

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIAS - INGENIERÍA QUÍMICA



TESIS

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS
DEL DISTRITO DE JULI PARA DETERMINAR SU CLAUSURA O
CONVERSIÓN A RELLENO SANITARIO**

PRESENTADA POR:

PEDRO TIBURCIO HUALPA CHOQUE

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

**MAGISTER SCIENTIAE EN INGENIERÍA QUÍMICA
MENCIÓN EN SEGURIDAD INDUSTRIAL Y AMBIENTAL**

PUNO, PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN CIENCIAS - INGENIERÍA QUÍMICA

TESIS

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS
DEL DISTRITO DE JULI PARA DETERMINAR SU CLAUSURA O
CONVERSIÓN A RELLENO SANITARIO**

PRESENTADA POR:

PEDRO TIBURCIO HUALPA CHOQUE

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

**MAGISTER SCIENTIAE EN INGENIERÍA QUÍMICA
MENCIÓN EN SEGURIDAD INDUSTRIAL Y AMBIENTAL**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE


.....
Dr. PEDRO ÁLVARO EDWIN GALLEGOS PASCO

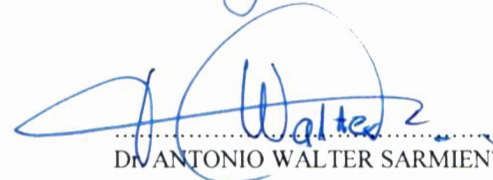
PRIMER MIEMBRO


.....
M. Sc. JULIO ALBERTO MAQUERA GIL

SEGUNDO MIEMBRO


.....
M.Sc. ALFREDO MAMANI CANQUI

ASESOR DE TESIS


.....
DR. ANTONIO WALTER SARMIENTO SARMIENTO

Puno, 18 de septiembre de 2019

ÁREA : Investigación.

TEMA : Seguridad Industrial y Ambiental.

LÍNEA: Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional.

DEDICATORIA

Dedico esta Tesis a DIOS, a mi querido padre, mi madre que está en el cielo, quienes me dieron vida; a mi querida esposa Isabel, mis hijos: Pedro Jc., Uwe, Yordy, Pamela y Sandra; con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más.

AGRADECIMIENTOS

- Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y amigos que han sido el apoyo fundamental para lograr los objetivos propuestos.
- De igual manera mis agradecimientos a la Universidad Nacional del Altiplano y a la Escuela de Postgrado.
- Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a los colegas que me animaron a concluir esta tan anhelada aspiración de obtener el Grado.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I**REVISIÓN DE LITERATURA**

1.1. Marco teórico	3
1.1.1. La naturaleza y organización actual del servicio de limpieza pública en Juli	3
1.1.2. Impacto ambiental	4
1.1.3. Evaluación ambiental	5
1.1.4. Evaluación del impacto ambiental	5
1.1.5. Metodologías de evaluación del impacto ambiental	6
1.1.6. Botaderos de residuos sólidos	8
1.1.7. Impactos de los botaderos de residuos sólidos	10
1.1.7.1. Contaminación del agua	10
1.1.7.2. Contaminación del suelo	11
1.1.7.3. Contaminación del aire	11
1.1.8. Relleno sanitario	12
1.1.9. Eviave	14
1.1.10. Marco legal	17
1.2. Antecedentes	19

CAPÍTULO II**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

2.1. Identificación del problema	23
2.2. Enunciados del problema	24

2.3.	Justificación	25
2.4.	Objetivos	27
2.4.1.	Objetivo general	27
2.4.2.	Objetivos específicos	27
2.5.	Hipótesis	27
2.5.1.	Hipótesis general	27
2.5.2.	Hipótesis específica	27

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	Lugar de estudio	28
3.2.	Población	29
3.3.	Muestra	29
3.4.	Método de investigación	30
3.4.1.	Métodos estudio de generación de residuos solidos	30
3.4.2.	Diseño y Nivel de investigación	31
3.5.	Descripción detallada del primer objetivo específico	32
3.5.1.	Descripción de variables analizadas	32
3.5.2.	Método para caracterizar los residuos sólidos	32
3.5.3.	Proyección de la población de Juli	33
3.5.4.	Generación de residuos	33
3.5.4.1.	Producción per cápita (PPC)	33
3.5.4.2.	Densidad de los residuos solidos	34
3.5.4.3.	Composición física de residuos solidos	34
3.5.4.4.	Producción per cápita de los residuos sólidos proyectado	34
3.5.5.	Descripción detallada del uso de materiales, equipos, instrumentos, insumos, entre otros	34
3.5.6.	Aplicación de prueba estadística inferencial	35
3.6.	Descripción detallada del segundo objetivo específico	35
3.6.1.	Descripción de variables analizadas	36
3.6.2.	Método para determinar el nivel de impacto ambiental del botadero de Juli aplicando la metodología eviave	36
3.6.3.	Variables y descriptores ambientales: nivel 1	38
3.6.3.1.	Variables	38
3.6.3.2.	Cuantificación de las variables	39

3.6.3.3.	Descriptores ambientales	47
3.6.4.	Probabilidad de contaminación y valor ambiental Nivel 2	49
3.6.4.1.	Probabilidad de contaminación (PBCI)	49
3.6.4.2.	Valor ambiental (VAI)	51
3.6.5.	Índice de riesgo de afección ambiental: nivel 3	53
3.6.6.	Índice de interacción medio ambiente vertedero: nivel 4	54
3.6.7.	Descripción detallada del uso de materiales, equipos e instrumentos	55
3.6.8.	Aplicación de prueba estadística inferencial	55
CAPÍTULO IV		
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		
4.1.	Caracterización de la generación de residuos sólidos de la población de Juli	56
4.1.1.	Proyección de la población	57
4.1.2.	Generación de residuos sólidos de la ciudad de Juli	58
4.1.3.	Composición física de los residuos solidos	59
4.1.4.	Densidad	61
4.1.5.	Producción per cápita de los residuos sólidos proyectado	62
4.2.	Determinación del nivel de impacto ambiental del botadero de residuos sólidos de Juli	65
4.2.1.	Descripción del botadero seleccionado	65
4.2.2.	Determinación del índice de riesgo de contaminación	75
4.2.3.	Determinación de la probabilidad de contaminación	77
4.2.4.	Probabilidad de contaminación relacionada con la explotación y ubicación del punto de vertido	79
4.2.5.	Determinación del valor ambiental	81
4.2.6.	Determinación del índice de riesgo ambiental	83
4.2.7.	Determinación del índice medio botadero	86
4.3.	Formulación de alternativa de solución: estudio de sitio para la ubicación de un relleno sanitario	86
4.4.	Dimensionamiento de un relleno sanitario para el distrito de Juli	88
4.5.	Propuesta tentativa de ubicación del relleno sanitario	90
	CONCLUSIONES	91
	RECOMENDACIONES	93
	BIBLIOGRAFÍA	95



ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
1.	Clasificación de las variables según el tipo de afección	17
2.	VARIABLES e indicadores del primer objetivo específico	32
3.	VARIABLES e indicadores del segundo objetivo específico	36
4.	VARIABLES que afectan a los diferentes elementos del medio-botadero de residuos sólidos Juli 2018-2019	38
5.	Índice de riesgo de contaminación en función de su clasificación y ponderación	40
6.	Valores para determinar la clasificación de la variable	41
7.	Valores para determinar la valoración de los descriptores ambientales	48
8.	Valores mínimos y máximos para calcular el índice de riesgo de contaminación de cada variable	50
9.	Clasificación de las probabilidades de contaminación para cada uno de los elementos del medio	50
10.	Clasificación de los valores ambientales para cada uno de los elementos del medio	53
11.	Clasificación de los índices de riesgo ambiental para cada uno de los elementos del medio	54
12.	Clasificación del índice de interacción medio vertedero	55
13.	Proyección de la población de Juli	57
14.	Generación de los residuos sólidos Juli 2018-2019	58
15.	Composición física de los residuos sólidos	60
16.	Densidad de residuos sólidos de Juli	61
17.	Generación per cápita de residuos sólidos proyectado para 10 años	63
18.	Identificación de factores ambientales y socio-políticos del botadero municipal de residuos sólidos Juli 2018-2019	66
19.	Descripción de las características de explotación del botadero de residuos sólidos Juli 2018-2019	68
20.	Composición de los residuos (%)	74
21.	Circunstancias singulares del vertido	75
22.	Índice de riesgo de contaminación del botadero municipal de residuos sólidos Juli 2018-2019	76

- | | | |
|-----|--|----|
| 23. | Probabilidad de contaminación del botadero municipal de residuos sólidos
Juli 2018-2019 | 77 |
| 24. | Valor ambiental, índice de riesgo ambiental e interacción medio-botadero de
residuos sólidos Juli 2018-2019 | 81 |

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Diagrama de flujo del proceso actual de manejo de residuos sólidos de la Ciudad de Juli	4
2. Impactos ambientales de un botadero	12
3. Relleno sanitario mecanizado	14
4. Mapa de ubicación de la Ciudad de Juli	30
5. Estructura por niveles para el diagnóstico ambiental del botadero de residuos sólidos Juli 2018	37
6. Generación de residuos sólidos Juli	59
7. Composición física de los residuos sólidos de Juli	60
8. Generación per cápita de residuos sólidos proyectado para 10 años	64
9. Descripción del punto de vertido acceso al botadero	68
10. Caminos internos del botadero	69
11. Señalizaciones	69
12. Operaciones rellenos en el botadero	70
13. Taludes	70
14. Material de cobertura	71
15. Lixiviados	71
16. Poblaciones afectadas por los olores	72
17. Residuos tóxicos y peligrosos	72
18. Voluminosos y neumáticos	73
19. Residuos de la construcción y demolición	73
20. Clasificación de los residuos que se disponen en el sitio	74
21. Vegetación	74
22. Animales / insectos	75
23. Probabilidad de contaminación con la explotación y ubicación	80
24. Determinación del Índice de riesgo ambiental	84
25. Etapas básicas para clausura de un botadero	88
26. Flujo gramal del proceso de diseño y determinación del área necesaria para la instalación de un relleno sanitario	89
27. Compactadora de residuos sólidos Juli	102
28. Recolección de residuos sólidos Juli	102

29.	Personal formal e informal en el botadero de residuos sólidos Juli	103
30.	Vista panorámica del último lugar de vertido de residuos sólidos Juli	103
31.	Personal formal encargado del control del botadero	104
32.	Punto de vertido del botadero de residuos sólidos Juli	104
33.	Ubicación de coordenadas del botadero de residuos sólidos Juli	105
34.	Distribución nacional de rellenos sanitarios	106

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
1. Condición y clasificación de la variable asentamiento de las masas de residuos solidos	101
2. Panel fotográfico	102
3. Mapa	106

RESUMEN

La investigación se realizó en el distrito de Juli, Provincia de Chucuito, Departamento de Puno en el año 2018-2019 con el objetivo de Evaluar el diagnóstico ambiental provocado por la disposición final de los residuos sólidos en el botadero de Juli para su categorización utilizando la metodología EVIAVE y en función de los resultados obtenidos proponer y fundamentar la categorización de su clausura o conversión a relleno sanitario; la investigación planteada es aplicada, de nivel exploratorio y descriptivo, cuyo diseño fue no experimental; se emplearon instrumentos cuantitativos y cualitativos para el cumplimiento de cada uno de los objetivos planteados. El diseño de la investigación fue no experimental, debido que en el estudio no se manipulo la variable, solo se describió como se encontró en la realidad. En los resultados se evidencia que el nivel de impacto y riesgo ambiental que presenta el botadero municipal de residuos sólidos Juli, aplicando la metodología EVIAVE el índice medio vertedero obtenido fue de 15.19 clasificándolo como riesgo alto, este resultado evidencia que el punto de vertido tiene graves problemas de explotación y ubicación con respecto a los elementos seleccionados; demostrándose que la metodología EVIAVE previa modificación de acuerdo con el marco técnico legal del Perú es una herramienta eficaz que permitió analizar cuantitativamente la relación entre la dinámica del botadero y su influencia sobre los diferentes elementos del medio; en consecuencia evaluando los valores obtenidos con ambas metodologías se llegó a la conclusión de que el botadero municipal necesita un plan de categorización de clausura del botadero municipal.

Palabras claves: Botadero, categorización, impacto ambiental, residuos sólidos y riesgo ambiental.

ABSTRACT

The research was carried out in the Juli District, Chucuito Province, Puno Department in 2018-2019 with the objective of assessing the environmental diagnosis caused by the final disposal of solid waste in the Juli dump for categorization using the EVIAVE methodology and based on the results obtained, propose and base the categorization of its closure or conversion to landfill; the research proposed is applied, exploratory and descriptive, whose design was not experimental; quantitative and qualitative instruments were used to fulfill each of the objectives set. The research design was non-experimental, because in the study the variable was not manipulated, it was only described as found in reality. The results show that the level of environmental impact and risk presented by the municipal solid waste dump Juli, applying the EVIAVE methodology, the average landfill index obtained was 15.19, classifying it as high risk, this result shows that the discharge point has serious exploitation and location problems with respect to the selected elements; demonstrating that the EVIAVE methodology after modification in accordance with the legal technical framework of Peru is an effective tool that allowed quantitative analysis of the relationship between the dynamics of the dump and its influence on the different elements of the environment; consequently evaluating the values obtained with both methodologies it was concluded that the municipal dump needs a categorization plan for the closure of the municipal dump.

Keywords: categorization, dump, environmental impact, environmental risk and solid waste.

INTRODUCCIÓN

El Ministerio del Ambiente ha identificado un total de 1585 botaderos a nivel nacional, de los cuales solo 27 han sido categorizados como áreas que pueden ser reconvertidas en infraestructuras formales de disposición final de residuos sólidos ((MINAM 2018).

De acuerdo al Inventario Nacional de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos Municipales elaborado por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA en el año 2018), organismo adscrito al MINAM, indica que entre los departamentos con mayor presencia de botaderos se encuentran Áncash (149), Cajamarca (123) y Puno (111).

La disposición final de los residuos sólidos del Distrito de Juli se realiza en el botadero municipal y actualmente la acumulación de residuos sólidos en este lugar es cada vez mayor sumándose a esto la inadecuada disposición de los mismos al depositar los residuos sólidos sin ningún criterio técnico y sin tratamiento previo.

El problema que representa tener este botadero municipal es que se ubica muy cerca a zonas agrícolas perjudicando indispensablemente el suelo, el cual constituye un potencial foco de contaminación de las mismas, por residuos peligrosos, agentes microbiológicos, etc., debido a que los lixiviados generados por los residuos sólidos se expanden por diferentes zonas perjudicando el suelo, provocando su posible contaminación, y por consiguiente poniendo en riesgos la salud no solo de las personas que habitan en el área de influencia de este botadero sino de la población en su conjunto a través de la comercialización de los productos y animales obtenidos con la utilización de estos suelos en cualquier sembrío o crianza de ganadería y otros

El informe elaborado por el OEFA, en concordancia con el Decreto Legislativo 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, comprende la identificación y categorización de las áreas degradadas por residuos sólidos municipales (botaderos), con el objetivo de brindar información sobre las características de los mismos y categorizar los que deben ser recuperados y los que deben ser reconvertidos en rellenos sanitarios.

Los problemas ambientales relacionados por la inadecuada disposición final en botaderos son una preocupación mundial debido a sus impactos negativos generados al ambiente y a la calidad de vida de las personas. Según la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos - aprobado según D. L. N° 1278, los botaderos son lugares de disposición final

inapropiada de residuos sólidos, los cuales deben ser clausurados por la municipalidad provincial en coordinación con la municipalidad distrital respectivas.

La disposición final de residuos municipales, última etapa de la gestión de residuos, no fue percibida inicialmente por los funcionarios encargados de los servicios de limpieza pública como una actividad importante, cuyo manejo inadecuado genera problemas ambientales que ponen en riesgo la salud de la población. Esto se debe a que antiguamente la generación de olores o agentes contaminantes y su impacto en el ambiente se atenuaba mediante la disposición final lejos de las zonas habitadas o los residuos se arrojaban a los cursos de agua. Otro elemento que reforzaba esta actitud era el tamaño de las ciudades y la poca producción de residuos, compuestos principalmente por desechos orgánicos y en menor medida por inorgánicos. Estas características afianzaban la idea de la reincorporación de los residuos a la naturaleza con impactos negativos mínimos sobre el ambiente

Por lo antes descrito, surge el interés por la presente investigación, la cual tiene como objetivo principal la aplicación de la metodología de evaluación de impactos ambientales de vertederos (EVIAVE) en el botadero de Juli. Para ello se ha propuesto como objetivo general el análisis de la metodología EVIAVE original y la definición de las modificaciones necesarias para su aplicación en botaderos ubicados en el Perú.

La evaluación ambiental de un botadero mediante la aplicación de la metodología EVIAVE, se basa, según Calvo (2003) en la valoración cuantitativa y cualitativa de los índices ambientales, los cuales proporcionan información referente a la afección que cada punto de vertido produce sobre los componentes ambientales o elementos del medio.

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. Marco teórico

1.1.1. La naturaleza y organización actual del servicio de limpieza pública en Juli

Según Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos D. S. N° 057-2004-PCM Reglamento de la Ley General de RRSS; Ley N° 28245 - Ley General del Medio Ambiente y Ley marco del sistema nacional de gestión ambiental; Ley N° 27972.

Ley Orgánica de Municipalidades., las Municipalidades provinciales y distritales son responsables de asegurar la correcta prestación de los Servicios de Recolección, Transporte y Transferencia, Disposición Final de los Residuos Sólidos y de la limpieza de vías, espacios y monumentos públicos en su jurisdicción.

Los Residuos Sólidos en su totalidad deberán ser conducidos directamente a la planta de tratamiento, transferencia o al lugar de la disposición final autorizado por la Municipalidad Distrital, estando obligados los municipios distritales al pago de los derechos correspondientes (Tchobanoglous, G.–Theisen 1997).

Actualmente, el proceso de Manejo de los Residuos en la ciudad de Juli - Perú, comprende las siguientes actividades: Generación, almacenamiento, barrido de Calles, Limpieza Pública, Recolección, Transporte, Transferencia y Disposición Final. No se realizan las actividades relacionadas con la separación y el tratamiento (reciclaje de los residuos sólidos inorgánicos, compostaje de los residuos sólidos orgánicos, incineración de los RESIDUOS SOLIDOS

Peligrosos) y la disposición final se realiza en un botadero pero sin ningún criterio técnico ni ambiental (Municipalidad Distrital de Juli 2014).

En lo que respecta a la organización, actualmente en la Municipalidad distrital de Juli, el servicio de limpieza pública se brinda por Administración Municipal Directa, usando un modelo organizacional simple y precario. En su estructura organizativa existe una Oficina de Servicios Públicos y dentro de ella el Área de Limpieza Pública y Ornato, encargada de proporcionar este servicio incluido el mantenimiento de parques y jardines. Estas dependencias se encuentran insertas en la estructura organizativa municipal.

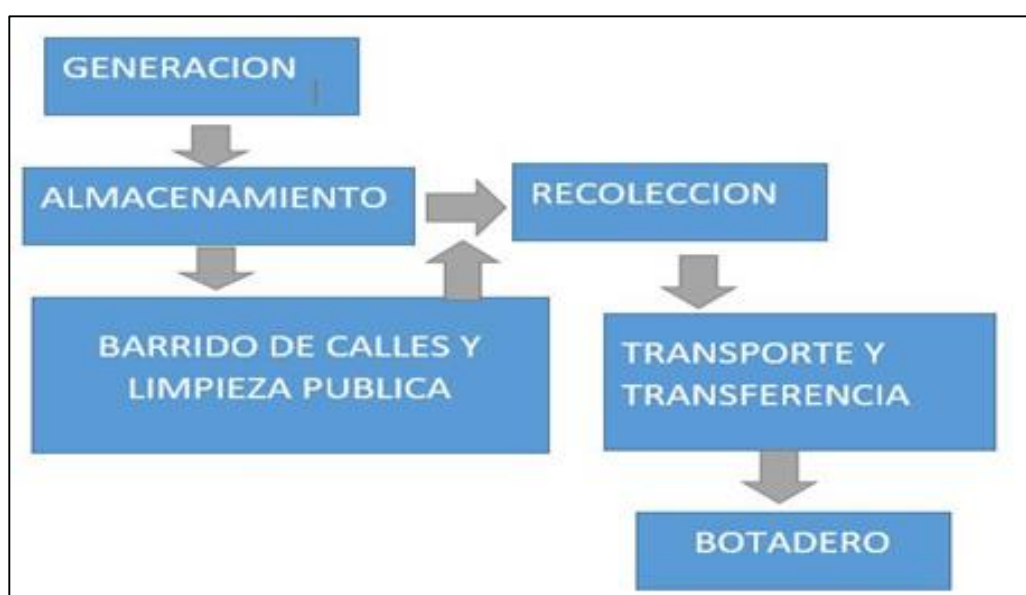


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso actual de manejo de residuos sólidos de la Ciudad de Juli

1.1.2. Impacto ambiental

Es la alteración de la calidad del medio ambiente producida por actividad humana. No todas las variaciones medibles de un factor ambiental pueden ser considerados como impactos ambientales, ante el riesgo de convertir la definición de impacto en un concepto totalmente inoperante para la evaluación del impacto ambiental, ya que habría que incluir las propias variaciones naturales, producidas por las estaciones del año o por algunas perturbaciones cíclicas como los incendios, terremotos, etc (Garmendia *et al.*, 2005).

Todas las actividades productivas generan impactos ambientales de diferente envergadura, que dependen de la ubicación geográfica, de la fragilidad de los

ecosistemas, de las tecnologías y escalas de producción, de los materiales utilizados, etc. El impacto ambiental es la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada (Zaror, 2000).

1.1.3. Evaluación ambiental

La evaluación de Impacto Ambiental es ante todo una valoración de los impactos que se producen sobre el ambiente por un determinado proyecto. Ésta nunca puede ser objetiva, ya que tiene siempre connotaciones subjetivas debido a que la referencia es la calidad ambiental, un concepto subjetivo (Garmendia *et al.*, 2005).

1.1.4. Evaluación del impacto ambiental

Espinoza (2002) indica que la evaluación de impacto ambiental es un proceso singular e innovador cuya operatividad y validez como instrumento para la protección del ambiente está recomendado por diversos organismos internacionales. El propósito es asegurarse que ellas sean sostenibles, para lo cual se utiliza un proceso que predice, analiza e interpreta los impactos ambientales significativos, de manera que sean incorporados en la toma de decisiones. La mirada preventiva se da a través de un análisis integrado, donde se observan impactos de diversos tipos, tales como: contaminación, deterioro de recursos naturales y del paisaje, elementos socioculturales y reasentamientos, biodiversidad y salud de las personas, entre otros.

