aplicación:</b> Instalaciones del laboratorio clínico					
N°	Actividad	Impacto identificado	Medidas	Medio de verificación	Plazo (Meses)
1	Programa de monitoreo	Gestión de desechos deficiente	Dar seguimiento al cumplimiento de las medidas propuestas en el presente plan de manejo ambiental	Registros fotográficos e informes	Permanente
			Entregar de manera anual el informe de gestión ambiental a la autoridad ambiental municipal	Oficios de entrega o informes	Anual
			Realizar monitoreos ambientales sobre el control o manejo de desechos peligrosos y no peligrosos generados en laboratorios clínicos	Informes sobre actividades de recuperación o restauración de áreas afectadas	Permanente

Arévalo, 2022.

### 9.1.3.8 Plan de cierre y abandono

Este presenta las medidas a implementarse en el caso de presentar el cierre del laboratorio clínico, como se muestra en la Tabla 29.

**Tabla 29. Matriz del Plan de cierre y abandono**

Plan de Manejo Ambiental (PMA)					
Plan de Monitoreo y Seguimiento					
<b>Objetivo:</b> Ejecutar medidas eficientes y ambientalmente seguras acorde a las características del área, en el caso que presente el cierre del laboratorio clínico					
<b>Lugar de aplicación:</b> Instalaciones del laboratorio clínico					
N°	Actividad	Impacto identificado	Medidas	Medio de verificación	Plazo (Meses)
1	Programa de cierre y abandono	Afectación o alteración del área	Comunicar con anticipación, el cierre de las instalaciones a la autoridad ambiental competente	Informes a las autoridades competentes	Al cese de las actividades
			Realizar el desmontaje adecuado de equipos, retiro de desechos generados y cierre definitivo de las instalaciones	Oficios de entrega o informes	Al cese de las actividades
			Presentar la respectiva auditoría ambiental de cierre	Informes a las autoridades competentes	Al cese de las actividades
			Identificar las áreas de disposición final de desechos para su retiro y tratamiento	Reporte de áreas y medidas correctivas	Al cese de las actividades



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

La siguiente ficha técnica tiene como finalidad analizar y proponer mejoras con el manejo de los desechos peligrosos y no peligrosos generados en los laboratorios clínicos (TIPO LAC-2) en el cantón de Pasaje (El Oro).

**Consentimiento:**

Acepto libre y voluntariamente participar en este estudio, comprendido perfectamente la afirmación que se me ha brindado, además entiendo que puedo decidir no participar y puedo retirarme del estudio en cualquier momento.

\_\_\_\_\_  
 Firma

Con autorización del estudiante Ángel M. Arévalo Gómez, se procede a hacerle las siguientes preguntas:

Laboratorio. \_\_\_\_\_

**Tabla 30. Formulario sobre desechos peligrosos hospitalarios en establecimiento de salud**

<b>Conocimiento y control de desechos peligrosos</b>	<b>Si/Siempre</b>	<b>No/Nunca</b>	<b>No sabe/Casi siempre</b>
¿Conoce usted el reglamento de manejo de desechos infecciosos para la red de servicios de salud en el Ecuador?			
Sabe diferenciar entre desecho peligroso, desecho común y no peligroso			
¿Dentro de su establecimiento de salud, se lleva un registro de los desechos peligrosos hospitalarios (sean estos infecciosos, corto punzantes, farmacéuticos, entre otros)?			
<b>Entrega y tratamiento de los desechos peligrosos (infecciosos, cortopunzantes y especiales)</b>	<b>Si/Siempre</b>	<b>No/Nunca</b>	<b>No sabe/Casi siempre</b>
¿Los desechos peligrosos de su establecimiento son entregados al municipio para su disposición final?			
Los desechos peligrosos de su establecimiento son entregados a una entidad diferente al municipio para su disposición final			
¿Los desechos peligrosos de su establecimiento son tratados de manera autónoma (autoclave) por el mismo establecimiento?			

¿Los desechos peligrosos de su establecimiento no son entregados y se lo trata de otra manera que la autoclave (quemados, enterrados, entre otros)?			
	<b>Si/ Siempre</b>	<b>No/ Nunca</b>	<b>No sabe/ Casi siempre</b>
Tipo de desecho peligroso recolectado y/o entregado a la semana	Menor a 4 kg	5 a 10 kg	Mayor a 10 kg
Desechos infecciosos			
Desechos cortopunzantes			
Desechos especiales (o farmacéuticos)			
Otros _____			

	<b>Si/ Siempre</b>	<b>No/ Nunca</b>	<b>No sabe/ Casi siempre</b>
<b>Gestión de los desechos peligrosos (infecciosos, cortopunzantes y especiales)</b>			
¿El municipio o entidad diferente al municipio, tiene una tarifa de acuerdo al tipo de gestión de los desechos para su establecimiento?			
¿El municipio o entidad diferente al municipio, informa sobre la gestión realizada a los desechos del establecimiento?			
¿El municipio o entidad diferente al municipio, da seguimiento a los desechos entregados por su establecimiento para verificar que la gestión y disposición final de los desechos peligrosos?			
Su establecimiento ha recibido algún certificado de entidad pública, en relación a la gestión y disposición final de los desechos peligrosos	Municipio	M.A.	MSP
	Otros	No	

El tipo de desecho generado mayormente a la semana	Infecciosos	Cortopunzantes	Farmacológicos
	Biológicos	Químicos	Otros

<b>Conocimiento disposición final de desechos</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	
¿Conoce usted el tipo de disposición final dado a sus desechos peligrosos?			

<b>Tipo de disposición final realizado a los desechos peligrosos</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	
Dispuestos a celda de seguridad			
Incinerados			
Esterilizados en autoclave			
Otro tipo _____			

Observaciones \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
 CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

La siguiente ficha técnica tiene como finalidad analizar y proponer mejoras con el manejo de los desechos peligrosos y no peligrosos generados en los laboratorios clínicos (TIPO LAC-2) en el cantón de Pasaje (El Oro).

<b>Recolección de desechos sólidos</b>				
Hora	Cantidad (bolsas)	Peso (kg)	Área del origen del residuo	Tipo de residuo
Fecha:				
Observación				

<b>Recolección de desechos especiales (químicos)</b>					
Nombre residuo	Composición (sustancia)	Concentración	Cantidad (unidades)	Volumen	Característica de peligrosidad
Fecha:					
Observación					



Figura 8. Calibración de equipos  
Arévalo, 2022.



Figura 9. Peso de desechos peligrosos primera y segunda semana  
Arévalo, 2022.



Figura 10. Cuantificación de desechos peligrosos corto punzantes  
Arévalo, 2022.



Figura 11. Cuantificación los desechos peligrosos cortopunzantes  
Arévalo, 2022.



Figura 12. Desechos no peligrosos  
Arévalo, 2022.



Figura 13. Peso (kg) de desechos no peligrosos  
Arévalo, 2022.



Figura 14. Identificación de los recipientes de desechos en el laboratorio1 Arévalo, 2022.



Figura 15. Socialización con el encargado del manejo de desechos Arévalo, 2022.



Figura 16. Inspección de desechos en laboratorio 2  
Arévalo, 2022.



Figura 17. Inspección de recipientes de desechos en laboratorio 3  
Arévalo, 2022.