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es el estudio de los efectos en el medio ambiente, generados por una acción humana. Cuando dicha acción aún no se ha efectuado (es decir cuando el proyecto está en su fase de estudio), la EIA tiene un carácter predictivo, donde se anticipan los posibles impactos futuros derivados de la actividad humana (Zaror, 2000).

La EIA es todo el procedimiento necesario para la valoración de los impactos ambientales de las distintas alternativas de un proyecto determinado, con el objetivo de seleccionar la mejor desde un punto de vista ambiental. Es importante decir que el significado específico cambia según los países, aunque la filosofía es siempre la misma (Garmendia *et al.*, 2005).

Es la relación con la acción de cuantificar y comparar los valores de impacto sobre un factor ambiental determinado, la cual puede realizarse mediante el uso de técnicas específicas, denominadas “metodologías de evaluación de impacto ambiental” (Vargas y Link, 1999).

1.1.5. Metodologías de evaluación del impacto ambiental

Las metodologías de evaluación de impacto ambiental corresponden a enfoques que desarrollan la identificación, predicción y evaluación de los impactos ambientales de un proyecto. Los métodos o técnicas usualmente aceptadas, están destinados a medir tanto los impactos directos que involucran pérdida parcial o total de no recurso o el deterioro de un componente ambiental (Cuentas, 2009).

Para realizar una evaluación de impacto ambiental se pueden utilizar diferentes metodologías. Algunos métodos son generales, otros muy específicos, pero de todos ellos pueden extraerse técnicas, que con variaciones, pueden ser útiles para la evaluación. Se van a clasificar según la parte de la evaluación en que generalmente se usan, aunque algunos de los métodos proporcionan por sí mismos una manera completa de proceder. La mayor parte de estos métodos se elaboraron para trabajos concretos por lo que, en ocasiones, no es sencillo su uso tal y como fueron creados, pero adaptándolos a cada caso concreto, pueden llegar a ser muy útiles (Garmendia *et al.*, 2005).

Una de las clasificaciones propuestas por Garmendia *et al.* (2005) es la que contempla el propósito del método, siendo estas las siguientes:

Métodos de identificación de alternativas. Los métodos para la generación o identificación de alternativas se pueden separar en dos tipos principales: Superposición de transparencias y método Mc Harg; y los Métodos de sistemas de información geográfica.

Métodos para ponderar factores. Dentro del EIA, es muy importante, después de confeccionar el inventario, ponderar los factores ambientales, sobre todo si se va a realizar una valoración “cuantitativa”. Tenemos el método Delphi en esta categoría.

Métodos para identificar impactos. Cuando en un proyecto no se conoce los impactos que pueden producir, la mejor manera de reconocerlos es mediante algún método de matrices, como la Matriz de Leopold. Para presentar los impactos secundarios y terciarios, posiblemente los mejores métodos sean los diagramas causa efecto y en los casos en los que ya se conocen los impactos que produce un tipo de proyecto son muy útiles las listas de revisión y los cuestionarios

Métodos de evaluación de impactos. Los métodos de evaluación de impactos sirven para poner un valor a cada impacto y al impacto total de cada alternativa del proyecto, de forma que se puedan comparar alternativas diferentes.

Podemos citar entre ellas la Matriz de Leopold, Método BattelleColombus, Método Galletta y el Análisis energético Mc Allister.

Por otro lado, Canter y Sadler (1997) clasificó las metodologías para la evaluación de impacto ambiental en 22 grupos listados alfabéticamente:

- Análogos (estudio de casos)
- Listas de chequeo simple
- Listas de chequeo enfocadas a decisiones
- Análisis costo
- beneficio ambiental
- Opinión de expertos
- Sistemas expertos
- Índices o indicadores
- Pruebas de laboratorio y modelos a escalas
- Evaluación de paisajes
- Revisión de literatura
- Balances de masa (inventarios)
- Matrices de interacción

- Monitorización
- Estudios de campo
- Redes
- Sobreposición de mapas con SIG
- Montajes de fotografías
- Modelización cualitativa (conceptual)
- Modelización cuantitativa (matemática)
- Evaluación de riesgo
- Construcción de escenarios
- Extrapolación de tendencias

1.1.6. Botaderos de residuos sólidos

La Ley 27314, Ley general de Residuos Sólidos (2000) señala: Son residuos sólidos aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente, para ser manejados a través de un sistema que incluya, según corresponda, las siguientes operaciones o procesos: minimización de residuos, segregación en la fuente, reaprovechamiento, almacenamiento, recolección, comercialización, transporte, tratamiento, transferencia y disposición final. Esta definición incluye a los residuos generados por eventos naturales; del mismo modo también señala que: Botadero, es la acumulación inapropiada de residuos sólidos en vías y espacios públicos, así como en áreas urbanas, rurales o baldías que generan riesgos sanitarios o ambientales. Carecen de autorización sanitaria.

Se consideran residuos sólidos, o comúnmente denominados “basura”, a la materia de desecho, orgánica e inorgánica derivada de la actividad del hombre. Estos desechos sólidos urbanos representan un problema tanto a nivel de espacio como de toxicidad. El inconveniente no es sólo la cantidad de basura generada,

sino también la ineficiencia de los mecanismos de recolección y disposición final de los residuos (Gabutti, 2001).

Este material ya no presenta una utilidad o un valor económico para el dueño, el dueño se convierte por ende en generador de residuos. Desde el punto de vista legislativo lo más complicado respecto a la gestión de residuos, es que se trata intrínsecamente de un término subjetivo, que depende del punto de vista de los actores involucrados (esencialmente generador y fiscalizador) (Prosalud, 2006)

Jaramillo (2003) considera que la inadecuada disposición de residuos genera deterioro al ambiente; uno de los impactos directos, es la contaminación de fuentes hídricas, tanto superficiales como subterráneas, el cual se da producto de la descomposición de los desechos en los botaderos a cielo abierto o cuando se depositan en lugares inapropiados, un segundo impacto es la contaminación del suelo; dado por el abandono y la acumulación de residuos generando el envenenamiento de los suelos, debido a las descargas de sustancias tóxicas y alterando las condiciones fisicoquímicas de este; como tercer impacto negativo, esta lo relacionado con la contaminación del aire; debido a que los residuos sólidos abandonados en los botaderos a cielo abierto debido a su descomposición producen los malos olores y el cuarto impacto relacionado con la contaminación visual, debido a la inadecuada disposición de residuos sólidos.

Brown *et al.* (2003) menciona que la forma más común de disposición final de residuos sólidos es el botadero. Aunque es la modalidad más barata, también es la que ocasiona más problemas ambientales, ya que normalmente se realiza en cañadas o barrancos de donde los residuos son fácilmente esparcidos por acción de la lluvia o del viento. Los botaderos atraen animales y son centros de proliferación de ratas, moscas, cucarachas y otros insectos. Además, la lluvia que cae sobre los residuos produce lixiviados (líquidos percolados), los cuales pueden contaminar las fuentes de agua superficiales (ríos o lagunas) o subterráneas (agua de pozos).

Otra definición de botadero es el lugar donde se disponen los residuos sólidos sin ningún tipo de control; los residuos no se compactan ni cubren diariamente y eso produce olores desagradables, gases y líquidos contaminantes. Muchas veces en los botaderos existen recicladores y criadores de cerdos que ponen en riesgo la

salud y contaminan el ambiente (CONAM, 2004). Se deben tomar acciones en los botaderos porque estos contaminan el ambiente y ponen en riesgo la salud. Un botadero puede contaminar las aguas superficiales y subterráneas, el suelo y el aire; además, genera olores y es foco de proliferación de insectos y roedores que transmiten enfermedades (CONAM, 2004). Además, los botaderos no están permitidos por la ley (según la VI Disposición Complementaria de la Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos).

1.1.7. Impactos de los botaderos de residuos sólidos

La contaminación ambiental es la presencia de sustancias, energía u organismos extraños en un ambiente determinado en cantidades, tiempo y condiciones tales que pueden causar desequilibrios ecológicos (Arellano, 2013).

La incorrecta disposición o manejo de los residuos sólidos contamina tres recursos básicos para la vida: el agua, suelo y aire (Hondupalma, 2011).

1.1.7.1. Contaminación del agua

Aguas superficiales y subterráneas pueden ser contaminadas por los lixiviados generados en los botaderos. El lixiviado es el líquido que se percola a través de los botaderos como un resultado de la infiltración y/o la descomposición de los residuos. Esto puede causar una seria contaminación del agua si no son manejados adecuadamente (Environmental Protection Agency, 1995).

El agua superficial se contamina cuando tiramos basura a los ríos y arroyos; y el agua subterránea se contamina, por ejemplo, cuando el líquido de la basura descompuesta se filtra en el suelo de los botaderos a cielo abierto. La infiltración de las precipitaciones en los botaderos, junto con la contaminación bioquímica y química de los residuos, produce flóculos los cuales presentan niveles elevados sólidos suspendidos y contenido variable de sustancias orgánicas e inorgánicas. La composición alta de sustancias orgánicas sintéticas biodegradables es una amenaza particular: gracias a la bioacumulación, concentraciones de estas sustancias pueden incrementar los niveles de toxicidad y poner en peligro la vida de animales y la humana (Iwandes, 2003).

1.1.7.2. Contaminación del suelo

Uno de los efectos es lo desagradable que resulta a la vista los lugares donde hay acumulación de basura sin ningún control (el deterioro estético de los lugares). Aparte está el envenenamiento del suelo por las descargas de sustancias tóxicas en los botaderos. La razón simplemente está en que los residuos no son tratados apropiadamente, resultando en los impactos al medio ambiente (Alvarez, 2010)

1.1.7.3. Contaminación del aire

Los botaderos clandestinos generan emisión de gases, produciendo primeramente metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) los cuales si no son contenidos, pueden contribuir al efecto invernadero. Emisiones gaseosas no controladas ni tratadas pueden representan fuentes de combustible y energía perdida. Los gases de botaderos además pueden contener una variedad de componentes corrosivos, tóxicos u olorosos. El metano representa un riesgo de explosión el cual puede ocurrir en el sitio o incluso fuera de él (Environmental Protection Agency, 1995). Operaciones de incineración pueden causar molestias y contaminación atmosférica por las emisiones de partículas, gases ácidos, material de desechos no quemados, metales pesados, y cantidades trazas de componentes orgánicos. Las medidas de control de la contaminación del aire han sido previamente dirigidas a la reducción de la emisión de partículas, pero el control de emisiones estrictas requiere de reducciones en las emisiones de gases ácidos y metales pesados (Valderrama 2006). El uso irresponsable de calderas en las fábricas o la quema a cielo abierto de los residuos en los botaderos afectan la calidad del aire.

Los residuos generan dos tipos de gases:

- Gases de efecto invernadero: El metano y el bióxido de carbono, cuyas propiedades retienen el calor generado por la radiación solar y elevan la temperatura de la atmósfera.
- Degradación de la capa de ozono: Hay productos que por los agentes químicos utilizados en su elaboración generan ciertos

gases conocidos como clorofluorocarbonos o CFC, estos gases se utilizan como propulsores de aerosoles para el cabello, en algunas pinturas y desodorantes. Cuando los envases de dichos productos llegan a la basura se convierten en fuente de emisión de estos gases.

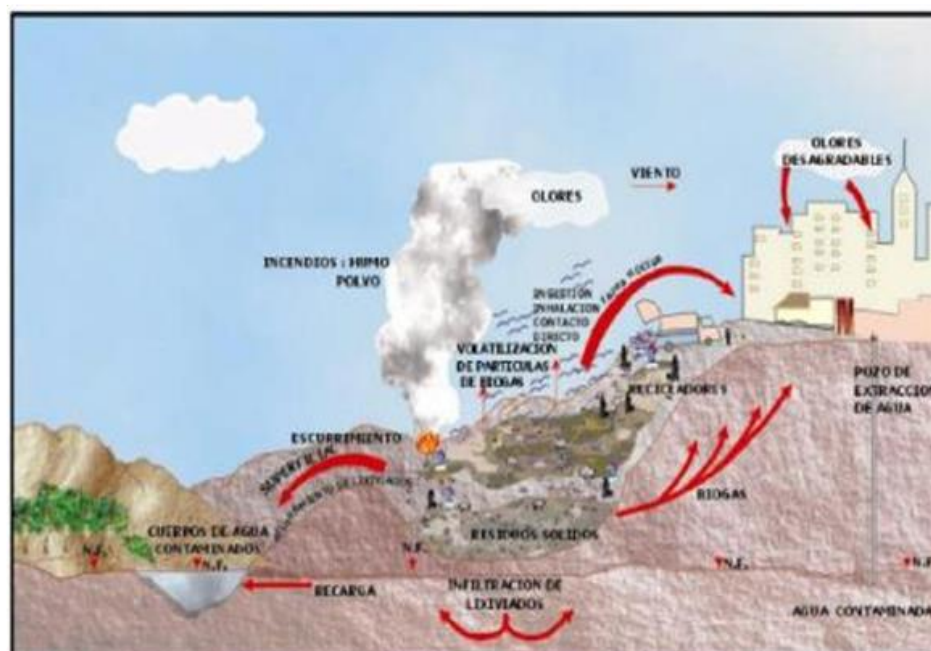


Figura 2. Impactos ambientales de un botadero

1.1.8. Relleno sanitario

Según lo establecido en el Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos, una infraestructura de disposición final, debidamente equipada y operada, que permite disponer sanitaria y ambientalmente segura los residuos sólidos.

El relleno sanitario es una técnica de disposición final de residuos sólidos en el suelo, mediante el uso de principios de ingeniería para confinar la basura en un área previamente implementada con los dispositivos para el control y manejo de las emisiones (líquidos y gases) que se generan producto de la descomposición de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos, con la finalidad de prevenir los riesgos a la salud pública y deterioro de la calidad ambiental. Existen tres tipos de relleno sanitarios:

Relleno sanitario mecanizado: El relleno sanitario mecanizado es aquel diseñado para las grandes ciudades y poblaciones que generan más de 40 toneladas diarias. Por sus exigencias es un proyecto de ingeniería bastante complejo, que va más

allá de operar con equipo pesado. Esto último está relacionado con la cantidad y el tipo de residuos, la planificación, la selección del sitio, la extensión del terreno, el diseño y la ejecución del relleno, y la infraestructura requerida, tanto para recibir los residuos como para el control de las operaciones, el monto y manejo de las inversiones y los gastos de operación y mantenimiento.

Para operar este tipo de relleno sanitario se requiere del uso de un compactador de residuos sólidos, así como equipo especializado para el movimiento de tierra: tractor de oruga, retroexcavadora, cargador, volquete, etc.

Relleno sanitario semimecanizado :Cuando la población genere o tenga que disponer entre 16 y 40 toneladas diarias de RSM en el relleno sanitario, es conveniente usar maquinaria pesada como apoyo al trabajo manual, a fin de hacer una buena compactación de la basura, estabilizar los terraplenes y dar mayor vida útil al relleno. En estos casos, el tractor agrícola adaptado con una hoja topadora o cuchilla y con un cucharón o rodillo para la compactación puede ser un equipo apropiado para operar este relleno al que podríamos llamar semimecanizado.

Se puede afirmar que es necesario el empleo de equipos de movimiento de tierras (tractores de orugas o retroexcavadoras) en forma permanente cuando al relleno sanitario se llevan más de 40 t/día de RSM. En la región, esto equivale por lo general a poblaciones mayores de 40 000 habitantes. Por su versatilidad, el tractor agrícola puede servir para prestar o apoyar el servicio de recolección de basura si de preferencia se le engancha un remolque con volteo hidráulico de unos 6 a 8 metros cúbicos de capacidad o bien una caja compactadora, dependiendo de las necesidades y recursos de la localidad.

Hay que considerar las siguientes pautas o criterios:

Ocasionalmente, este mismo equipo podrá emplearse en la realización de algunas obras públicas en el municipio, con lo que se aprovecharía al máximo la inversión realizada

Relleno sanitario manual: Es una adaptación del concepto de relleno sanitario para las pequeñas poblaciones que por la cantidad y el tipo de residuos que producen –menos de 15 t/día–, además de sus condiciones económicas, no están

en capacidad de adquirir el equipo pesado debido a sus altos costos de operación y mantenimiento.

El término manual se refiere a que la operación de compactación y confinamiento de los residuos puede ser ejecutado con el empleo de algunas herramientas.

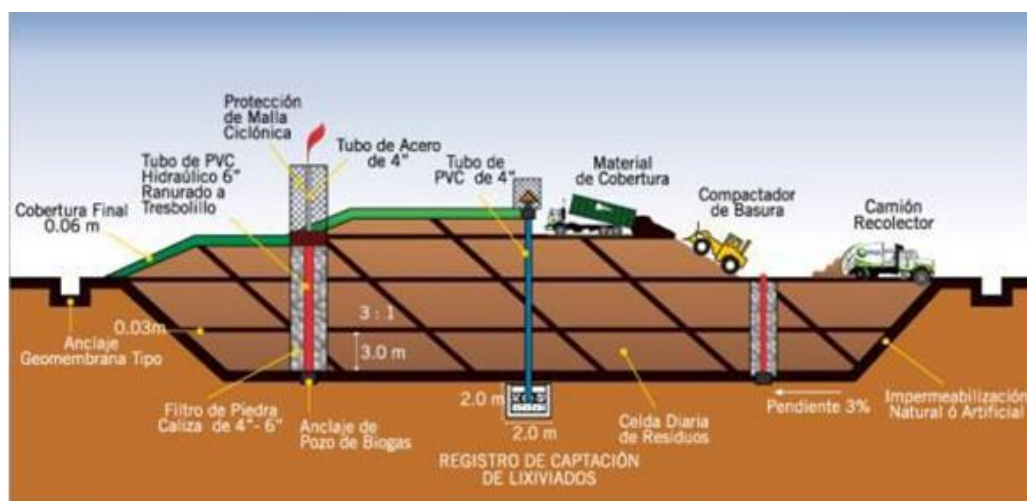


Figura 3. Relleno sanitario mecanizado

1.1.9. Eviave

La Evaluación de impacto ambiental de vertederos interpretación de la sigla EVIAVE, es una metodología que se identifica como herramienta conceptual y operativa de carácter exclusiva para su aplicación en vertederos controlados e incontrolados, posibilitando diagnosticar ambientalmente estos sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos.

Como lo muestra la Figura 4 presenta una estructura que permite calcular índices ambientales para valorar cuantitativamente y cualitativamente el estado ambiental de la zona del vertedero, específicamente en lo que se refiere a:

- El estado de explotación del vertedero desde el punto de vista ambiental, para lo cual se analizan todas las variables que influyen en el mismo.
- El valor ambiental de los elementos del medio ambiente que se han definido y que
- componen el entorno inmediato del vertedero (aguas superficiales, aguas subterráneas, atmósfera, suelo y salud).

- La interacción ambiental existente entre el estado ambiental del punto de vertido y los elementos del medio ambiente.

La proyección de la utilización de la metodología presenta las siguientes posibilidades en su aplicación:

- Elaborar el diagnóstico ambiental de los vertederos como medida preventiva para la toma de decisiones con relación a su operación y control. De acuerdo con la normatividad ambiental vigente para la región o país donde se quiera implementar, previa confrontación.
- Orientar las posibles acciones en el caso de cierre y clausura del vertedero.
- Priorizar las acciones a seguir de acuerdo al estado de explotación que se diagnostique.
- Monitorear las acciones de recuperación de los lugares impactados por acción del vertedero.
- Optimizar la gestión ambiental a partir de ser una herramienta para la toma de decisiones en el tema de la disposición final de los residuos, en función de ser pro activa y no reactiva como tradicionalmente se asume la gestión.

Los resultados que se obtienen a partir de la aplicación de la metodología se expresan en los siguientes índices:

- Índice de Interacción, Medio Vertedero, que permite conocer dentro de la zona de estudio, cuales son las áreas más afectadas por el vertimiento de residuos y cuál es el estado de la disposición final de los residuos.
- Los Índices de Riesgo Ambiental, que permiten identificar cuál es el elemento del medio que está siendo más impactado por el vertido, posibilitando establecer acciones de control sobre cada uno de ellos.
- El Índice de Riesgo de Contaminación, que posibilita conocer el nivel de riesgo de impacto por cada una de las variables definidas sobre cada elemento del medio ambiente establecido en la metodología. Además permite conocer el estado de explotación del vertedero.

- La Probabilidad de Contaminación, que proporciona el valor de la probabilidad de riesgo por impacto sobre cada elemento del medio, a causa del uso, operación o por la ubicación del vertedero.

Para una mayor profundidad se recomienda consultar el Manual de Usuario EVIAVE (Duarte 2005, Calvo *et al.*, 2005).

La metodología plantea la interpretación lingüística de los resultados obtenidos a partir de la conversión de los valores cuantitativos hallados a cualitativos. Para esto define la clasificación con etiquetas lingüísticas de los valores encontrados de acuerdo a los intervalos numéricos establecidos para los resultados cuantitativos. Esta característica no la aparta de ser considerada una metodología.

Con la definición de las variables se permite cuantificar el riesgo de contaminación que posee el vertedero. El análisis cuantitativo o cualitativo de estas, indican como es la explotación del punto de vertido y su interacción con el medio al momento de la evaluación. Esta condición permite perfilar la aplicación en una gestión preventiva del medio, en la medida que se pueden establecer acciones correctivas antes de la difusión de los impactos y portal la afectación del entorno.

En este contexto, se definen cinco Elementos del Medio Ambiente "i," potenciales receptores de los impactos provenientes del vertido de residuos:

"Aguas superficiales", "Aguas subterráneas", "Atmósfera", "Suelo" y "Salud". Estos elementos poseen unos factores de interacción medioambiental con las dinámicas del punto de vertido.

De esta forma se identifica que representan los factores ambientales y socio - políticos, para la evaluación del impacto ambiental. Considera un grupo de 36 variables ambientales que apoyan el cálculo de los índices para la evaluación.

En la Tabla 1 se pueden ver las variables "j" que intervienen en la evaluación ambiental del vertedero, identificando a que elemento del medio ambiente afectan. El grupo inicial de 26 variables permite el cálculo de los Índices de Riesgo de Contaminación de cada elemento del medio. De igual forma, en este grupo se identifica cuáles de ellas intervienen en el cálculo de la Probabilidad de

Contaminación ya sea por la Ubicación (PBC u) o por el Diseño u Operación (PBCo) del vertedero ("X").

Tabla 1

Clasificación de las variables según el tipo de afección

Variable	Tipo	
	Ubicación	Diseño y explotación
Acentamiento de la masa de residuos		/
Cobertura diaria		/
Cobertura final		/
Compactacion		/
Control de gases		/
Control de lixiviados		/
Distancia a infraestructuras	/	
Distancia a cuerpos de agua superficial	/	
Distancia de núcleos poblados	/	
Edad del verdadero		/
Erosion	/	
Estado de caminos internos		/
Fallas	/	
Impermeabilización del punto de vertido		/
Morfología	/	
Pluviometría	/	
Punto situado en zona inundable	/	
Riesgo sísmico	/	
Seguridad		/
Sistema de drenaje superficial		/
Taludes		/
Tamaño		/
Tipo de residuos		/
Viento	/	
Visibilidad	/	
Vulnerabilidad a las aguas subterráneas	/	
Número total	12	14

Fuente: Zamorano *et al.* (2007).

1.1.10. Marco legal

La política ambiental del estado, tiene como objetivo principal promover el equilibrio dinámico entre el desarrollo socio-económico y la conservación y uso sostenido del medio ambiente y sus recursos naturales.

- Constitución política del Perú Art. 2º, inciso 22.
- Ley N° 28611 – Ley General de Ambiente.
- Ley General de Residuos Sólidos. N° 27314; del 21 de julio del 2000.

- Ley N° 26821 – Ley orgánica de aprovechamiento sostenible de recursos.
- Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, aprobado mediante Decreto Legislativo N° 613.
- Reglamento para el Control Sanitario de las Playas y Establecimientos Conexos, Decreto Supremo N° 98-60-DGS, del 7 de octubre de 1960.
- Plan Nacional de Residuos Sólidos.
- Reglamento para la disposición de basuras mediante el empleo del método del relleno sanitario, Decreto Supremo N° 6-STN, 9 de noviembre de 1964.
- Reglamento de inocuidad del agua y alimentos y del tratamiento de desechos en el transporte nacional e internacional. Decreto Supremo N° 012-77-SA, del 13 de octubre de 1977.
- Reglamento de Aseo Urbanos, Decreto-Supremo N° 033-81-S A, del 9 de diciembre de 1981, modificado por el Decreto Supremo N° 037-83-SA, del 28 de septiembre de 1983.
- Normas para la crianza y/o engorde de cerdos desde el punto de vista sanitario, Decreto Supremo N° 034-85-SA, del 25 de julio de 1985.
- Resolución Ministerial N° 535-97-SA/DM, Código de Principios Generales de Higiene.
- Decreto Supremo N° 88-67-DCS, Reglamento para apertura y control sanitario de plantas industriales de conformidad con el artículo N° 160 del título "X" de la ley N° 13270 de promoción industrial.
- Decreto Supremo N° 034-85-SA, Reglamento de Aseo Urbanos.
- Anteproyecto de Reglamento Nacional de Transporte Terrestre de Residuos Peligrosos, del 3 de julio del 2002.
- Ley Orgánica de Municipalidades N° 27972, del 27 de mayo del 2003.

1.2. Antecedentes

Canchucaja (2018) como resultado se obtuvo que el deterioro del paisaje, la aparición de focos infecciosos, la contaminación de suelos, la emisión de gases, la pérdida de espacios y los riesgos en la salud son los efectos urbano ambientales que se producen por la actual gestión de residuos sólidos del mercado de abastos “La Hermelinda” en el distrito de Trujillo, 2017; siendo el coeficiente de contingencia del estadístico de prueba Tau-b de Kendall es $\tau = 0.68$, con nivel de significancia menor al 1% ($P < 0.01$), se acepta la hipótesis. Esta investigación se constituye de suma relevancia para aportar datos estadísticos y teóricos que contribuyan a la realización de una mejor gestión de manejo de los mismos y así minimizar los efectos urbanos ambientales negativos que producen; por ello se debe contar con un programa municipal para el manejo de este tipo de residuos.

Del Carpio (2017) se plantea determinar el potencial de re uso de los residuos sólidos generados en el distrito de Mollendo, estableciéndose para ello un diagnóstico inicial basado en la caracterización de residuos sólidos. La producción per capita calculada para el distrito de Mollendo es de 0.389 kg/ind-día; como resultado de 100 encuestados se determinó que un 46 % indica que se maneja regularmente, el problema de los residuos sólidos en el distrito, un 43 % que se maneja bien y solo un 8 % indica que el manejo es malo; por otro lado un 49 % opina que debe mejorar prioritariamente el barrido y un 37 % que debe mejorar el recojo. Para la instalación de un relleno sanitario de 15 años de vida útil para el distrito de Mollendo se requiere de un área de 2.9 Ha. y como reusos se establece la instalación de un sistema de compostaje para lo cual se necesita 2457 m² para la instalación del patio de compostaje.

Garate (2017) el trabajo de investigación, fue desarrollada en una muestra no probabilística de 130 funcionarios de la Municipalidad de Lima Metropolitana, para poder describir el nivel de contaminación, se asumió los procedimientos del nivel de investigación enfoque cuantitativo, tipo básico, diseño no experimental, de nivel correlacional causal, se emplearon cuestionarios con escala dicotómica, para visualizar los resultados se han tenido técnicas estadísticas como la regresión logística, puesto que se quiere demostrar el efecto de una variable sobre otra con escalas tipo Likert. Luego de los procedimientos bajo el método hipotético deductivo se tiene la conclusión siguiente si aumenta las estrategias del acopio de residuos sólidos disminuye en un 22.4% la

contaminación del medio ambiente en la región Lima siendo la afirmación al 55.3% la incidencia en el acopio de residuos sólidos.

Islas (2016) en el marco de la gestión estratégica, se analizó el caso de Xicotepac, Puebla, un municipio mediano, con el objetivo de encontrar estrategias adecuadas al contexto que permitan alcanzar la GIRSU. En el diagnóstico, se observaron restricciones para la operación de recursos financieros, ya que la mayor parte se destinan a política social, por ser un municipio de la Cruzada Nacional contra el Hambre. Las características del medio físico son un factor determinante en la prestación del servicio y se encontró que las actitudes de la población hacia el servicio de GIRSU son muy parecidas en diferentes tipos de ciudades. Como resultado del diagnóstico se identificaron como problemas prioritarios la falta de recursos y de un proyecto para mejorar la disposición final de residuos. Al analizar las alternativas propuestas, se encontró que con la opción del asociacionismo intermunicipal se podrían obtener mayores beneficios para el municipio y para otras localidades de la región.

Muñoz (2016) en la realización de su estudio cuyo objetivo fue determinar la aplicación de un programa de aprendizaje sobre recolección de residuos sólidos para promover la ecoaxiología en el conjunto habitacional de nuevo Mocce – provincia de Lambayeque, 2016. Concluye su estudio, comprobándose que el programa de aprendizaje sobre recolección de residuos sólidos, contribuyó a mejorar el nivel de conciencia ecológica, corroborado por un 18% y 53% que se ubicaron en la categoría excelente y buena del nivel de conciencia ecológica; sugiriendo a las autoridades ediles y a la sociedad civil organizada asumir dicha propuesta como política institucional para que sean aplicados en los diferentes contextos de otras poblaciones.

Córdova (2015) la presente investigación consiste en mejorar la gestión de residuos sólidos domiciliarios en la zona urbana del distrito de Pocollay, a partir de una propuesta de gestión que incluya la participación activa de los actores locales. De acuerdo al estudio de caracterización de los residuos sólidos, la composición fue de 31 características físicas generales de los residuos, el componente mayoritario fue la materia orgánica con 43,9%, el promedio ponderado de la generación per cápita fue de 0,576kg/hab-día; se realizaron charlas, talleres de educación ambiental dirigido a las instituciones educativas, capacitación al personal de área de mantenimiento, charla sobre el tema de formalización

de los recicladores. El compromiso de las autoridades, y el presupuesto necesario para el cuidado del medio ambiente.

Sarmiento (2015) en sus resultados se evidencia que el nivel de impacto y riesgo ambiental que presenta el botadero municipal de residuos sólidos Desaguadero, aplicando la metodología EVIAVE el índice medio vertedero obtenido fue de 12.14 clasificándolo como riesgo medio, este resultado evidencia que el punto de vertido tiene algunos problemas de explotación y ubicación con respecto a los elementos seleccionados; luego aplicándose la metodología CONAM el valor total obtenido fue de 49.50 puntos, calificándolo en el intervalo clasificado como moderado riesgo; demostrándose que la metodología EVIAVE adaptada a nuestra legislación es una herramienta eficaz que permitió analizar cuantitativamente la relación entre la dinámica del botadero y su influencia sobre los diferentes elementos del medio; en consecuencia evaluando los valores obtenidos con ambas metodologías se llegó a la conclusión de que el botadero municipal necesita un plan de categorización de conversión del botadero municipal a relleno sanitario.

Daroca (2014) el objetivo de su estudio es conocer la dimensión y características de los factores que inciden en la contaminación ambiental por residuos sólidos en el distrito de Carabayllo. Llegándose a la conclusión de que el conocimiento de los alumnos y madres acerca de los residuos sólidos (dimensión), se ve afectado por el estilo de vida y educación recibida en casa y colegio (características) que influye en los factores sanitario, ambiental y sociocultural. Se sugiere realizar monitoreo continuo para supervisar sí el nivel de la educación sanitaria y ambiental que se imparte es comprendida y aplicada en los futuros estudiantes de primaria del colegio I.E. 2025 del distrito de Carabayllo.

Daza (2014) el presente trabajo tuvo como objetivos caracterizar y cuantificar los residuos sólidos urbanos generados en Naranjilla, y proponer su manejo adecuado. Para ello se utilizó la metodología del Programa de Gestión Urbana de las Naciones Unidas, reflejado en la Guía N° 1 de Dante Flores e Inés Villafuerte. El cálculo del relleno sanitario fue a través de la guía de diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales; de Jorge Jaramillo. La municipalidad del distrito de Luyando al aplicar el modelo propuesto de los residuos sólidos urbanos mejorará la calidad de vida de sus pobladores evitando la contaminación del agua, suelo, aire y el deterioro paisajístico.

Requena. (2013) precisa que la Guía Técnica para Clausura y Conversión de Botaderos de Residuos Sólidos (CONAM, MINSA, DIGESA, 2004) actualmente está siendo aplicada en la implementación de la clausura del botadero de Rauyhuana del Distrito de Huayllay en Cerro de Pasco, que cuenta con un promedio de 12 731 habitantes cuya generación per-cápita es de 0.38 kg/hab/día; en la zona se vertía los residuos por espacio de seis años, acumulándose a la fecha un promedio de 10,6 mil toneladas de residuos sólidos municipales, sin ningún tipo de tratamiento. Esta implementación está dando resultados positivos en la disposición final adecuada; cambiando la visión de la población, pues estos están observando y analizando las ventajas que trae la implementación de un proyecto de relleno sanitario que cumple con los requisitos técnicos, ambientales y sociales.

Zamorano *et al.* (2005-2006) en su estudio descripción de la metodología de diagnóstico ambiental de vertederos de residuos urbanos (EVIAVE) que ha sido elaborada por la Universidad de Granada gracias a la financiación del Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología (TIC 2002-04330-C02), está basada en el uso de una serie de índices ambientales definidos con la finalidad de cuantificar el impacto ambiental de un vertedero debido a su interacción con el medio en el que se ubica, siendo su ámbito de aplicación en vertederos de residuos no peligrosos ubicados en países de la Unión Europea o con normativa similar o menos restrictiva a la Directiva 31/99/CE.

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Identificación del problema

Uno de los problemas más graves relacionados con el manejo de los residuos sólidos en el Perú es su disposición final. Es común observar que las ciudades, aunque tengan un apropiado sistema de recolección de residuos sólidos, disponen sus residuos en los ríos, el mar, las quebradas y espacios públicos en general. La práctica de disponer los residuos en lugares abiertos, comúnmente denominados botaderos, es altamente nociva para el ambiente y pone en grave riesgo la salud de la población.

En el Perú la gestión adecuada de los residuos sólidos municipales es uno de los principales y mayores problemas que afecta a los componentes ambientales. Este problema en el país va en aumento ya que cada vez está en nuestra cultura el hiperconsumismo y sumando a este problema la falta de conciencia y cultura ambiental, ya que en nuestra sociedad el hábito es el de usar y tirar; “en nuestro País se producen cerca de 23 000 toneladas de basura diaria y solamente el 15% se logra reciclar, además solo existen 12 rellenos sanitarios autorizados, haciendo de que el 90 % de la basura termine en los 1250 botaderos ilegales que existen en el Perú aproximadamente”. (MINAM, 2016).

En este contexto el Distrito de Juli no se encuentra ajeno a esta problemática, ya que la disposición de residuos se realiza en botadero a cielo abierto en el lugar denominado Nayranaque, estos residuos sólidos que son generados por la población del distrito de Juli tienen como disposición final el botadero municipal que no cuenta con las condiciones necesarias que permita minimizar la contaminación al medio ambiente, tal como se encuentra contemplado en el “Decreto Legislativo N° 1278 - Decreto Legislativo que

Aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos”; el botadero se encuentra ubicado a 3 km de la carretera Panamericana Sur. El incremento desmesurado que ha habituado la ciudad de Juli en los últimos tiempos y el aumento del ingreso per cápita en todo el ámbito en desarrollo, se manifiesta en el mayor consumo de bienes y facilidad para desechar o producir residuos, esta situación ha hecho que el manejo de los residuos sólidos se torne en una situación cada vez más compleja y de creciente interés para diversos sectores de la ciudad de Juli.

Hoy se sabe que la disposición inadecuada de desechos sólidos municipales en botaderos ocasiona impactos negativos en la salud humana y en el ambiente. Los factores que determinan la forma e intensidad del impacto están relacionados con el tipo predominante de residuo, distancia entre las zonas pobladas y los botaderos, profundidad de la napa freática, distancia y características de las fuentes de agua superficial que podrían verse afectados.

Las características del problema que se intenta solucionar con el presente estudio es el manejo inadecuado de residuos sólidos en la ciudad de Juli, principalmente en lo que respecta a la disposición final el cual está originando problemas de contaminación ambiental y riesgo en la salud de la población. La existencia de un servicio de limpieza con cobertura deficiente. Finalmente, en la actualidad el punto más crítico en el ámbito provincial es la prestación del servicio de limpieza pública, así también la disposición final de los residuos, debido a la inexistencia de un relleno sanitario, el mismo que viene originando serios problemas de contaminación

El servicio de recojo de basura es deficiente e insuficiente en la zona urbana del distrito; debido a que solo se cuenta con un camión compactador; y el personal no es adecuado y capacitado respectivamente. Además podemos indicar que muchos pobladores acostumbran botar sus desechos a la vía pública o en el peor de los casos lo queman contaminando el medio ambiente y provocando enfermedades en la población.

2.2. Enunciados del problema

Los problemas relativos a la contaminación y deterioro del medio ambiente por la inadecuada disposición de los residuos, ha hecho necesario el desarrollo de normativas destinadas a reducir en lo posible el impacto negativo de los puntos de vertido existentes (Calvo *et al.*, 2005). Es el caso que en el transcurso de las últimas décadas hemos

avanzado mucho en el desarrollo de la ciencia, la tecnología, el perfeccionamiento y modernización de las legislaciones ambientales, pero contradictoriamente el hombre ha contaminado el medio ambiente más que en toda la vida anterior.

Para ello es necesario llevar a cabo el diagnóstico ambiental de este lugar de vertido y que dé a conocer su problemática, lo que permitirá el desarrollo de directrices destinadas a solucionar el deterioro del medio ambiente y su posterior categorización del Botadero de clausurar o convertirlo en relleno sanitario; por lo tanto esta investigación será utilizada para apoyar decisiones de control ambiental, ayudando a las agencias normativas a tomar decisiones racionales sustentadas en la mejor información científica disponible. El tipo de definición del problema será teórico-práctico, el cual nos permitirá obtener información desconocida en la solución de problemas de la práctica y el nivel de análisis será moderado. Por lo que se plantea las siguientes interrogantes:

- ¿Cuál es el diagnóstico ambiental provocado por la disposición inadecuada de los residuos sólidos en el Botadero de Juli, de manera tal que se pueda categorizar su clausura o conversión a relleno sanitario?
- ¿Cuáles son los tipos de residuos sólidos que se generan en la población de Juli que permitan evaluar el grado de afección ambiental?
- ¿Cuál es el nivel de impacto del botadero que permitan evaluar y calificar la problemática ambiental de manera tal que se puedan establecer estrategias para darle una solución integral y sostenible?

2.3. Justificación

La evaluación de los sitios para la disposición final de los desechos sólidos generados por las ciudades es importante por cuanto está directamente relacionado con el buen vivir de sus habitantes, en este sentido las características del sitio, las características operacionales y de control, así como las características sanitarias y ambientales son los ámbitos que se deben evaluar mediante una metodología que nos permita determinar la pertinencia o no del buen funcionamiento de los sitios o lugares de disposición final de desechos sólidos.

Actualmente el manejo de los residuos sólidos en la ciudad de Juli, es ineficiente y es uno de los principales problemas de la ciudad porque tiene un efecto directo a la salud de la población, y al medio ambiente, disminuyendo la calidad de vida.

La participación de la población en el manejo de los residuos sólidos es débil porque se considera que el problema compete únicamente a las municipalidades. La educación de los actores del proceso, autoridades, productores y generadores, y especialmente la comunidad, es parte importante para solucionar este grave problema y lograr un desarrollo sostenido.

Es por ello que la presente investigación está destinada a generar información base muy necesaria e importante para elaborar propuestas de planes de mitigación de los residuos sólidos en la ciudad de Juli, lo cual contribuirá al manejo eficiente de los residuos con menor cantidad, esto apoyara a la gestión de residuos sólidos de las diferentes municipalidades, aumentando la calidad de vida de la población generando mayores ingresos económicos e incrementando el turismo encaminándose a alcanzar un desarrollo sostenible, económico, social y ambiental

Con este estudio, se pretende brindar un aporte al campo científico y dar una alternativa técnico – económica que sirva de provecho para apoyar decisiones de control ambiental, ayudando a las agencias normativas a tomar decisiones racionales sustentadas en la mejor información científica disponible y también servirá para tener un plan de manejo estratégico en la gestión de desechos sólidos, siendo los directos beneficiados con esta investigación la Región de Puno y el medio ambiente ya que se tendrá bien claro en qué situación estamos y cómo podríamos estar con un adecuado sistema de gestión de disposición final de residuos sólidos en un futuro cercano. Servirá para tener un plan de manejo estratégico en la gestión de desechos sólidos, siendo los directos beneficiados con esta investigación la Región de Puno y el medio ambiente dentro del área de su jurisdicción ya que se tendrá bien claro en qué situación estamos y cómo podríamos estar con un adecuado sistema de gestión de disposición final de residuos sólidos en un futuro cercano.

A través de la evaluación del diagnóstico ambiental y su posterior categorización del Botadero de clausurar o convertirlo en relleno sanitario; la inclusión de esta investigación puede ser utilizada para apoyar decisiones de control ambiental, ayudando a las agencias normativas a tomar decisiones racionales sustentadas en la mejor información científica disponible.

Es así que la presente investigación pretende llevar a cabo el diagnóstico ambiental del botadero en estudio, lo cual permite no sólo conocer la problemática ambiental de estas

instalaciones, sino también conocer el grado de aplicabilidad de la metodología EVIAVE que se ha determinado.

2.4. Objetivos

2.4.1. Objetivo general

Evaluar el diagnóstico ambiental provocado por la disposición final de los residuos sólidos en el botadero de Juli para su categorización utilizando la metodología EVIAVE.

2.4.2. Objetivos específicos

- Caracterizar la generación de residuos sólidos de la población de Juli
- Determinar el nivel de impacto ambiental del botadero para evaluar, calificar y establecer estrategias de manera tal que se pueda proponer una solución integral y sostenible.

2.5. Hipótesis

2.5.1. Hipótesis general

La evaluación del diagnóstico ambiental utilizando la metodología EVIAVE provocado por la disposición final de residuos sólidos en el botadero de Juli permite categorizar su clausura o conversión a relleno sanitario.

2.5.2. Hipótesis específica

- La caracterización de residuos sólidos permite evaluar el grado de afección ambiental del botadero y tomar decisiones de proyección y diseño de los sistemas de disposición final.
- La determinación del nivel de impacto ambiental del botadero de residuos sólidos permite evaluar, calificar la problemática ambiental y establecer estrategias para proponer una solución integral y sostenible.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de estudio

El presente estudio se desarrolló en la ciudad de Juli, capital de la provincia de Chucuito, que se asienta en la orilla occidental del lago Titicaca a una altitud de 3 884 msnm y a 79 km de la ciudad de Puno, sus coordenadas geográficas se encuentran entre los 16°12'39" de latitud sur y de 69°27'27" latitud oeste, a una altitud de 3,869 m.s.n.m. está considerada en la región natural denominada Sierra, de allí sus ventajas de presentar sus tres zonas agro ecológicas destinadas a la producción agrícola y pecuaria.

La Provincia de Chucuito limita por el norte con el lago Titicaca, por el noroeste con el distrito de Pilcuyo, por el sur con el distrito de Huacullani, por el suroeste con el distrito de Pomata, lago Titicaca y oeste con la provincia del Collao – Ilave.

Juli como ciudad, representa el centro de decisión política, económica y financiera, ocupa una extensión de 720.38 Km², y alberga a una población distrital de 8148 habitantes al año 2017- según el último censo de INEI llevado a cabo el año 2017.

La provincia de Chucuito se caracteriza por tener un clima frío y seco. Según las estaciones meteorológicas de Juli, Desaguadero y Pisacoma, la temperatura promedio entre enero a marzo es mínima de 2°C y máxima de 16°C, de abril a junio mínimo promedio de - 3°C y máxima de 13°C, de julio a setiembre un promedio mínimo de -4°C y máximo de 16°C y de octubre a diciembre un promedio mínimo de 3°C y máximo de 16 °C. En épocas de invierno meses de mayo, junio y julio durante la noche la temperatura desciende hasta -15°C y al medio día asciende hasta los 18°C. Las áreas aledañas al lago Titicaca, hasta los 5 Km. hacia adentro el clima es templado seco, mas abrigado por el

efecto termo regulador del Lago. En los meses de diciembre a marzo, se registran fuertes precipitaciones pluviales, así se tiene un promedio máximo de precipitación total por año de 1 088.5 milímetros y el promedio mínimo es de 513.4 milímetros. La humedad relativa es de 53.3%.

El relieve de la zona, presenta una topografía medianamente accidentados con algunas planicies, y con presencia de quebradas y colinas propensas a erosión pluvial.

En todo este tramo la vía se desarrolla en corte en una gran magnitud, y en una menor proporción en relleno sobre el terreno existente adaptándose a la topografía de la zona.

La mayor parte de la población del distrito de Juli que representa el 55.44% se dedica a la agricultura, ganadería, zaza y silvicultura, el 8.57% se dedica a la Industria Manufacturera, el 8.16% se dedica al comercio por menor, el 5.28% se dedica a la enseñanza, y otros.

El área de influencia del proyecto de investigación es el casco urbano de la ciudad y los barrios urbanos marginales de la ciudad de Juli.

3.2. Población

Por definición tenemos que la población que corresponde es al conjunto total de individuos, objetos o medidas que poseen algunas características comunes observables en un lugar y en un momento determinado. En este caso nos enfocaremos en el botadero municipal de Juli que se ubica en Roble (Sucre), específicamente en los impactos ambientales que pueden presentarse durante el trabajo de campo.

3.3. Muestra

Para caracterizar la generación de residuos sólidos se considera la muestra de la población local y/o urbana de Juli que viene a ser 8148 habitantes y 3949 viviendas y para evaluar el impacto y el riesgo ambiental se considera como muestra de estudio el botadero municipal de residuos sólidos de Juli ; correspondiendo la muestra a un subconjunto de la población que recoge todas las características relevantes de la misma, en este caso corresponden a los componentes ambientales: aguas superficiales, aguas sub superficiales, atmosfera, suelo y salud y sociedad en los que se identifican y evalúan los impactos producidos en el botadero.

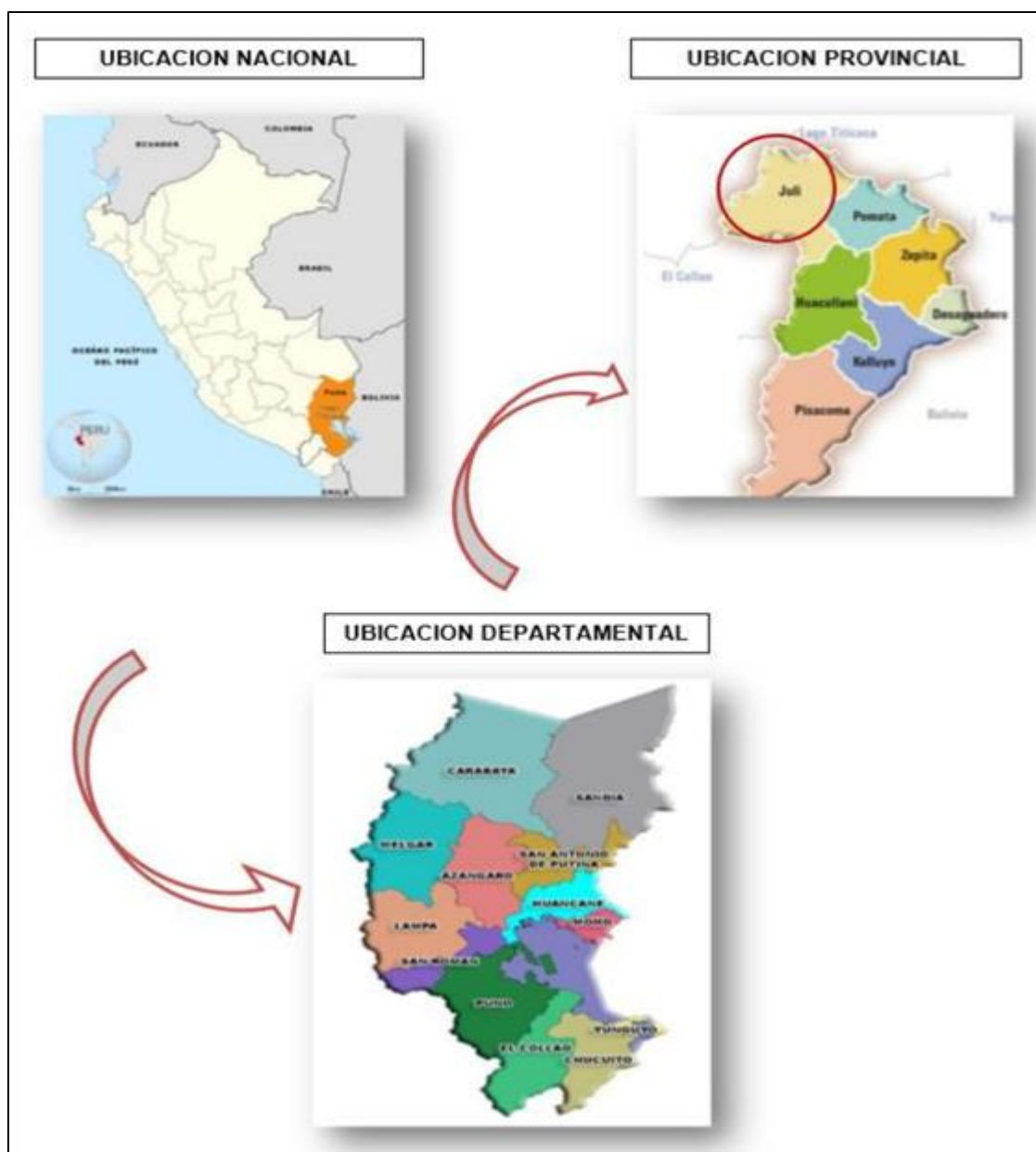


Figura 4. Mapa de ubicación de la Ciudad de Juli

3.4. Método de investigación

3.4.1. Métodos estudio de generación de residuos solidos

El desarrollo de la investigación, para realizar el estudio de generación de residuos sólidos y el diagnóstico ambiental del botadero consiste en la evaluación de los impactos ambientales por la inadecuada disposición final de los residuos, considerando los lineamientos técnicos y ambientales pertinentes.

3.4.2. Diseño y Nivel de investigación

La investigación planteada es aplicada, de nivel exploratorio y descriptivo, cuyo diseño fue no experimental; se emplearon instrumentos cuantitativos y cualitativos para el cumplimiento de cada uno de los objetivos planteados.

El diseño de la investigación fue no experimental, debido que en el estudio no se manipulo la variable, solo se describió como se encontró en la realidad. De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2003), la investigación no experimental observa los fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos.

Se considera exploratoria debido a que no se ha realizado un estudio similar en el botadero de Juli, este tipo de investigación nos permite obtener información más detallada, identificando los problemas existentes dentro del área de estudio y sugiriendo afirmaciones o postulados. El objetivo fundamental no está dirigido a dar respuestas absolutas y acabadas a la problemática, sino a identificar los factores más relevantes que actúan como causas de los problemas que se presentan en la gestión y manejo de los residuos sólidos.

La investigación es descriptiva porque presenta una descripción detalladas de la situación actual en la que se encuentra el botadero de Juli, de los acontecimientos sociales y ambientales ocurridos y de los factores relacionados con los procesos de generación, segregación, reciclado, recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos.

El diagnóstico del botadero se realiza mediante índices ambientales cuantificables y comparativos entre sí, permite dar prioridades sobre su estado ambiental con vistas a realizar un control y objetivar la idoneidad de estos lugares como zonas de expansión.

La metodología EVIAVE aplicada en la presente investigación se basa en la valoración de índices ambientales que darán a conocer cuál es la afección que el punto de vertido está produciendo sobre el entorno inmediato para, a partir de él, considerar las acciones de control, cierre y sellado bajo los requisitos técnicos de la legislación vigente. La reinscripción del vertedero como zona residencial,

agrícola, etc., será posible si existe una interacción entre la política de Planificación Territorial y el conocimiento ambiental de los puntos de vertido.

3.5. Descripción detallada del primer objetivo específico

La investigación realizada a partir de la caracterización de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Juli, comparados con la definición de (Alcas *et al.*, 2005) el cual menciona que viene a ser el análisis de la cantidad y característica de residuos que se generan es un dato técnico sumamente importante que nos genera la suficiente información para mejorar la operatividad de cualquier sistema de gestión de residuos sólidos municipales, tiene mucho sentido el cual comparto, ya que a partir de ello se ha podido obtener cantidades los cuales dan soporte a la investigación.

3.5.1. Descripción de variables analizadas

Tabla 2

Variables e indicadores del primer objetivo específico

Variabes	Indicadores
V.I. Caracterizar la generación de residuos solidos	- Producción Per Cápita (Kg/día-persona). - Composición física de los RSD (%)
V.D. Población de Juli.	- Densidad de los residuos sólidos (Kg/m ³) - Volumen de los RS (m ³)

3.5.2. Método para caracterizar los residuos sólidos

La caracterización de los residuos sólidos realizada para el presente proyecto de investigación, se basó en la metodología diseñada por el Dr. Sakurai para los países de América Latina y del Caribe- Para estimar la cantidad de residuos sólidos generados en la zona urbana del distrito de Juli se ha tomado en cuenta la generación per cápita del distrito, según el estudio realizado el año 2013 por la Municipalidad Provincial de Chucuito Juli.

3.5.3. Proyección de la población de Juli

Para la proyección de la población se adoptó un crecimiento geométrico, para el cálculo se utilizó una tasa de crecimiento del 1.6 % anual (índice de crecimiento para la ciudad de según Juli según el INE), la siguiente ecuación nos permitir estimar las necesidades para los próximos 10 años.

$$P_f = P_0 (1 + R)^n \quad (1)$$

Dónde

P_f = Población futura

P₀ = Población actual

r = Tasa de crecimiento de la población n = (t final – t inicial) intervalo en años

t = variable tiempo (en años)

3.5.4. Generación de residuos

3.5.4.1. Producción per cápita (PPC)

La producción de residuos sólidos domésticos es una variable que depende básicamente del tamaño de la población y de sus características socioeconómicas. Una variable necesaria para dimensionar el sitio de disposición final es la llamada Producción per cápita (PPC). Este parámetro asocia el tamaño de la población, la cantidad de residuos y el tiempo; siendo la unidad de expresión el kilogramo por habitante por día (Kg/ hab /día).

$$\text{Generación per cápita de residuos (gpc)} = \frac{\text{Peso de residuos (W}_i\text{)}}{\text{Número de habitantes (n}_i\text{)}} \quad (2)$$

$$\text{Generación per cápita promedio de residuos (gpc)} = \frac{\sum_{i=1}^{i=N} gpc_i}{N} = \frac{gpc_1 + gpc_2 + \dots + gpc_N}{N}$$

$$\text{Generación total de residuos (kg / día)} = \text{Generación per cápita promedio} \times \text{número de habitantes} \quad (4)$$

3.5.4.2. Densidad de los residuos solidos

Para determinar la densidad se hace uso de la siguiente relación:

$$S = \frac{W}{V} = \frac{W}{\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 (H-h)} \quad (5)$$

Donde, S es la densidad de los residuos sólidos, W es el peso de los residuos sólidos, V es el volumen del residuo sólido, D es el diámetro del cilindro, H es la altura total del cilindro, h es la altura libre de residuos sólidos y π es constante.

3.5.4.3. Composición física de residuos solidos

Los pesos de cada componente permiten calcular su proporción respecto al total de cada zona vecinal los cuales se expresan en porcentajes (%).

$$\text{porcentaje (\%)} = \frac{P_i}{W_t} \times 100 \quad (6)$$

Donde, P_i es el peso de cada componente en los residuos (plástico, vidrio, metal, etc.) y W_t es el peso total de los residuos recolectados en el día.

3.5.4.4. Producción per cápita de los residuos sólidos proyectado

La cantidad diaria de residuos sólidos que genera la población de 8148 habitantes de la ciudad de Juli se estimó con:

$$PPC = PPC1 + (1 \%) \quad (7)$$

Donde, PPC es la producción per cápita y 1% tasa de crecimiento.

3.5.5. Descripción detallada del uso de materiales, equipos, instrumentos, insumos, entre otros

- Legislación
- Ficha de monitoreo y seguimiento.
- Manual de manejo de los residuos sólidos seleccionados y tipo de servicio que se desarrollará.
- La recolección de datos será de manera objetiva garantizando el mínimo

margen de error, como técnica se utilizará la encuesta, en base a instrumentos de recogida de datos que está constituido por una serie de preguntas respecto a las variables a investigar, los mismos que estarán en concordancia con el problema de estudio .

- Lista de chequeo: Las “listas de control”, “listas de chequeo”, “check-lists” u “hojas de verificación”, son formatos (instrumentos) creados para realizar actividades repetitivas, controlar el cumplimiento de una lista de requisitos o recolectar datos ordenadamente y de forma sistemática.

3.5.6. Aplicación de prueba estadística inferencial

Una vez que los datos se han transferido a una matriz y guardado en un archivo, se analiza con estadística descriptiva: distribución de frecuencias (gráficamente), medidas de tendencia central y desviación estándar para medir el grado de dispersión de los datos. Los análisis estadísticos paramétricos se realiza utilizando el paquete computacional estadístico IBM SPSS Statistics y hoja de cálculo Excel.

3.6. Descripción detallada del segundo objetivo específico

Para la ejecución de la metodología se realizaron dos (2) fases: una fase de Trabajo de campo y una fase posterior de sistematización y análisis de la información. Las cuales se detallan a continuación:

La recolección de datos se realizó mediante el análisis de la información obtenida de los documentos seleccionados y la construcción de una matriz en la que se fue determinando los ámbitos, elementos, indicadores y parámetros característicos que permitan obtener una metodología de evaluación de sitios para la disposición final de desechos sólidos que sea aplicable a nuestro medio y condiciones.

3.6.1. Descripción de variables analizadas

Tabla 3

Variables e indicadores del segundo objetivo específico

Variables	Indicadores
VI. Determinar el nivel de impacto ambiental del botadero	- Aguas superficiales - Aguas sub superficiales
V.D. Evaluar, calificar y establecer estrategias para darle una solución integral y sostenible	- Atmosfera - Suelo - Salud y sociedad

3.6.2. Método para determinar el nivel de impacto ambiental del botadero de Juli aplicando la metodología eviave

En Perú la aplicación de la metodología EVIAVE pretende proponer su uso como herramienta en el proceso de evaluación de impacto ambiental para proyectos de infraestructura de disposición final y para el seguimiento de los planes de manejo ambiental aprobados para la construcción, operación y cierre de estos sitios.

Según Calvo (2003) la metodología de diagnóstico ambiental EVIAVE se ha estructurado en cuatro niveles:

- El primer nivel representa los criterios y subcriterios utilizados para definir las características del botadero y del medio susceptible de verse afectado por su operación. Para ello se define las variables de vertedero, que se cuantificarán mediante el Índice de Riesgo de Contaminación (IRC), así como los descriptores ambientales.
- El segundo nivel representa los índices Probabilidad de Contaminación (Pbci), determinados a partir de la cuantificación de las variables en la fase anterior. Así mismo con la valorización de los descriptores ambientales se obtiene el Valor Ambiental (Vai).
- El tercer nivel representa el Índice de Riesgo Ambiental (IRAi).

- El cuarto nivel determina el Índice de Interacción Medio – Vertedero (IMV).

Esta estructura por niveles se puede observar en la figura 5:

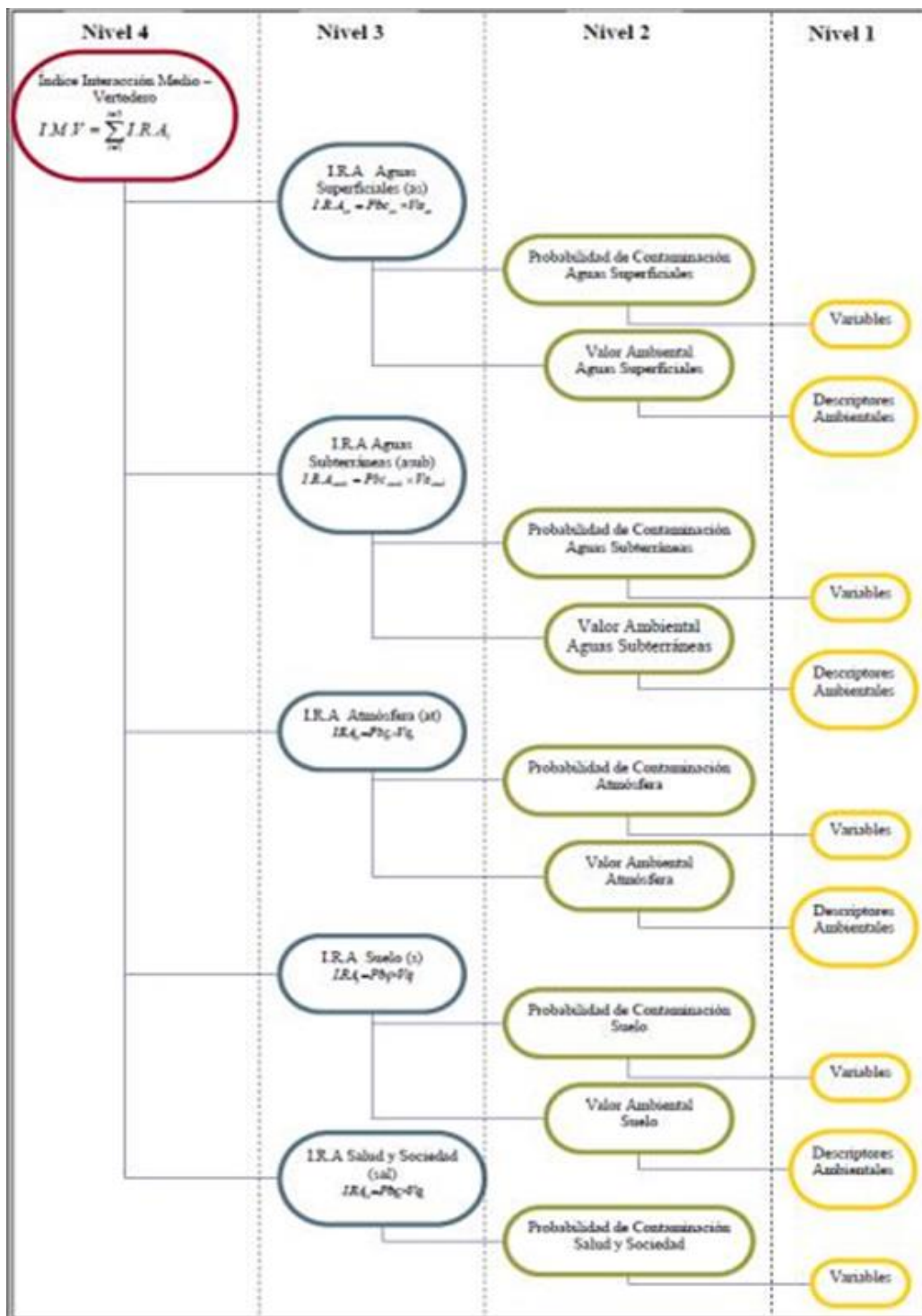


Figura 5. Estructura por niveles para el diagnóstico ambiental del botadero de residuos sólidos Juli 2018
Fuente: Paolini Mendez (2007).

3.6.3. Variables y descriptores ambientales: nivel 1

3.6.3.1. Variables

Las variables son las características que influyen directa o indirectamente sobre la afección ambiental a los diferentes elementos del medio o componentes ambientales considerados. El objetivo del análisis de las variables de un botadero es la cuantificación de las probabilidades de afección a los distintos elementos del medio, para posteriormente describir el estado del punto de vertido y la interacción con el entorno en el que se ubica. En la tabla 4 se presenta las variables consideradas en la metodología EVIAVE, que afectan a los siete (05) elementos del medio propuestos.

Tabla 4

Variables que afectan a los diferentes elementos del medio-botadero de residuos sólidos Juli 2018-2019

Variable	Elementos del medio				
	Aguas superficiales	Aguas subterráneas	Atmosfera	Suelo	Salud y sociedad
Asentamiento de la masa de residuos	✓	✓	✓	✓	✓
Cobertura diaria	✓	✓	✓	✓	✓
Cobertura Final	✓	✓	✓	✓	✓
Compactación	✓	✓	✓	✓	✓
Control de gases		✓	✓	✓	✓
Control de lixiviados	✓	✓		✓	✓
Edad del vertedero	✓	✓	✓	✓	✓
Estado de caminos internos	✓		✓	✓	✓
Impermeabilización del punto vertido	✓	✓			✓
Seguridad y vectores contaminantes					✓
Sistema de drenaje superficial	✓	✓			
Taludes	✓	✓	✓	✓	✓
Tamaño del vertedero	✓	✓	✓	✓	✓
Tipo de residuos	✓	✓	✓	✓	✓
Vulnerabilidad de las aguas subterráneas		✓			
Distancia a infraestructuras					✓
Distancia a núcleos poblados					✓
Distancia a masas de aguas superficiales	✓				
Erosión				✓	
Fallas		✓			
Morfología a cauces superficiales	✓				
Pluviometría	✓	✓	✓	✓	✓
Punto situado en área inundable	✓	✓		✓	
Riesgo Sísmico	✓	✓	✓	✓	✓
Viento	✓		✓	✓	✓
visibilidad					✓
NÚMERO TOTAL	18	17	13	17	18

Fuente: Zamorano *et al.* (2007).

La metodología EVIAVE, clasifica a las variables en relación con la ubicación del punto de vertido y con el diseño y explotación del mismo; con la finalidad de evaluar el grado de idoneidad de la ubicación, el diseño y el nivel de operatividad del botadero.

3.6.3.2. Cuantificación de las variables

La cuantificación de las variables del botadero sigue las directrices establecidas por Calvo (2003) por lo tanto, se han considerado para cada una de ellas, su Clasificación (C_j) y Ponderación (P_j).

La metodología EVIAVE clasifica todas las variables en cinco grupos, cuantificados con valores 1, 2, 3, 4 ó 5.

La evaluación de cada variable (j) se obtiene a partir del Índice de Riesgo de Contaminación (IRC_j) el cual se recoge en la ecuación que se presenta. Este índice puede tomar valores entre 1 y 10, y viene dado por la siguiente expresión (Zamorano et al, 2005):

$$IRC_j = C_j \times P_j \quad (8)$$

Donde:

C_j: es la clasificación de la variable

P_j: es la importancia o ponderación

La ponderación de cada variable dependerá del concepto de elemento estructural del punto de vertido, que intervienen directamente en la afección de los parámetros.

La ponderación de la variable será unitaria cuando la variable no está relacionada con ningún elemento estructural, ni afectaba directamente al elemento del medio evaluado.

Todas las variables que estén directamente relacionadas con estos elementos estructurales tendrán una ponderación máxima igual a 2, asimismo se asignará este valor cuando la variable sean causa directa de

riesgo de afección sobre el elemento del medio considerado (Calvo, Moreno, Zamorano y Szanto, 2005).

Tabla 5
Índice de riesgo de contaminación en función de su clasificación y ponderación

Ponderacion	Clasificacion	Valor de clasificacion	$IRC_j = C_{jx} P_j$
1	Muy alta	5	5
	Alta	4	4
	Media	3	3
	Baja	2	2
	Muy baja	1	1
2	Muy alta	5	10
	Alta	4	8
	Media	3	6
	Baja	2	4
	Muy baja	1	2

Fuente: Zamorano *et al.* (2007).

La metodología EVIAVE justifica la ponderación y clasificación para las variables elegidas en la valoración de la probabilidad de contaminación de cada elemento del medio, lo cual tiene un sustento teórico y su selección se ha basado en estudios e investigaciones relacionadas a los impactos del punto de vertido sobre el medio ambiente, así como criterios marcados por la normativa vigente en Europa y España.

Para la aplicación de dicha metodología fue el análisis de todas las variables clasificadas en función de criterios recogidos en el marco legal, ya que pueden ser afectadas en caso de su aplicación en los sitios de disposición final en Perú.

A continuación, se definen todas las variables, se justifica su elección y se definen las modificaciones en base al marco técnico y legal del Perú, para su posterior clasificación y ponderación de cada una de ellas:

Tabla 6
Valores para determinar la clasificación de la variable

Variable	Clasificación			Condición
Asentamiento de las masas de residuos	Muy Bajo	1	Muy Bajo	Se cumplen todas las situaciones de la lista anterior. Anexo 12.
	Muy Alto bajo	2	Muy Alto bajo	Se cumplen todas las situaciones de la lista anterior, a excepción de la a). Anexo 12.
	Medio	3	Medio	Se cumplen tres de las situaciones c), d), e), y f) independientemente del cumplimiento de las dos primeras. Anexo 12.
	Alto	4	Alto	Se cumplen dos de las situaciones c), d), e) y f) independientemente del cumplimiento de las primeras. Anexo 12.
diaria	Muy Bajo	1	Muy satisfactorio	Material adecuado con puesta en obra satisfactoria.
	Bajo	2	Satisfactorio	Material adecuado con puesta en obra media o bien material medio con puesta en obra satisfactoria.
	Medio	3	Regular	Material de cobertura adecuado con puesta en obra deficiente, material de puesta en obra media, cobertura medio con puesta en obra satisfactoria o material de cobertura no adecuado con puesta en obra adecuada.
Cobertura	Alto	4	Deficiente	Material medio con puesta en obra deficiente o material no adecuado con
	Muy Alto	5	Inadecuado o inexistente	Material de cobertura no adecuado con puesta en obra deficiente o material de cobertura inexistente.
Final	Muy Bajo	1	Muy Adecuada	Se cumple todos los requisitos del D.S. N° 057-2004-PCM, incluida la existencia de la capa drenante de gases
	Bajo	2	Adecuada	Se cumplen todas excepto la existencia de capa drenante de gases.
Cobertura	Medio	3	Regular	Se cumplen los requisitos relativos a la capa mineral impermeable, así como los de nivel drenante, pero no se cumple todos los relativos al resto de las capas.
	Alto	4	Deficiente	No se cumple los requisitos de la capa mineral impermeable, y/o del nivel drenante, pudiendo o no cumplirse los relativos al resto de capas.
	Muy Alto	5	Inexistente	La capa de cobertura final es inexistente.
Compactación	Muy Bajo	1	Compactación muy alta	El botadero es de balsas con adecuada explotación. Botadero es de balsas con una explotación que se considera regular.
	Bajo	2	Compactación alta	Vertedero es de alta compactación con buena explotación
	Medio	3	baja compactación media	Botadero de balsas con explotación deficiente. Botadero de alta densidad cuya explotación se realiza de forma regular. Botaderos de media densidad con explotación adecuada.
	Alto	4	Compactación	Botaderos de alta densidad con explotación deficiente. Botaderos de media densidad con explotación regular. Botaderos de baja densidad con explotación adecuada. Botaderos de media densidad con explotación deficiente
	Muy Alto	5	Compactación muy baja	Botaderos de baja densidad con explotación regular. Botaderos sin compactación.
gases	Muy	1	Muy Adecuada	Existe y en buen estado al menos uno de los controles pasivos y uno de los controles activos descritos; además los gases se tratarán y se aprovecharán para energía, y si no gas y presión atmosférica CH ₄ , CO ₂ , O ₂ , H ₂ S, H ₂ .



					etc mensual.exterior, la frecuencia de medición y control de emisiones potenciales depuede aprovecharse se quemará antes de su salida al exterior, la frecuencia de medición y control de emisiones potenciales de gas y presión atmosféricaCH4, CO2, O2, H2S, H2, etc mensual.
	Bajo				
de	Bajo	2	Adecuado		Se cumple las indicaciones del caso anterior excepto que no existe tratamiento de los gases ni recuperaciones de energía ni quemadores
	Medio	3	Regular		Los controles activos y pasivos existen pero no están en buen estado ó bien no existe medición en la frecuencia que establece el punto muy adecuado.
	Alto	4	Bajo		pudiendo existir o no aprovechamiento de energía.
	Muy alto	5	Nulo		No existen controles de gases. No hay recogida , aprovechamiento ni tampoco mediciones.
Control					
	Muy bajo	1	Muy Adecuado		Existe control del volumen y composición del lixiviado D.S.Nº 057- la recirculación 2004- PCM , los sistemas de drenaje y las balsas de almacenamiento D.S. Nº 057-2004 - PCM y ha tratamiento de lixiviados excluyendose
	Bajo	2	Adecuado		Existen control del volumen/composición del lixiviado D.S.Nº 057 2004-PCM los sistemas de drenaje y balsas de almacenamiento son adecuadas y en buen estado de conservación D.S.Nº 057-2004-PCM el tratamiento de lixiviados es recirculación.
	Medio	3	Medio		Existe sistema de drenaje almacenamiento con tratamiento/recirculación con problemas de diseño / conservación D.S . Nº 057-02004-PCM el control del volumen y composición se realiza pero incorrectamente D.S. Nº 057 -2004- PCM
Control del lixiviación	Alto	4	Bajo		Existe sistema de drenaje y almacenamiento con/sin recirculación, pero mal diseño y conservación (tomando como referencia el D.S.Nº 057-2004 - PCM . No existe control del volumen y composición de los lixivids
	Muy alto	5	Nulo		No existe control, ni drenaje de lixiviados, ni almacenamiento ni tratamiento
	Muy	1	Infraestructura con afectación nula		No hay afección a infraestructura porque se encuentran alejadas, teniendo en cuenta como distancia mínima las recogidas en el D.S.Nº 057-2004- PCM
	Bajo	2	Infraestructura con baja afectación		Se cumplen todas las condiciones de distancia mínima de referencia para las infraestructuras del tipo 1 pero no para 1 o 2 de las del tipo II
Infraestructuras	Medio	3	Infraestructura con afectación media		Se cumple todas las condiciones de distancia mínima de referencia para las infraestructuras del I pero no para 3 más del Tipo II.
	Alto	4	Infraestructura con afectación alta		No se cumple las distancias mínimas de referencia para 1 de las infraestructuras del tipo I independiente del Nº de las afectadas del tipo II
	Muy alto	5	Infraestructura con afectación muy alta		No se cumplen las distancias mínimas de referencia para 2 o más de las infraestructuras del tipo I independientemente de las afectadas del tipo II
Distancia a	Muy bajo	1	Muy Bajo		Aguas superficiales situadas a distancia superiores a 1000 m.
	Bajo	5	Muy Alto		Aguas superficiales situadas a distancia a comprendidas entre 1000 - 700 m
Distancia a aguas superficiales		2	Bajo		

Edad del	VERDADERO	poblacion de Distancia en núcleos			
		Medio	3	Medio	Aguas superficiales situadas a distancias comprendidas entre 700 – 300 m.
		Alto	4	Alto	Aguas superficiales situadas entre 300 – 50 m.
		Muy alto			Aguas superficiales situadas a menos de 50 m o bien residuos en contacto directo con las aguas superficiales
		Muy bajo	1	Muy Alta	Edificaciones inexistentes en un perímetro de protección con radio 3 Km.
		Bajo	2	Alta	Edificaciones escasas y dispersas localizadas a más de 2 Km y a menos de km del botadero .
		Medio	3	Media	Existencia de una zona rural próxima entre 2 y 3 Km.
		Alto	4	Baja	Localización de zona rural de baja densidad de población a una distancia < a 2 Km con edificaciones abundantes o zona industrial urbana.
		Muy	5	Muy Baja	Existencia de un núcleo urbano, con alta densidad de población a menos
		Muy bajo	1	Muy Viejo	Más de 20 años.
Erosión	VERDADERO	Bajo	2	Viejo	15- 20 años.
		Medio	3	Maduro	10- 15 años.
		Alto	4	Edad Medio	5- 10 años.
		Muy alto	5	Joven	Hasta 5 años.
		muy bajo	1	Muy Bajo	Existencia de diminutos reguerillos ocasionalmente presentes.
		Bajo	2	Bajo	Existencia de reguerillos hasta 15 cm de profundidad.
		Medio	3	Medio	Existencia de numerosos y pequeños regueros de 15 a 30 cm de profundidad
		Alto	4	Alto	Existen numerosos regueros de 30 a 60 cm de profundidad, No impiden aunque afectan al uso de maquinaria pesada.
		Muy alto	5	Muy Alto	Se observan regueros o surcos de más de 60 cm de profundidad. Impiden el uso de maquinarias pesadas pero afecta poco al uso de maquinarias ligeras y de traccion animal
		Estado de los caminos internos	Muy bajo	1	Muy adecuado/in oper activo
Bajo	2		Adecuado	Se cumplen todas las condiciones del camino bien diseñado y explotado, excepto , vías temporales hechas con restos de construccion compactos y las calles para las compactadoras hechas pavimento de piedra o gravilla	
Medio	3		Regular	Existen conservaciones de los caminos internos pero no poseen drenaje de la escorrentia o el camino no esta hormigonado o alquitranado hasta la zona de deposito	
Alto	4		Deficiente	No existen pantallas vegetales o moviles ni tampoco drenajes pero si existen conservaciones de los caminos internos del botadero .	
Muy alto	5		Inadecuado	No se cumplen ninguna de las condiciones establecidas en el correcto diseños y explotación de los caminos internos	
Fallas	Muy bajo	1	No existe	No existen fallas o están a más de 60 metros del vaso de vertido y fuera del perímetro del botadero	

	Bajo	2	Existe en el entorno de vaso pero de baja actividad	Existen fallas a más de 60 metros del vaso, dentro del perímetro del botadero pero están inactivas desde la época del terciario y anteriores (mas de 1650000 años).
	Medio	3	Existe en el entorno de vaso pero de actividad media	Existen fallas activas a más de 60 m del vaso, dentro del perímetro del vertedero (se han movido durante el holoceno en los últimos 10 000 años) o pueden estar potencialmente activas porque se han movido durante el Cuaternario (10 000 – 1 650 000 años).
	Alto	4	Inactivas en el vaso de vertido	Existen fallas en el vaso de vertido, inactivas (no se han movido durante el terciario) o potencialmente activas (no se han movido durante cuaternario).
	Muy alto	5	En el vaso de vertido	Existen fallas activas en el vaso de vertido (se han movido durante el holoceno)
	Muy bajo	1	Muy alta	Existe barrera geológica natural con permeabilidad $\leq 10^{-9}$ m/s y espesor ≥ 2 m. Si no se cumple se podrá instalar capa mineral $\geq 0,9$ m permeabilidad $\leq 5 \times 10^{-10}$ m/s, cuando no sean materiales consolidados con elevada permeabilidad, materiales porosos no consolidados, capas de alteración superficiales de materiales originalmente poco permeables o zona inundable por las crecidas de un curso de agua relativas a un periodo de retorno de 500 años. Revestimiento artificial del vaso $\geq 1,5$ mm de grosor y sobre flancos laterales o muros de contención de 2:1.
Impermeabilización del punto de vertido	Bajo	2	Alta	Base y lados con capa mineral de permeabilidad y espesor $\leq 10^{-9}$ m/s y 1m . Respectivamente. Cuando la barrera geologica natural no cumpla las condiciones se completa con una barrera geologica artificial condiciones se completa con una barrera geologica artificial formada por una capa mineral de espesor $\geq 0,5$ m y permeabilidad $\leq 5 \times 10^{-10}$ m/s.
	Medio	3	Regular	La impermeabilización natural en el vaso y en los laterales está en buen estado , aunque no así la impermeabilizacion artificial que presenta desperfectos
	Alto	4	Baja	La impermeabilización natural del vaso de los laterales no cumple los requisitos establecidos en el punto de impermeabilización alta pero si las especificaciones de impermeabilización artificial.
	Muy alto	5	Muy baja	No se cumple ninguno de los requisitos de impermeabilización natural y artificial para el vaso y los laterales del punto de vertido establecidos en el punto de impermeabilización alta.
	Muy bajo	1	Muy apropiada	Pendiente recomendada entre 1 y 20% y bajo potenciales de escorrentía.
Morfología a cauces superficiales	Bajo	2	Apropiada	Pendiente recomendada entre 1 y 20% y suelos con velocidad de infiltración moderada. Pendiente inferior al 1 % o superior al 20% y bajo potencial de escorrentía.
	Medio	3	Media	Pendiente recomendada entre 1 y 20% y suelos con baja velocidad de infiltracion . Pendiente inferior al 1% o superior al 20 % y suelos con velocidad de infiltración moderada
	Alto	4	Inapropiada	Pendiente recomendada entre 1 y 20% y suelos con elevado potencial de escorrentía. Pendiente inferior al 1% o superior al 20% y suelos con baja velocidad de infiltración.
	Muy Alto	5	Muy Apropiada	Pendiente inferior al 1 % o superior al 20 % y elevado potencial escorrentia
	Pluviometría	Muy bajo	1	Pluviometría muy baja
Bajo		2	Pluviometría baja	300 – 600 mm
Medio		3	Pluviometría a baja	600 – 800 mm

	Alto	4	Pluviometría alta	800 – 1000 mm
Puntos situados en zona inundable	Muy bajo	1	De riesgo bajo	Zona C: aquellas no coincidentes en las zonas A ni con B en las que la avenida de los 500 años produciría impactos en viviendas aisladas y las avenidas consideradas en los básicos. significativos a instalaciones comerciales, industriales y/o servicios mapas de inundación, daños significativos a instalaciones comerciales, industriales y/o servicios básicos.
	Bajo	2	De riesgo significativo	Zona B: aquellas zonas no coincidentes con las zonas A en las que la avenida de los cien años produciría impactos en viviendas aisladas y las avenidas de periodo de retorno > a los 100 años , daños significativos a instalaciones comerciales, industrias y/o a los servicios básicos.
	Medio	3	De riesgo alto excepcional	Zonas A3: Son aquellas zonas en las que las avenidas de quinientos años producirían graves daños a núcleos de población importante , impactos a viviendas aisladas o daños importantes a instalaciones comerciales o insutriales y/o servicios básicos
	Alto	4	ocasional	Zona A2: Son aquellas zonas en las que las avenidas de 100 años a viviendas aisladas , o daños importantes a instalaciones comerciales o industriales y/o a los servicios básicos
	Muy alto	5	De riesgo alto frecuente	Zona A1: Aquellas en las que las avenidas de 50 años producirían graves daños a núcleos de población importante. También se considera zonas de riesgo máximo aquellas en las que las avenidas de 50 años produzcan impactos a viviendas aisladas de 50 años produzcan impactos a viviendas aisladas, o daños importantes a instalaciones comerciales o industriales y/o a los servicios básicos.
Riesgo sísmico	Muy bajo	1	Muy bajo	Escala EMS, MSK o Mercalli < VI
	Bajo	2	Bajo	Escala EMS, MSK o Mercalli VI - VII
	Medio	3	Medio	Escala EMS, MSK o Mercalli VII – VIII
	Alto	4	Alto	Escala EMS, MSK o Mercalli
	Muy Alto	5	Muy Alto	Escala EMS, MSK o Mercalli > IX
Seguridad	Muy bajo	1	Seguridad muy alta	Es la situación más favorable, donde se cumple todos los aspectos considerados
	Bajo	2	Seguridad alta	Se cumplen todos los aspectos excepto uno, pero queda excluida la inexistencia o mal estado de EPI's
	Medio	3	Seguridad media	Se cumplen todos excepto dos de los aspectos considerados, quedando excluida la inexistencia o mas estado de los EPI's
	Alto	4	Seguridad baja	No se cumple tres de los requisitos establecidos en el listado de forma completa o en algunos aspectos de su descripción.
	Muy alto	5	Seguridad muy baja	No se cumplen cuatro o más de los condicionantes establecidos.
Sistema de drenaje superficial	Muy bajo	1	Muy adecuado	Existen canales interceptores y canales principales con dimensiones y pendientes adecuadas para acumular y evacuar la escorrentía de la cuenca acordes a las precipitaciones locales. Su estado de conservación es adecuado en lo que se refiere a limpieza y control de desperfectos . el botadero cuenta con estanques de contención de agua pluviales

	Bajo	2	Adecuado	Existen canales interceptores y principales con dimensiones y pendientes adecuadas , acordes a las precipitaciones locales . En estado de conservacion es adecuado . No existen de contención de aguas pluviales	
	Medio	3	Regular	Existe sistemas de drenaje superficiales (canales interceptores y principales) con dimensiones pendientes adecuadas limpieza y existe sistema de drenaje superficial muy basico no diseñado control de desperfectos no idóneo . No existe estanque para contencion de aguas pluviales	
	Alto	4	Inadecuado	especificamente para las precipitaciones locales, independientemente del estado de conservacion .. No existe estanque para contención de aguas pluviales	
	Muy alto	5	No existe	No existe infraestructura para la recogida de aguas superficiales.	
Taludes	Muy bajo	1	Pendiente adecuada	muy	Pendiente de talud inferior a 4:1 (H.V).
	Bajo	2	Pend. adecuada		Pendiente de talud comprendida entre 4:1 y 3:1
	Medio	3	Pend. media		Pendiente de talud comprendida entre 3:1 y 2:1
	Alto	4	Pendiente adecuación	baja	Pendiente de talud comprendida entre 2:1 y 1,5:1
	Muy alto	5	Pendiente adecuada	no	Pendiente de talud superior a 1,5:1
tamaño de vertedero	Muy bajo	1	Botadero de baja capacidad	muy	< 300 t/año
	Bajo	2	Botadero de baja capacidad	baja	300 – 600 t/año
	Medio	3	botadero de capacidad media	de	600 – 1000 t/año
	Alto	4	Botadero de alta capacidad	alta	1000 – 2500 t/año
	Muy alto	5	Botadero de gran capacidad	gran	> 2500 t/año
Tipos de residuos	Muy bajo	1	Poder contaminante muy bajo	muy	Botadero de residuos no peligrosos. Subcategoría para residuos con elevados grado de separación previa y presencia fundmental de fraccion de rechazo con baja presencia de materia organica
	Bajo	2	Poder contaminante bajo	bajo	Botadero de residuos no peligrosos. Subcategoría para residuos con bajo grado de separacion previa y presencia funfamental de fracción de rechazo con presencia de materia orgánica
	Medio	3	Poder contaminante medio	medio	Botadero de residuos con elevado porcentaje de materia orgánica procedente de residuos no sometidos a tratamiento previo para separación de la fraccion organica con presencia residuos inertes
	Alto	4	Poder contaminante alto	alto	Botadero de residuos con elevado porcentaje de materia orgánica procedente de residuos no sometidos a tratamiento previo para separación de la fraccion

				organica con presencia RL y algunos residuos de naturaleza peligrosa
	Muy alto	5	Poder contaminante	Botadero de residuos con elevado porcentaje de materia orgánica procedente de residuos no sometidos a tratamiento previo para separacion de la fraccion organica con presencia importante de residuos de naturaleza peligrosa
	Muy bajo	1	Muy idónea de ubicación	La suma de las características dirección e intensidad del viento es 1 ó 2
	Bajo	2	Idónea de ubicación	La suma de las características dirección e intensidad del viento es 3 ó 4
Viento	Medio	3	Idoneidad media	La suma de las características dirección e intensidad del viento es 5 ó 6
	Alto	4	Baja idoneidad de ubicación	La suma de las características dirección e intensidad del viento es 7 ó 8
	Muy alto	5	Muy baja idoneidad	La suma de las características dirección e intensidad del viento es 9 ó 10
	Muy bajo	1	Muy Bajo	No visible.
	Bajo	2	Bajo	Visible desde zonas urbanas a más de 2000 m y/o desde carreteras principales a una distancia de 500 – 2000 m.
Visibilidad	Medio	3	Medio	Visible desde zonas urbanas a 1000- 2000 m y/o desde carreteras principales a una distancia menor a 500 m
	Alto	4	Alto	Visible desde zonas urbanas a una distancia entre 500-1000 m.
	Muy alto	5	Muy Alto	Visibles desde zonas urbanas a menos de 500 m.
			GOD	DRASTIC
			SINTACS	EPIK
Vulnerabilidad las aguas de4 subterráneas	Muy bajo	1	Iv< 0,1	Iv< 28
	Bajo	2	0,1< Iv < 0,3	81 < Iv < 105
	Medio	3	0,3< Iv < 0,5	106 < Iv < 140
	Alto	4	0,5< Iv < 0,7	141 < Iv < 186
	Muy alto	5	Iv > 0,7	Iv > 187
				Iv= 2 or 3
				Iv= 4 or 5
				Iv= 6 or 7
				Iv= 8 or 9
				Iv= 10

Fuente: (Zamorano *et al.* 2007).

3.6.3.3. Descriptores ambientales

La metodología EVIAVE, para definir los descriptores ambientales tomó como referencia la normativa Española y Europea, razón por la cual se revisa cada una de ellas y se modificó bajo el marco técnico legal del Perú, con la finalidad de aplicar la metodología en los diversos puntos de vertido a nivel nacional.

En la tabla 8, teniendo en consideración la metodología propuesta se recogen los descriptores seleccionados para calificar cada elemento del

medio cuyos valores oscilan entre 1 y 5; el elemento salud y sociedad siempre posee una valoración máxima.

Tabla 7

Valores para determinar la valoración de los descriptores ambientales

ELEMENTO DEL MEDIO	DESCRIPTORES	AMBIENTALES	Clasificación	Valor		
Aguas superficiales	Usos del Tipo de masa	Agua A2 de agua A1	Cursos de agua artificiales: canales, acequias y estanques.	1		
			Ríos de 3 ^{er} orden o más cursos estacionales: ríos, arroyos y rambías.	2		
			Masas de aguas estacionarias: lagunas y embalses.	3		
			Aguas marinas y ríos de 1 ^{er} y 2 ^{do} orden.	4		
			Masas de agua permanente: marismas y zonas intermareales, albuferas, salinas, estuarios y ramales de marea, zona clasificadas como sensibles.	5		
	Calidad del	agua A3	Sin uso para el hombre.	1		
			Uso hidroeléctrico, navegación y otros.	2		
			Industria.	3		
			Agricultura.	4		
			Uso para abastecimiento humano, recreativo incluidas zonas de baño y acuicultura.	5		
Aguas Subterráneas	Calidad de Usos del	agua B2 de agua B1	Aguas de calidad deficiente o mala.	1		
			Aguas en estado aceptable.	2		
			Aguas en muy buen estado con especies (Flora y/o fauna) protegidas.	5		
			Aguas en buen estado.	3		
			Aguas en muy buen estado sin especies (Flora y/o fauna) protegidas.	4		
	Calidad de Usos del	agua B2 de agua B1	Sin uso para el hombre.	1		
			Otros usos no contemplados posteriormente.	2		
			Industria.	3		
			Agricultura.	4		
			Uso para abastecimiento humano.	5		
Atmósfera	Calidad del	Aire C1	Aguas muy deficientes.	1		
			Aguas deficientes o malas.	2		
			Aguas en estado aceptable.	3		
			Aguas en buen estado.	4		
			Aguas en muy buen estado.	5		
	Calidad del	Aire C1	Muy mala.	1		
			Muy buena.	5		
			Mala.	2		
			Admisible.	3		
			Buena.	4		
Suelo	Usos del	suelo D1	No urbanizable.	1		
			Urbanizable residencial.	3		
			Urbanizable industrial.	2		
	tipo de vegetación D2		Urbano industrial y urbanizable turístico.	4		
			Urbano turístico y urbano residencial.	5		
			Espacios abiertos con escasa cobertura vegetal o erial.	1		
			Formación arbustiva y herbácea sin arbolado o cultivos de secano.	2		
			Formación herbácea con arbolado, cultivos de regadío o secano con árboles aislados	3		
			cobertura vegetal de D3		Formación de matorral con arbolado, montes de repoblación joven.	4
					Formaciones de arbolado denso, monte autóctono o de repoblación bien asentado.	5
1-5%	1					
6-25%	2					
	26 - 50%	3				
	51 - 75%	4				
	76 -100%	5				

Fuente: (Zamorano *et al.* 2007).

3.6.4. Probabilidad de contaminación y valor ambiental Nivel 2

3.6.4.1. Probabilidad de contaminación (PBCI)

La Probabilidad de Contaminación (Pbci) de los elementos del medio dependerá del estado de explotación del punto de vertido en el momento de la visita técnica, de las características de los residuos dispuestos en el vertedero y de las características de desplazamiento que poseen las emisiones del punto de vertido al entrar en contacto con el entorno.

Para cuantificar la probabilidad de contaminación de los diferentes elementos del medio se toman en cuenta el Índice de Riesgo de Contaminación (IRCj) de cada variable de vertedero y de cada uno de los elementos del medio definidas anteriormente, y mediante la ecuación siguiente:

$$\frac{\sum_{j-l}^{j-n} IRC j - \sum_{j-l}^{j-n} IRC j \min}{\sum_{j-l}^{j-n} IRC j \max - \sum_{j-l}^{j-n} IRC j \min} \quad (9)$$

Donde:

n: es el número de variables que afectan a cada elemento del medio. J: hace referencia a cada variable analizada.

IRCj: es el Índice de Riesgo de Contaminación para cada variable.

IRC min e IRC máx.: son los valores mínimos y máximos obtenidos para el Índice de Riesgo de Contaminación para cada variable.

Para analizar si la contaminación producida por la infraestructura de disposición final se debe a su explotación y/o ubicación, se define la Probabilidad de Contaminación relacionada con la explotación u operación del punto de vertido (Pbco) y la Probabilidad de Contaminación relacionada con la ubicación (Pbcu). Para determinar cada una de estas probabilidades de contaminación se utiliza la misma ecuación, pero solo se tendrán en cuenta las variables relacionados con la explotación y diseño de la instalación para el cálculo del Pbco y únicamente las variables relacionadas con la ubicación para el cálculo del Pbcu.

Tabla 8

Valores mínimos y máximos para calcular el índice de riesgo de contaminación de cada variable

Elemento del medio	Probabilidad de contaminación (Pbcj)		Probabilidad de contaminación debido a la ubicación (Pbcj.u)		Probabilidad de contaminación debido al diseño y explotación (Pbcj-o)	
	$\sum IRC_{min}$	$\sum IRC_{max}$	$\sum IRC_{min}$	$\sum IRC_{max}$	$\sum IRC_{min}$	$\sum IRC_{max}$
Aguas superficiales	30	150	10	50	20	100
Aguas subterráneas	29	145	9	45	20	100
Atmósfera	22	110	5	25	17	85
Suelo	28	140	8	40	20	100
Salud	29	145	10	50	19	95

Fuente: Zamorano *et al.* (2007).

Las Probabilidad de Contaminación alcanza valores que fluctúan entre 0 y 1, lo que ha permitido la clasificación presentada en la siguiente tabla, en la cual se distinguen las etiquetas que han clasificación la probabilidad de afección en Muy baja, Baja, Media, Alta o Muy alta (Ver tabla 9).

Si una determinada variable o elemento del medio posee valor nulo para las distintas probabilidades de contaminación indicará que no existe interacción entre los procesos que se producen en un determinado punto de vertido y el parámetro considerado.

Tabla 9

Clasificación de las probabilidades de contaminación para cada uno de los elementos del medio

Valor de las probabilidades de contaminación	Clasificación
0 < Pbc1 < 0,2 0 < Pbc-u1 < 0,2 0 < Pbc-o1 < 0,2	Muy Baja
0,2 < Pbc1 < 0,4 0,2 < Pbc-u1 < 0,4 0,2 < Pbc-o1 < 0,4	Baja
0,4 < Pbc1 < 0,6 0,4 < Pbc-u1 < 0,6 0,4 < Pbc-o1 < 0,6	Media
0,6 < Pbc1 < 0,8 0,6 < Pbc-u1 < 0,8 0,6 < Pbc-o1 < 0,8	Alta
0,8 < Pbc1 < 1 0,8 < Pbc-u1 < 1 0,8 < Pbc-o1 < 1	Muy Alta

Fuente: Zamorano *et al.* (2007).

3.6.4.2. Valor ambiental (VAI)

El Valor Ambiental (Vai) pretende identificar y cuantificar la consideración ambiental de cada uno de los elementos del medio (aguas superficiales, aguas subterráneas, atmósfera, suelo, salud y sociedad), desde la relación existente entre las características ambientales y sociopolíticas de estos elementos y las emisiones del vertedero; para determinar el valor ambiental que adquieren los elementos del medio se consideran únicamente las características que puedan verse afectadas por la presencia del vertedero en el entorno inmediato.

1. Aguas superficiales

Para identificar el valor ambiental que en el momento de estudio poseen las aguas superficiales cercanas al punto de vertido, es necesario cuantificar los descriptores ambientales del estado hídrico que se encuentren relacionadas con los procesos de la infraestructura de disposición final, utilizando la ecuación siguiente:

$$Va \text{ aguas sup.} = \frac{A1 + A2 + A3}{3} \quad (10)$$

Donde, A1 es el uso del agua, A2 es el tipo de curso de agua superficial y A3 es la presencia de especies animales o vegetales asociadas a la calidad de las aguas.

2. Aguas subterráneas

Cuando se pretende identificar el valor ambiental que en el momento del estudio poseen las aguas subterráneas cercanas al punto de vertido, es necesario cuantificar los descriptores ambientales que describen las aguas subterráneas y que se encuentren relacionadas con los procesos del botadero utilizando la siguiente expresión:

$$Va \text{ agua sub.} = \frac{B1 + B2}{2} \quad (11)$$

Donde, B1 es usos del agua y B2 es la calidad de las aguas.

3. **Atmósfera**

Para valorar este elemento del medio se ha considerado solo el descriptor ambiental “Calidad del aire”.

$$Va\ atmósfera = C1 \quad (12)$$

Donde, C1 es la calidad del aire. Si el punto de vertido se ubica dentro de una zona protegida, el valor ambiental del elemento atmósfera obtendrá el valor máximo.

4. **Suelo**

De acuerdo al uso que tenga el entorno, se puede identificar el uso posible del vertedero, posterior a su clausura, así como identificar el Valor Ambiental del suelo mediante la siguiente expresión:

$$Va\ suelo = \frac{D1 + D2 + D3}{3} \quad (13)$$

Donde, D1 es el uso del suelo, D2 es el tipo de vegetación, D3 es la cobertura vegetal. Si el punto de vertido se ubica dentro de una zona protegida, el valor ambiental del elemento del suelo será máximo.

5. **Salud y sociedad**

Las poblaciones en general se ven afectadas a través de la contaminación de los cuerpos de aguas superficiales y subterráneas, por el estado de la atmósfera, por la capacidad del sustrato edáfico; mientras que los trabajadores formales e informales que manipulan los residuos en el propio punto de vertido son expuestos directamente a las enfermedades o insalubridad.

Esta doble interconexión permitió considerar cuantitativamente el elemento del medio salud y sociedad como primario y por lo tanto darle máxima importancia; es por ello que el elemento que hace referencia a la salud posee la máxima cuantificación del Valor Ambiental.

Tabla 10
Clasificación de los valores ambientales para cada uno de los elementos del medio

Valor Ambiental Va1	Clasificación
$1 < Va1 < 1,8$	Muy Bajo
$1,8 < Va1 < 2,6$	Bajo
$2,6 < Va1 < 3,4$	Medio Alto
$3,4 < Va1 < 4,2$	Alto
$4,2 < Va1 < 5$	Muy Alto

Fuente: Zamorano *et al.* (2007).

3.6.5. Índice de riesgo de afección ambiental: nivel 3

El Índice de Riesgo de Afección Ambiental (IRAI) pretende conocer cuál es el potencial de afección ambiental que se produce para cada uno de los elementos del medio que componen el entorno inmediato del vertedero, considerando el valor ambiental del mismo. Este factor refleja si existe o no interacción entre los procesos en el punto de vertido y las características de cada uno de los elementos del medio del entorno.

Para la determinación de este índice se utiliza los valores obtenidos previamente en el

Nivel 2: Probabilidad de Contaminación y Valor Ambiental, para cada uno de los elementos del medio o componentes medioambientales, utilizando la ecuación:

$$IRAI = Pbc_i \times Vai \quad (14)$$

Donde:

i: Representa los elementos del medio: aguas superficiales, aguas subterráneas, atmósfera, suelo, salud y sociedad, flora y fauna.

Pbc i: Probabilidad de contaminación para cada elemento del medio (i). Se refiere al estado ambiental del punto de vertido.

Va i : Valor ambiental de los distintos elementos del medio (i), que se refiere a las características de éstos frente a la dinámica del vertedero.

Tabla 11

Clasificación de los índices de riesgo ambiental para cada uno de los elementos del medio

Valor del Índice de riesgo Ambiental (IRA1)	Clasificación
$0 < IRA1 < 1$	Muy Bajo
$1 < IRA1 < 2$	Bajo
$2 < IRA1 < 3$	Medio
$3 < IRA1 < 4$	Alto
$4 < IRA1 < 5$	Muy Alto

Fuente: Zamorano *et al.* (2007).

3.6.6. Índice de interacción medio ambiente vertedero: nivel 4

El Índice de Interacción Medio Ambiente–Vertedero pretende valorar la interacción ambiental existente entre el estado ambiental global del punto de vertido y los elementos del medio, evaluando de forma conjunta las diferentes afecciones a cada elemento del medio a través de la siguiente ecuación:

$$IMV = \sum_{i=1}^{i-5} IRA\ 1 \quad (15)$$

Donde:

i : hace referencia a cada uno de los elementos del medio: aguas superficiales, aguas subterráneas, atmósfera, suelo, salud y sociedad

IRA_i : es el Índice de Riesgo de Afección Ambiental para cada uno de los elementos del medio.

Tabla 12
Clasificación del índice de interacción medio vertedero

Valor del Índice de Interacción Medio Vertedero (IMV)	Clasificación
$0 < \text{IMV} < 5$	Muy Bajo
$5 < \text{IMV} < 10$	Bajo
$10 < \text{IMV} < 15$	Medio
$15 < \text{IMV} < 20$	Alto
$20 < \text{IMV} < 25$	Muy Alto

Fuente: Zamorano *et al.* (2007).

3.6.7. Descripción detallada del uso de materiales, equipos e instrumentos

A partir del grupo de factores o variables ambientales identificadas, se hizo la revisión de la normatividad nacional que aplica para cada una de ellas y cuál del contexto internacional se puede mantener para su utilización según la metodología. Para esta actividad se consultaron los reglamentos y resoluciones vigentes de la autoridad ambiental en el Perú, las cuales se han establecido para licenciar los proyectos de puesta en funcionamiento, operación y clausura de los sistemas y lugares para la disposición final de los residuos sólidos urbanos.

Se dispone la matriz de entrada de datos para documentar con información primaria y secundaria los casos donde se aplica la metodología de evaluación, insumos, entre otros.

3.6.8. Aplicación de prueba estadística inferencial

Una vez que los datos se hayan transferido a una matriz y guardado en un archivo, se analiza con Estadística Descriptiva: distribución de frecuencias (gráficamente), medidas de tendencia central y desviación estándar para medir el grado de dispersión de los datos. Los análisis estadísticos paramétricos para probar las hipótesis, se realizará utilizando el paquete computacional estadístico IBM SPSS Statistics y hoja de cálculo Excel.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación se presentan según objetivos específicos, los cuales están referidos a la caracterización de la generación de residuos sólidos y determinación del nivel de impacto ambiental del botadero para evaluar, calificar y establecer estrategias de manera tal que se pueda proponer una solución integral y sostenible, seleccionándose para evaluar el segundo objetivo específico la metodología EVIAVE ya que en el Perú la aplicación de la metodología EVIAVE pretende proponer su uso como herramienta en el proceso de evaluación de impacto ambiental para proyectos de infraestructura de disposición final y para el seguimiento de los Planes de Manejo Ambiental aprobados para la construcción, operación y cierre de estos sitios. Se presenta el análisis de la metodología EVIAVE con la finalidad de definir los aspectos que son necesarios modificar y se procede a efectuar los cambios necesarios adecuada a la Legislación Peruana, todo esto con la finalidad de comparar los resultados obtenidos y realizar la discusión correspondiente en cuanto al uso de estas herramientas; en donde finalmente la evaluación tendrá como resultado dos alternativas: la clausura con cierre definitivo o la conversión a relleno sanitario del botadero en estudio.

4.1. Caracterización de la generación de residuos sólidos de la población de Juli

El estudio de caracterización de residuos sólidos es un dato técnico muy importante el cual permite conocer las propiedades físicas, químicas y biológicas, y constituye una valiosa información para prever y gestionar adecuadamente los sistemas de gestión de los residuos sólidos desde su generación, almacenamiento, barrido, recolección, tratamiento, aprovechamiento y disposición final, y decidir las estrategias adecuadas que permitan

minimizar los riesgos a la salud de las personas al ambiente y los cuales dan soporte a la presente investigación.

4.1.1. Proyección de la población

El distrito de Juli cuenta actualmente con una población de 8148.00 habitantes y 3949 viviendas (Censo según INEI 2017).

Para la proyección de la población se adoptó un crecimiento geométrico, para el cálculo se utilizó una tasa de crecimiento del 1.6 % anual (índice de crecimiento para la ciudad de según Juli según el INEI).

- P1 = 8148.00
- Segundo año $P2=8148 (1+0.016)^1= 8278$
- Tercer año $P3= 8148 (1+0.016)^2= 8411$
- Cuarto año $P4= 9399 (1+0.016)^3 = 8545\dots$ y así sucesivamente

Tabla 13

Proyección de la población de Juli

AÑO	POBLACIÓN (HABITANTES)
2017	8148
2018	8278
2019	8411
2020	8545
2021	8682
2022	8821
2023	8962
2024	9106
2025	9251
2026	9399
2027	9549

En la Tabla 13 se aprecian los resultados de la proyección de la población para un horizonte de 10 años. Resulta de suma importancia estimar la población futura que tendrá la comunidad por lo menos entre los próximos 5 a 10 años, a fin de calcular la cantidad de Residuos Sólidos que se deberá disponer diaria y anualmente a lo largo de la vida útil del botadero de residuos sólidos estimándose que en 10 años

la población crecerá en 1401 habitantes y se tendrá que prever el asunto de la disposición final de residuos sólidos.

4.1.2. Generación de residuos sólidos de la ciudad de Juli

El estudio de generación de Residuos Sólidos se realizó de acuerdo a los parámetros establecidos por el Consejo Nacional del Ambiente en su guía PIGARS con algunas consideraciones hechas para adecuarse a las condiciones reales presentadas.

De la generación y composición de los desechos que serán manejados en Juli, el cálculo de producción en el sector residencial es predominante, siendo las demás actividades incipientes que su consideración no alcanza a afectar de manera apreciable la cantidad total de Residuos Sólidos, salvo los provenientes de los mercados y de los visitantes, cuando existen atractivos turísticos. Es conveniente estimar las cantidades de residuos que la población genera a través de la producción per cápita.

La Tabla 14 y el gráfico 5 muestran el factor de producción por actividad y la generación total de residuos sólidos de la ciudad de Juli, los mismos que serán utilizados en el transcurso del trabajo de investigación.

Tabla 14
Generación de los residuos sólidos Juli 2018-2019

COMPONENTES	Residen. Rs Ton/día	Comer. RS Ton/día	Rest. RS Ton/día	Educa. RS Ton/día	Mercados RS Ton/día	Barridos calles Ton/día	Hospt RS Ton/día	TOTAL RS Ton/día
ORGANICOS								
Residuos de comida	0.45	0.04	0.2	0.2	0.7	0.05	0.26	1.9
papel	0.02	0.02	0.01	0.1	0.03	0.02	0.04	0.24
Cartón	0.02	0.25	0.06	0.03	0.01	0.01	0.1	0.48
Plástico	0.03	0.04	0.09	0.3	0.4	0.03	0.06	0.95
Textil	0.01	0.01	0.03	0	0.03	0.02	0.02	0.12
Madera	0.02	0.02	0	0	0.02	0.02	0	0.08
INORGANICO								
Vidrio	0.06	0.01	0.01	0.1	0.06	0.01	0.02	0.27
Latas de hojalata	0.04	0.05	0.04	0.01	0.05	0.02	0.02	0.23
Aluminio	0.1	0.02	0	0	0	0	0	0.12
Otros Metales	0.01	0.01	0	0	0	0.05	0	0.07
Suciedad, cenizas , etc.	0.5	0.02	0.2	0.1	0	0.38	0	1.2
Total	1.26	0.49	0.64	0.84	1.3	0.61	0.52	5.66

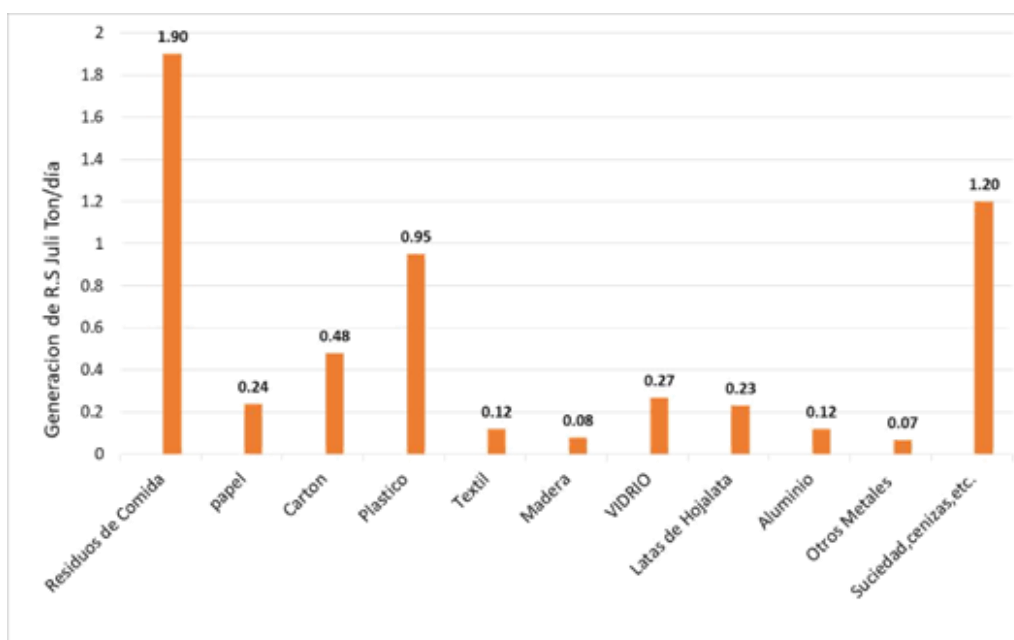


Figura 6. Generación de residuos sólidos Juli

De la tabla 14 y del gráfico 6 se observa que los restos de comida son los que se generan en mayor cantidad 1.90 Ton/día, seguido del barrido de calles en 1.20 ton/día consistente en suciedad, cenizas (esto fundamentalmente del cerro Bartolomé donde hacen pagos a la tierra: costumbre ancestral), luego los plásticos 0.95 ton/día. El tipo de residuo dispuesto en el botadero es determinante en lo que se refiere a la toxicidad del lixiviado y a la producción de biogás. En caso de existir grandes cantidades de residuos orgánicos el lixiviado se transforma en muy agresivo frente a los elementos del medio, de ahí la importancia de considerar la tipología de los residuos a la hora de analizar su riesgo de contaminación.

La cantidad de residuos sólidos generados y que se recolectaron en la ciudad de Juli, son de suma importancia para determinar el cumplimiento del programa general de gestión de residuos sólidos (almacenamiento, recolección, transferencia, posibilidades de reutilización y disposición final).

4.1.3. Composición física de los residuos solidos

$$\text{porcentaje (\%)} = \frac{P_i}{WT} \times 100$$

$$\%P = \frac{1.90}{5.60} \times 100 = 33.56$$

$$\%P = \frac{0.24}{5.60} \times 100 = 4.24$$

Y así sucesivamente se calcula para los demás componentes tal como se aprecia en la columna 02 de la Tabla 3.5.

Tabla 15
Composición física de los residuos solidos

COMPONENTES	TOTAL RS Ton/día	PORCENTAJES %
ORGANOS		
Residuos de Comida	1.9	33.57
papel	0.24	4.24
Cartón	0.48	8.48
Plástico	0.95	16.78
Textil	0.12	2.12
Madera	0.08	1.41
INORGANICO		
Vidrios	0.27	4.77
Latas de Hojalata	0.23	4.06
Aluminio	0.12	2.12
Otros Metales	0.07	1.24
Suciedad,cenizas,etc.	1.2	21.2
TOTAL	5.66	100

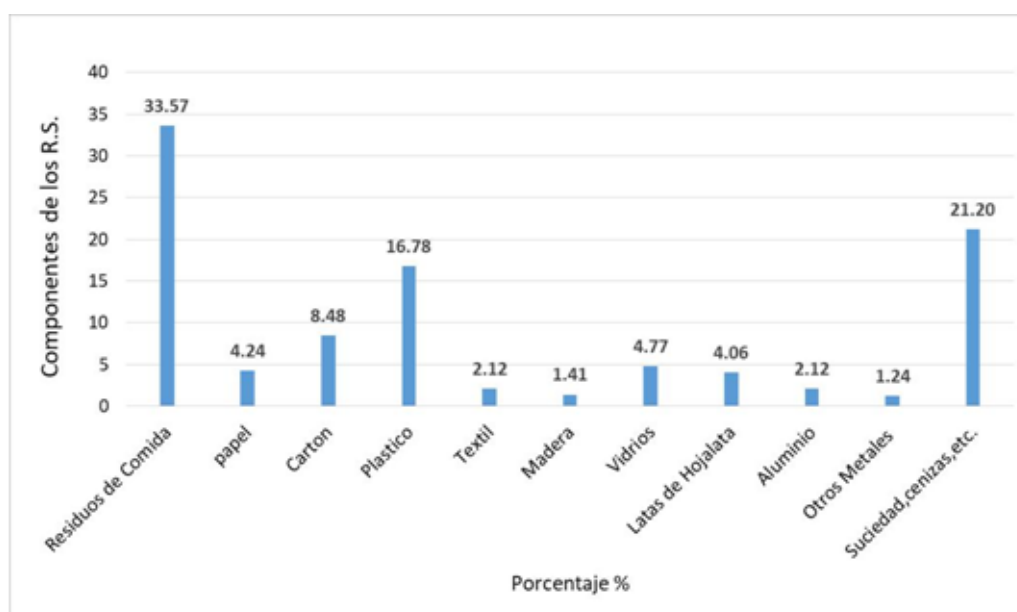


Figura 7. Composición física de los residuos sólidos de Juli

De la tabla 15 del mismo modo se tiene un gráfico adicional (Figura 7) donde se muestra gráficamente los datos de la tabla antes mencionada. se observa que la generación de residuos sólidos orgánicos es alto 33.57 % valor que predice el incremento de la producción de gases y lixiviados en el punto de vertido, los cuales afectan directamente los elementos del medio: aguas superficiales, aguas subterráneas, atmósfera y salud y sociedad.

Estos valores de la composición física mostrados en el cuadro precedente son cercanos a los obtenidos en los estudios realizados por el MINAM (2012), la ALT TPDS-CAN (2008) y Sarmiento (2015) corroborándose así los resultados encontrados en el presente estudio.

4.1.4. Densidad

Siendo la densidad una relación del peso de los residuos sólidos con respecto a su volumen (kg/m³), es importante identificar la densidad de los residuos sueltos y los residuos compactados.

El cálculo de la densidad se realiza empleando la siguiente fórmula

$$S = \frac{w}{v}$$

$$S = \frac{5660 \text{ kg}}{6.908 \text{ m}^3} = 819.33 \text{ kg/m}^3$$

Tabla 16

Densidad de residuos sólidos de Juli

Masa promedio de residuos sólidos (kg/día)	Volumen (m ³)	Densidad (Kg/m ³)
5660	6.908 m ³	819.33

La tabla 16, referente al cálculo de la densidad de los residuos sólidos se encontró que el peso específico de los residuos sólidos es de 5660.00 Kg/día y el volumen es 6.908 m³, determinándose la densidad en 819.33 Kg/m³ el cual es cercano al valor promedio normal para ciudades Peruanas CONAM (2001).

La densidad de los residuos urbanos es un valor fundamental para dimensionar los recipientes de pre recogida tanto de los hogares como de la vía pública. Igualmente, es un factor básico que marca los volúmenes de los equipos de recogida y transporte, tolvas de recepción, cintas, capacidad de botaderos, etc. Este valor soporta grandes variaciones según el grado de compactación a que están sometidos los residuos. La reducción de volumen tiene lugar en todas las fases de

la gestión de los residuos y se utiliza para optimizar la operación, ya que el gran espacio que ocupan es uno de los problemas fundamentales en estas operaciones.

Primero, en el hogar al introducirlos en una bolsa, después, dentro del contenedor al estar sometidos al peso de otras bolsas, más tarde en los vehículos recolectores compactadores, y por último en los tratamientos finales, dato que se utilizará, entre otros, para el diseño del expediente técnico del relleno sanitario. Sin embargo la mayor o menor densidad de la masa de residuos, entendida como los residuos y el material de cobertura, incide directamente en la producción de gases y lixiviados, afectando directamente en los elementos del medio: aguas superficiales y subterráneas, atmósfera y salud-sociedad.

4.1.5. Producción per cápita de los residuos sólidos proyectado

Una variable necesaria para dimensionar los procesos de almacenamiento, recolección, posibilidades de reutilización y la disposición final es la llamada producción per cápita (ppc). Este parámetro asocia el tamaño de la población y las actividades comerciales, institucionales, educativas y de limpieza pública.

$$PPC = \frac{Kg \text{ recolectados}}{N^\circ \text{ de habitantes}}$$

$$PPC = \frac{5560 \text{ Kg}}{8148 \text{ hab.}} = 0.68$$

Si consideramos una generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios de 0.68 Kg/hab/día, y una tasa de crecimiento poblacional de 1.60 % y en promedio una tasa de crecimiento de la generación de los residuos sólidos del 1%, proyectado a unos 10 años se tendrá la siguiente tabla con la proyección de residuos sólidos.

La cantidad diaria de residuos sólidos que genera la población de 8148 habitantes de la ciudad de Juli se estimó con:

$$PPC = PPC1 + (1 \%)$$

Con la ecuación que se muestra se efectúa la proyección de los residuos per cápita para los siguientes 10 años. Se estima que la producción per cápita aumentara en 1 % anual. Entonces, para el segundo, tercer año es:

$$PPC2 = PPC1 + (1 \%) = 0,68 \times (1,01) = 0,686 \text{ kg/hab/día}$$

$$PPC3 = 0,686 + (1 \%) = 0,686 \times (1,01) = 0,692 \text{ kg/hab/día}$$

$$PPC4 = 0,692 + (1 \%) = 0,692 \times (1,01) = 0,698 \text{ kg/hab/día}$$

Y así sucesivamente se calcula para los demás años tal como se aprecia en la columna 02 de la Tabla 17.

Tabla 17

Generación per cápita de residuos sólidos proyectado para 10 años

AÑO	Población Hab.	PPC Kg/hab- día	Cantidad de residuos solidos		
			Diaria Kg/día	Anual tonelada	Acumulado Ton/año
2017	8148	0.686	5589.52	2040.17	2040.17
2018	8278	0.6929	5728.37	2090.86	4131.03
2019	8411	0.6998	5870.87	2142.87	6273.9
2020	8545	0.7068	6015.68	2195.72	8469.62
2021	8682	0.7139	6172.9	2253.11	10722.73
2022	8821	0.721	6333.47	2311.72	13034.45
2023	8962	0.7282	6497.45	2371.57	15406.01
2024	9106	0.7355	6665.95	2433.07	17839.09
2025	9251	0.7428	6836.48	2495.32	20334.4
2026	9399	0.7503	7011.65	2559.25	22893.65
2027	9549.7	0.7578	7190.39	2624.49	25518.15

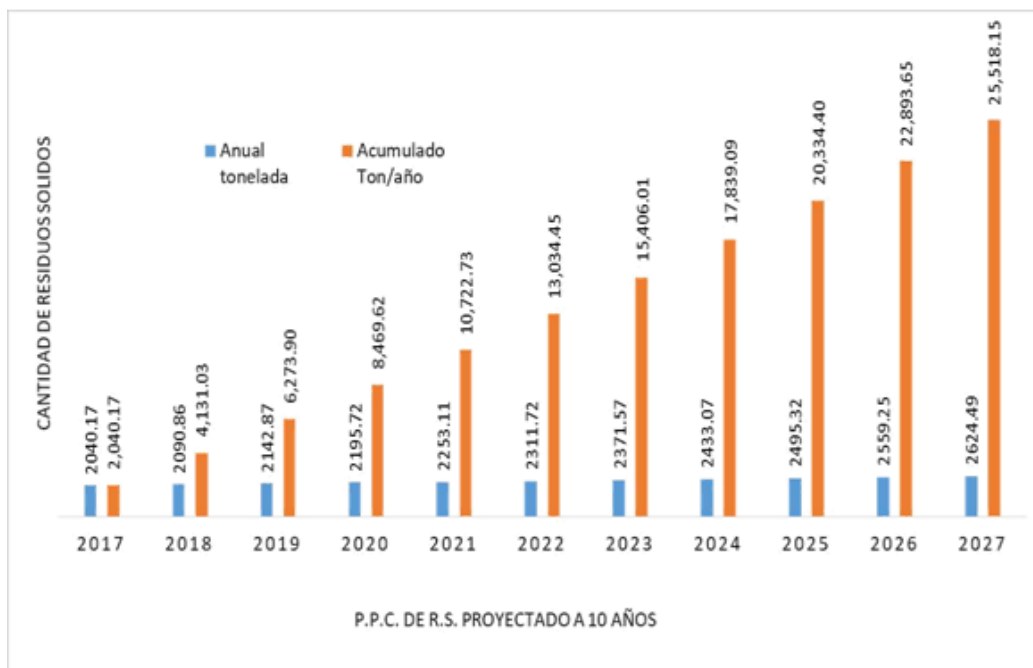


Figura 8. Generación per cápita de residuos sólidos proyectado para 10 años

De la tabla 17 y gráfico 8 se observa que la PPC de los residuos generados en la ciudad de Juli es de 0.6860 Kg/hab-día acumulándose durante el año 2017 la cantidad de 2040.17 toneladas de residuos sólidos y para dentro de cinco años es decir el año 2022 la PPC será de 0.7210 Kg/hab-día acumulándose la cantidad de 13034.41 toneladas donde claramente se observa el incremento de los residuos sólidos y por ende el colapso del actual botadero de la ciudad de Juli.

La generación per cápita de residuos sólidos municipales es la variable que permite conocer la producción de residuos sólidos en kilogramos generados por una persona en un día, variable que puede ser afectada por factores de nivel de ingresos económicos, hábitos de consumo, nivel cultural, ubicación geográfica, condiciones climáticas y estándares de calidad de vida de la población. En los últimos años el crecimiento económico que ha experimentado nuestro país ha traído consigo un considerable aumento en la generación de estos residuos.

Se puede observar que la generación per cápita de los residuos sólidos en Juli se va incrementando cada año, y el promedio anual de la generación de residuos sólidos a nivel nacional y por regiones también se incrementa.

4.2. Determinación del nivel de impacto ambiental del botadero de residuos sólidos de Juli

El procedimiento para el desarrollo de la presente investigación se lleva a cabo en tres fases.

- En la fase de pre campo:

Se realiza la búsqueda, recolección y procesamiento de información de diversas fuentes bibliográficas en relación al tema de investigación y al área de estudio.

- En la fase de campo:

Se realiza la inspección técnica al botadero de Juli, con la finalidad de conocer las características relativas a su diseño y operación, además se efectúa la observación directa de las características ambientales y sociales del área de estudio aplicándose entrevistas al personal del botadero y.

- En la fase de gabinete:

Se realiza el análisis y sistematización de la información recolectada, cruzando información de lo obtenido por los diversos actores involucrados, lo observado en campo y de la información técnica encontrada, para la posterior aplicación de la metodología EVIAVE modificada.

4.2.1. Descripción del botadero seleccionado

Con la información necesaria y disponible, preliminarmente se identificó descriptivamente los factores ambientales y socio político del punto de vertido así como las características del medio físico del lugar denominado Parcialidad de Nayranaque lugar Cantirawi, a 5 km de la ciudad de Juli, camino a la ciudad de Desaguadero siguiendo por la carretera panamericana sur, los cuales se encuentran en la tabla 18 y una vez evaluado la ubicación del botadero, también se hizo necesario describir las características relativas a la explotación del botadero para evaluar el diagnóstico ambiental observando en el momento de la visita la probabilidad de contaminación que el botadero poseía hacia los diferentes elementos del medio que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 18
Identificación de factores ambientales y socio-políticos del botadero municipal de residuos sólidos Juli 2018-2019

FACTORES AMBIENTALES		
GEOLOGÍA	FORMACIONES GEOLÓGICAS	En el área de vertido se encuentra aflorando el grupo Puno y los depósitos cuaternarios; cubiertos por una cobertura de vegetación propia de la zona. Morfológicamente , la zona de vertido , se ubica en el altiplano y se caracteriza por su topografía llana y pendiente que varían entre 5° a 20° , con altura varían entre 3810 a 4342 msnm. Destacando cadenas de cerros a manera de colinas.
	CARACTERÍSTICAS	a) aspectos litológicos; Suelos coluvie - residuales cubierto por pastos naturales cubriendo a rocas sedimentarias compuesto por areniscas con limo arcillitas y latitas marrón rojizas que buzan a favor de la pendiente del terreno (N22°O/ 22°E). b) Los depósitos cuaternarios está compuesto de arena, limo y pequeñas cantidades de arcillas en la parte alta del vertedero en la dirección sureste, cerca de la quebrada del rio seco
	DISTANCIAS A FALLAS	Morfológicamente, aproximadamente a 3Km. abajo del botadero existe una zona afectada por el movimiento en masa, se ubica en el altiplano y se caracteriza por su 20°, con alturas varían entre 3810 a 4342 msnm. Topografía llana y pendientes que varían entre 5° a Destacando cadenas de cerros a manera de colinas.
	RIESGO SÍSMICO	El actual vertedero; se encuentra ubicado dentro de la zona sísmica 4 – 5; con aceleraciones máximas de 0,25 g, para un periodo de retorno de 50 años, según los resultados del Instituto Geográfico de la zona del Sur del Perú.
GEOMORFOLOGÍA	UNIDADES MORFOLÓGICAS	TOPOGRAFIA GENERAL depresiva TOPOGRAFIA LOCAL pendiente
	TOPOGRAFIA- CARTA PENDIENTES	PENDIENTES Lomas: Son pequeños cerros de pendiente alta que varía de 10° a 15°, ubicado en la parte alta del vertedero al este y sureste. Terraza Aluvial: Es una pequeña planicie de pendiente suave de cinco grados; drenada por una quebrada del riachuelo Nayranaque, que llega a formar un desnivel de treinta a cuarenta metros.
HIDROLÓGICA SUPERFICIAL	PRESENCIA DE AGUAS SUPERFICIALES	DISTANCIA A CUERPOS DE AGUA En el área del vertedero, no hay cuerpos de cuerpos de agua en época de invierno pero en época de verano si existen bofedales. Aproximandamente a 1km se encuentral el riachuelo que baja desde lo alto de este cerro
	RIESGO DE INUNDACIÓN	DISTANCIA A RIOS O QUEBRADAS existe dos pequeñas quebrada de drenaje rectangular : mo existe rios pero la vertiente de las aguas que descienden del botadero llegan hasta el riachuelo Nayranaque y al alcantarillado del la carreta panamericana
HIDR OLOG	POZOS ESCORRENTÍA	Muestra áreas húmedas estacionales y permanentes (bofedal), la vegetancion esta constituida por pajonales densos , asi mismo presentan areas hidromorficas y especies domesticadas y silvestres. Flujo de aguas subterráneas los cuales drenan de arriba hacia abajo en periodos de fuertes precipitaciones cuyas aguas se depositan en las quebradas del cerro Cutirawi la carretera puno Desaguadero lugar Huaychapata en el Km. 1442 de lallegando inclusive hasta la alcantarilla de Panamericana sur

Aproximadamente a 300 m. se encuentra un pozo utilizado para los abastecimientos de ganado rural y a 1km. se encuentra 03 pozos utilizado para riego y consumo humano esporádicamente.

PERMEABILIDAD DEL SUSTRATO

Secuencia de depósitos gravas, arena, limo con pequeños horizontes lenticulares de limos arcillosos ubicados en la parte alta del vertedero.

IMPORTANCIA HIDROGEOLÓGICA

En la zona se observa la presencia de bofedales u oconales; así como manantiales temporales y permanentes .En el talud superior de la carretera se observa filtraciones de agua que se acumulan y circulan por la alcantarilla

	Característica	Verano (Enero)	Invierno (Julio)
CLIMA	Temperatura Promedia Diurna:	+15°C	+15°C
	Temperatura Promedia Nocturna:	+3°C	-7°C
	Precipitación Promedia:	150 mm/mes	5 mm/mes
	Humedad Relativa Promedia:	60%	40%
VIENTOS	La velocidad media del viento es de 9.5 km/h por encontrarse en la parte alta en el cerro Cutirawe, con velocidad prevaleciente por las mañanas de sur a norte, con variaciones por las tardes de este a oeste durante los meses de Agosto y Septiembre fundamentalmente.		
DE LAS TIERRAS (PROPIEDAD ESAGRÍCOLAS)	El uso actual de la tierra; es decir, el área dedicada a la producción y/o explotación es regular, como consecuencia de la falta de recursos de apoyo a la producción; además del bajo desarrollo agrario en el ámbito de estudio que está relacionado a las características agroclimáticas adversas en la zona y a la disponibilidad del recurso hídrico. Cabe mencionar que las unidades agropecuarias o familias siembran uno o más cultivos transitorios en pequeñas parcelas distribuidos en lugares diferentes durante una campaña generalmente para consumo.		
VEGETACIÓN	Conformadas por franjas de tierra que se extienden al piso alto andino con terrenos inclinados y quebradas; especies vegetales representativas Chillihua, Festuca, Ichu, espinosos y cultivos por secano; hay presencia de sobrepastoreo y quemas así como extracción de Queñua. Está representado por la pradera nativa de pastoreo, predominan gramíneas mezcladas con arbustos para leña.		
FAUNA	Presencia de animales silvestres como cuyes, zorros, zorrinos, ratones, los reptiles terrestres como lagartijas y aves como la huallata.		

FACTORES SOCIO POLÍTICOS

UBICACIÓN RELATIVA
 DISTANCIA
 NUCLEOS POBLADOS, INFRAESTRUCTURAS Y SITIOS DE INTERÉS

ÁREAS ADMINISTRATIVAS
 USOS DEL SUELO

El botadero se encuentra ubicado dentro de un área de administración especial que está a cargo de la Municipalidad Provincial de Chucuito-Juli

Las tierras circundantes están clasificadas como de clase VI, las cuales tienen severas limitaciones que las hacen inapropiadas para cultivos. Son aptas para pastos y pastizales naturales. La crianza de Ganadería y agricultura precaria es de subsistencia.

El botadero se encuentra ubicado a 200 m de 10 viviendas de bajos recursos y a 700 m de viviendas en mejores condiciones. La carretera Panamericana Sur pasa a 3 Km debajo del botadero. Se encuentran casas a 3 km. Luego a 1.0 km comienza una urbanización. El casco urbano está a los 3.0 km debajo del botadero.

Tabla 19
 Descripción de las características de explotación del botadero de residuos sólidos Juli 2018-2019

DATOS GENERALES SOBRE EL PUNTO DE VERTIDO	
NOMBRE DEL BOTADERO	Municipal Juli
FECHA DE VISITA	20-12-2018 al 20-07-2019
MUNICIPIO DONDE SE UBICA	Juli
COORDENADA E	491024
COORDENADA N	8164596
UBICACIÓN DEL BOTADERO	
POBLACIÓN VERTEDEDORA Población de Juli	MUNICIPIO SERVICIO municipalidad provincial chucuito - juli
POBLACIÓN SERVIDORA Juli	HABITANTES Aproximadamente disponen en el vertedero 10000 habitantes incluido la población flotante
SUPERFICIE DE VERTIDO 4 ha	SUPERFICIE AFECTADA POR EL VERTIDO 20 ha en la parte baja del botadero fundamentalmente
PROPIETARIO DEL TERRENO	municipalidad provincial chucuito - Juli
EXPLORACION PUBLICA PRIVADA (EMPRESA)	Publica - municipalidad de juli
EDAD DEL BOTADERO	15- años - año 2003
SITUACIÓN ACTUAL EN LA QUE SE ENCUENTRA EL BOTADERO	En funcionamiento
TIENE PROYECTO	NO
HA SIDO SOMETIDO A EIA	NO



Figura 9. Descripción del punto de vertido acceso al botadero

La entrada al botadero se encuentra en la parte alta de la población de Juli aproximadamente 3.00 km arriba de la carretera Panamericana Sur. No existe caseta de vigilantes, No existe vallado perimetral solamente está cercado en una parte con piedras.



Figura 10. Caminos internos del botadero

No existen caminos internos dentro del botadero, todo ello está cubierto por tierra del mismo sitio de disposición. El camino hacia el botadero es de tierra con arena compactada con un ancho aproximado de 4 m. Existe material particulado en los laterales de los caminos internos.



Figura 11. Señalizaciones

No existe señalización externa ni interna



Figura 12. Operaciones rellenos en el botadero

No hay operaciones en el vertedero. No existe maquinaria en el sitio; solamente trasladan una excavadora para abrir las fosas. Los residuos son colocados en las fosas sin ser extendidos ni compactados. No existe orden regular en los vertidos de los residuos, No existen zonas de igual tipo de residuos.



Figura 13. Taludes

La disposición se realiza en unas pequeñas fosas. Se percibe erosión superficial en el terreno. No existen taludes en el sitio de vertido, los residuos son dispuestos inapropiadamente.



Figura 14. Material de cobertura

Existe material de cobertura de tierra limosa obtenida en el mismo lugar. La frecuencia del recubrimiento es eventual.



Figura 15. Lixiviados

No existen drenajes superficiales.

Se perciben balsas de lixiviados. En la entrada del vertedero existe un drenaje transversal al nivel de la vía, por donde pasa una quebrada de régimen intermitente; la cual se encuentra rodeada de residuos.

No existen drenajes superficiales, a lo largo de la vía.

Descarga de aguas servidas o negras pasa a un lado del área del botadero. Se perciben balsas de aguas de lluvias.



Figura 16. Poblaciones afectadas por los olores

Comunidad Nayranaque y Cantirawe

Sistemas de recogida de gases

No existen sistemas de ventilación pasivo (pozos de ventilación) o fumarolas



Figura 17. Residuos tóxicos y peligrosos

Existen pilas, latas de pintura, restos de talleres, envases de productos químicos, envases de aceite para motor.



Figura 18. Voluminosos y neumáticos

Se encuentran dispersos por el punto de vertido sillas de plásticos, neumáticos de vehículos menores triciclos, motos, bicicletas.



Figura 19. Residuos de la construcción y demolición

Muy poco, la empresa constructora Geminis actualmente está depositando sus residuos en una fosa aparte que ha sido designado por la Municipalidad de Juli.

Tabla 20
Composición de los residuos (%)

MATERIA ORGANICA	PAPEL Y CARTON	VIDRIO	PLASTICO	METAL	TEXTIL	OTROS
33.57	12.72	4.77	16.78	7.42	2.12	21.20



Figura 20. Clasificación de los residuos que se disponen en el sitio

No existe clasificación de residuos. Solo existen 03 trabajadores formales inscritos en el Municipio de Juli que son los dueños del terreno de disposición final y pobladores del sector de Nayranque que son recicladores informales.



Figura 21. Vegetación

En el punto de vertido y en la zonas perimetrales: abundan formaciones de gramíneas, ichos, tholas y otras plantas como musgos y líquenes



Figura 22. Animales / insectos

En el punto de vertido: perros, ratas, aves y moscas

Tabla 21

Circunstancias singulares del vertido

NEUMATICOS	RESIDUOS INDUSTRIALES	VERTIDO LIQUIDOS O SEMI LIQUIDOS	RESIDUOS PELIGROSOS	PILAS O ACUMULDORES	OTROS		
OBSERVACIONES							
EXPLORACION CONVENCIONAL	RECUBRIMIENTO	QUEMA	VERTIDO DE ESCOMBROS INCONTRO LADOS	CIERRE SELLADO DEFINITIVO	REINSERCIÓN ABANDONO	OTROS	
TRAMIENTO ACTUAL							
APARICION DE LIXIVIAS	NEUMATICOS ARDIENDO	COMBUSTIÓN	MALOS OLORES	INSECTOS / AVES / ROEDORES	TRANSEUNTOS /REBUSCABLES	SUSTRATO PERMEABLE	VUELO DE MATERIALES
IMPACTOS EVIDENTES							

4.2.2. Determinación del índice de riesgo de contaminación

El índice de riesgo de contaminación está en función de las variables del botadero, para los que se definió una serie de características del punto de vertido, quienes influyeron directa o indirectamente sobre la afección ambiental a los distintos parámetros o elementos del medio considerados, y que se relacionaron teniendo en cuenta su ubicación, diseño y explotación, mostrándonos los siguientes resultados.

Tabla 22
Índice de riesgo de contaminación del botadero municipal de residuos sólidos Juli 2018-2019

Variables	Clasificación (Cj)	IRCj=(Cj)x(Pj)				Salud y Soc.	
		Aguas sup.	Aguas Sub.	Atmosfera	Suelo		
Explotación y diseño	Asentamiento de la masa de residuos	5	5	5	5	10	5
	Cobertura diaria	5	10	10	10	10	10
	Cobertura final	5	10	10	10	10	10
	Compactación	4	8	8	8	8	8
	Control de Gases	5		5	10	5	5
	Control de Lixiviado	5	10	10		10	10
	Edad del Verdadero	3	6	6	6	6	6
	Estados de los caminos internos	5	5		5	10	5
	Impermeabilización del punto vertido	5	10	10		10	
	Seguridad	5					10
	Sistema de drenaje superficial	5	10	10			
	Taludes	4	8	8	4	8	4
	Tamaño de vertedero	1	2	2	2	2	2
	Tipo de residuo	5	10	10	10	10	10
	Ubicación	Vulnerabilidad de las aguas subterráneas	3		6		
Distancia a infraestructuras		2					4
Distancia a núcleos de población		5					10
Distancias a masas de aguas superficiales		2	4				
Erosión		4				8	
Fallas		3		6			
Morfología		5	10				
Pluviometría		4	8	8	8	8	8
Puntos situados en zonas inundable		3	6	6		6	
Riesgo sísmico		2	4	4	4	4	4
Viento	4	4		8	4	8	
Visibilidad	2					4	
	$\sum IRCj=$	130	124	90	129	123	
	$\sum IRCjo=$	94	100	70	99	85	
	$\sum IRCJu=$	36	24	20	30	38	

Para cuantificar los resultados de la tabla 22 se utilizaron las tablas comparativas 6, 7 y 8 de la metodología EVIAVE.

En el primer nivel de aplicación de la metodología EVIAVE modificada, se procedió a la recopilación de información del botadero de Juli, lo que ha permitido la clasificación de cada uno de los descriptores considerados.

De la tabla 22 se observa que el parámetro clasificación (Cj) describe como se encuentra el botadero respecto a las variables. Los Índices de Riesgo de Contaminación de las variables (IRCj), permitieron cuantificar la Probabilidad de contaminación de los diferentes elementos del medio en el botadero estudiado,

consecuentemente estos valores son datos preliminares que nos permitirán cumplir el objetivo principal del presente estudio.

4.2.3. Determinación de la probabilidad de contaminación

La Probabilidad de Contaminación de los elementos del medio (Pbc), está en función del estado en que se encuentra la explotación del punto de vertido, de las características de los residuos y del desplazamiento que poseen las emisiones acuosas y gaseosas en su entorno inmediato.

Para cuantificar los resultados de la tabla 23, se utilizaron las tablas comparativas 7, 8 y la ecuación 11; cuyo análisis se presenta a continuación de la presentación de la siguiente tabla:

Tabla 23

Probabilidad de contaminación del botadero municipal de residuos sólidos Juli 2018-2019

Elemento	valor	Pbc Clasificación	valor	Pbco Clasificación	valor	Pbcu clasificación
Aguas superficiales	0.83	Muy alta	0.92	Muy alta	0.65	alta
Aguas subterráneas	0.82	Muy alta	1	Muy alta	0.42	media
Atmosfera	0.77	alta	0.78	Alta	0.75	alta
Suelo	0.9	Muy alta	0.98	Muy alta	0.68	alta
Salud y Sociedad	0.81	Muy alta	0.86	Muy alta	0.7	alta

Pbc aguas superficiales

La Pbcaguas superficiales en el botadero estudiado, tiene un valor de 0.83 clasificado como probabilidad de contaminación alta. Demostrándose que el botadero no posee un sistema de drenaje superficial, hay generación de lixiviados debido al exceso de lluvias y la mala compactación de los residuos.

Con estos resultados se confirma que los botaderos a cielo abierto se desarrollan sin criterios técnicos de ingeniería en su construcción y operación, inciden de forma evidente la probabilidad de contaminación de las aguas superficiales y la

alteración de los sistemas naturales de drenaje por parte de los lixiviados que se producen en los sitios de vertido.

Pbc Aguas Subterráneas

Se observa que el valor obtenido de la Pbcaguas subterráneas es de 0.82 clasificado en la escala establecida como probabilidad de contaminación muy alta, demostrándose como la ubicación y explotación del punto de vertido se realiza de forma inadecuada, sin cumplir la normativa ambiental vigente y criterios técnicos, produciéndose daños ambientales. Este resultado explica que el botadero carece de infraestructura tales como impermeabilización del punto de vertido, sistemas para recoger los lixiviados y gases, pozos de monitoreo y cubiertas protectoras, con lo cual este sitio se ha transformado en punto potenciales de contaminación de las aguas subterráneas.

Pbc Atmósfera

La Pbcatmósfera en el botadero estudiado, nos muestra un valor de 0.77 clasificado como probabilidad de contaminación alta, esto debido a la disposición en mayor cantidad de materia orgánica, el no recubrimiento de los residuos sólidos, edad del botadero asociado a la lluvia hacen que se produzca mayor emanación de olores. Diversos estudios realizados en otros países (Aguilar *et al.*, 2006; Laguna *et al.*, 2005) señalan que en los vertederos, debido a su diseño y explotación deficiente, que no cuentan con sistemas de ventilación de gases, se producen olores molestos asociados a la digestión bacteriana de la materia orgánica.

Pbc Suelo

La Pbc suelo en el sitio de vertido analizado, alcanza un valor de 0.90 clasificado como probabilidad de contaminación muy alta. Este calificativo confirma que el botadero no presenta un método operativo de cubrimiento diario y compactación de los residuos, así como control de los gases y lixiviados generados; en donde los residuos son dispuestos en terrazas irregulares sin taludes definidos en condiciones de inestabilidad y con evidencias de procesos erosivos evidenciándose la probabilidad de contaminación de este elemento. Así también lo manifiesta Calvo *et al.*, (2004) la explotación inadecuada del punto de vertido

afecta significativamente el elemento del medio suelo en el botadero así como su entorno, dando lugar a una modificación del sistema edáfico por la sustitución y modificación de sus características.

Pbc Salud y Sociedad

El valor de la Pbc salud y sociedad obtenida en el sitio de vertido es de 0.81 lo cual es clasificado de acuerdo a la metodología propuesta como probabilidad de contaminación muy alta. Esta alta probabilidad de contaminación se justifica porque el botadero se ubica en una zona periurbana muy cercano a la carretera Panamericana Sur, cercano a comunidades como Naryranaque y Cutirawi, cercano a sitios de cultivo y pastoreo de ganado, se observa manipulación inadecuada por parte de los operarios sin acatar las normas de seguridad e higiene.

El libre acceso de personas y animales a los sitios de disposición final, constituyen un factor de riesgo permanente a la salud (Rondón *et al.*, 2003).

4.2.4. Probabilidad de contaminación relacionada con la explotación y ubicación del punto de vertido

Complementariamente con la finalidad de analizar si el problema ambiental de un vertedero está relacionado con el estado en que se encuentra la explotación del mismo, se estudió la Probabilidad de Contaminación relacionada con la operación del punto de vertido (Pbco), la cual se determinó con las variables asociadas con la explotación y diseño de la instalación y la Probabilidad de Contaminación relacionada con la ubicación del punto de vertido (Pbcu), evaluándose esta última variable con el objeto de determinar si el problema ambiental de un vertedero está relacionado con la ubicación del mismo; evaluándose para ello las variables relacionadas con la ubicación.

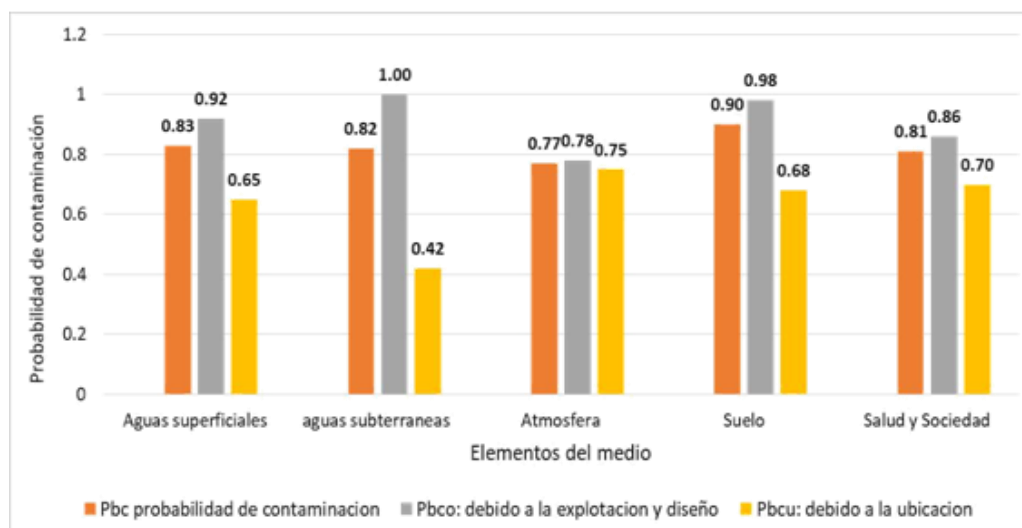


Figura 23. Probabilidad de contaminación con la explotación y ubicación

De la figura 23 se observa que los valores de Pbc están clasificadas como muy alta arrojando valores de 0.92, 1.00, 0.98 y 0.86 para los elementos que lo componen a excepción del elemento atmosfera que es de 0.78 clasificándola como alta, se comprueba una vez más con estos resultados la inadecuada explotación de los vertederos debido a la falta o inadecuada cobertura diaria, cobertura final, compactación, control de gases, control de lixiviados, sistema de drenaje superficial, impermeabilización del vaso de vertido, el estado de los caminos internos, seguridad, taludes; influyen asimismo la falta de asentamiento de la masa de residuos y la edad del botadero que data desde el año 2003. Para la Pbcu se observa valores de 0.65, 0.75, 0.68 y 0.70 clasificándolas como probabilidad de contaminación alta a excepción del elemento aguas subterráneas que tiene un valor de 0.42 clasificándola como media; comprobándose así su inadecuada ubicación frente a poblaciones e infraestructura, seguido de la contaminación de las aguas superficiales y el suelo con un calificativo alto debido fundamentalmente de que en épocas de lluvia estos se encuentran almacenados en las fosas, referente a las aguas las aguas subterráneas se demuestra que el punto de vertido no está en contacto directo con masas de agua debido a que está ubicado en una pendiente en consecuencia el agua discurre por las lomitas del cerro, para el elemento suelo se cuenta con material de cobertura casi adecuado y en cuanto a las aguas subterráneas se tiene un calificativo medio esto debido a que probablemente el botadero este localizado en una zona donde la hidrológica

subterránea está representada por acuíferos locales o discontinuos, de muy bajo rendimiento.

Estas afirmaciones son importantes porque confirman los resultados obtenidos en la tablas 19, 20 y 22 evidenciándose de que la mayor probabilidad de contaminación está asociada con la explotación y diseño de la instalación poniéndose de manifiesto la ausencia en general, de las infraestructuras básicas destinadas a minimizar los efectos negativos de las emisiones generadas por el punto de vertido analizado.

4.2.5. Determinación del valor ambiental

La Valoración Ambiental (Va) da a conocer la importancia ambiental en la que se encuentran los elementos del medio que forman el entorno del punto de vertido analizado.

El Valor Ambiental identifica y cuantifica la consideración ambiental de cada uno de estos elementos en el entorno del vertido, desde la relación existente entre las características del elemento (ambientales y/o socio políticas) y las emisiones del vertedero.

Tabla 24
Valor ambiental, índice de riesgo ambiental e interacción medio-botadero de residuos sólidos Juli 2018-2019

Elemento	Va		IRA		IMV	
	valor	Clasificación	valor	Clasificación	valor	Clasificación
Aguas superficiales	3	Medio alto	2.49	medio		
aguas subterráneas	3.5	alto	2.87	medio		
Atmosfera	4	alto	3.08	Alta	15.19	alto
Suelo	3	Medio alto	2.7	medio		
Salud y sociedad	5	Muy alto	4.05	Muy alta		

Para cuantificar los resultados de la tabla 24, se utilizaron las tablas comparativas 11,12 y 13 cuyo análisis de los Va obtenidos para los diferentes elementos del medio se presentan a continuación.

Va aguas superficiales

Él Va aguas superficiales del botadero analizado es de 3.00 clasificado según la escala establecida como valor ambiental medio. De lo evaluado se demuestra que el punto de vertido tiene algunos problemas de explotación con respecto a este elemento, sin embargo se refuerza este calificativo debido a que las aguas superficiales del entorno del punto de vertido son para uso agrícola con un estado aceptable siendo protegido por la flora natural del lugar. Este resultado confirma parcialmente lo manifestado por (Baker, 2005, Zafar y Alappat, Kao *et al.*, 2003, 2004, Christensen, 2000) quienes suponen que las características físicas y biológicas del elemento del medio aguas superficiales está siendo alterada, debido las emisiones producidas por la dinámica del vertedero, así como también la estructura de los cauces y su influencia sobre el ambiente, incluyendo su relación con los seres vivos.

Va aguas subterráneas

Él Va aguas subterráneas del botadero estudiado es de 3.50 y de acuerdo a la escala establecida es calificado como valor ambiental alto. Con este resultado se percibe que el punto de vertido está situado en zonas, donde el agua subterránea es una fuente importante de abastecimiento de agua para consumo humano son aprovechadas para uso agropecuario y que los parámetros de sus características físicas, químicas y bacteriológicas, están dentro de los límites permisibles reflejados en la normativa que las regula.

Va Atmósfera

Él Va atmósfera en el punto de vertido analizado es de 4.00 clasificado como valor ambiental medio, éste es un indicador donde revela que la zona posee un aire ligeramente admisible con una vegetación de cobertura natural; sin embargo esta propenso a que el elemento atmosférico puede verse afectado causando deterioro ambiental si es que no se toman las medidas adecuadas.

La alteración de la calidad del aire, en el área de influencia de los vertederos se debe principalmente a la fracción liviana de los residuos, papeles, plásticos, así como el polvo que levanta el tráfico de camiones, las vías de acceso mal

pavimentadas, movimiento de tierras, vertido de demoliciones que son arrastrados por el viento (BID, 1997).

Va suelo

En el botadero estudiado, el valor del Vasuelo es de 3.00 clasificado en la escala establecida por la metodología EVIAVE como valor ambiental medio alto.

El Vasuelo obtenido refleja lo inadecuado de emplazar el botadero en zonas donde los suelos poseen aptitudes para la implantación de cultivos agrícolas o con usos productivos y/o urbanísticos con la consecuente desvalorización de los suelos cercanos. Sin embargo, debe tenerse en cuenta lo que manifiesta Calvo (2003) en el momento que sea necesario la reinscripción de los vertederos al medio, el área impactada puede verse afectada para recuperarse como sustrato edáfico y no podrá darse al sitio el uso que tienen los suelos en el entorno del vertedero

Va salud y sociedad

Realizando el diagnóstico ambiental en el botadero municipal Desaguadero, el elemento medio salud y sociedad posee una gran importancia y por consiguiente se considera con el mayor valor ambiental igual a 5.00.

Esta consideración de máxima cuantificación para el Vasalud y sociedad se justifica cuando se observa que la inadecuada disposición de los residuos, es patrón común en casi todas los departamentos del Perú, acentuado de forma evidente la contaminación de los cuerpos de agua superficiales y subterráneas, el estado de la atmósfera y la capacidad del sustrato edáfico, en consecuencia afectando la salud de la población (Rondón *et al.*, 2003, Sánchez, 1999, Acurio *et al.*, 1997, Zepeda *et al.*, 1995).

4.2.6. Determinación del índice de riesgo ambiental

El Índice de Riesgo de Afección Ambiental pretende conocer cuál es el potencial de afección ambiental que se produce para cada uno de los elementos del medio, considerando el valor ambiental del mismo.

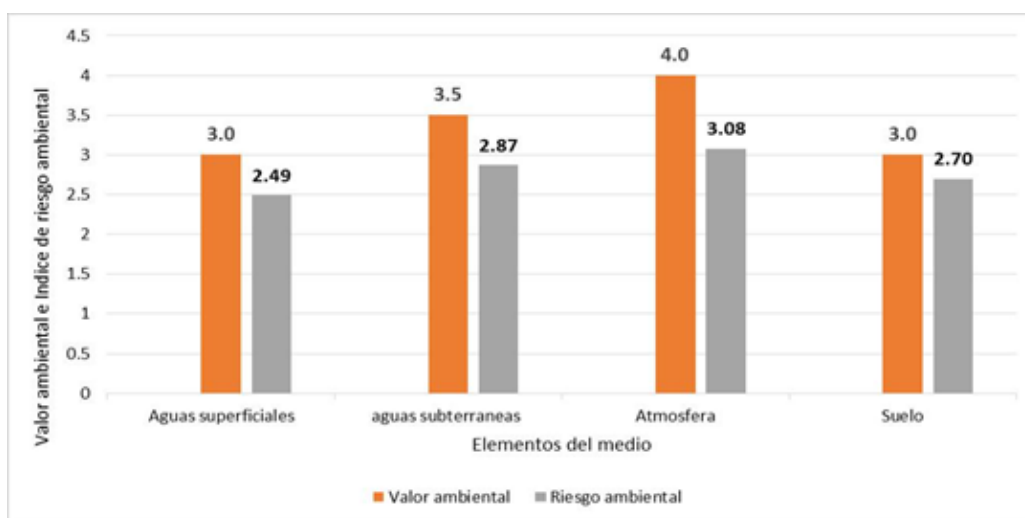


Figura 24. Determinación del Índice de riesgo ambiental

A continuación se analizan los índices de riesgo ambiental (IRA) obtenidos para los diferentes elementos del medio.

IRA aguas superficiales

El IRA aguas superficiales en el sitio de vertido estudiado alcanza un valor de 2.49 clasificado en la escala establecida como riesgo ambiental medio, este resultado se explica fundamentalmente por el estado inadecuado de explotación en donde se evidencia la presencia de fuentes difusas de lixiviados. Esta aseveración se refuerza al comparar reportes de otros autores quienes manifiestan que sin operaciones de organización y cobertura de los residuos, control de lixiviados, biogás y drenaje de aguas superficiales inciden de forma considerable en el riesgo de contaminación de las aguas superficiales por parte de los lixiviados generados (Baker, 2005, Zafar y Alappat, 2004, Kao *et al.*, 2003, Kjeldsen y Christophersen, 2001).

IRA aguas subterráneas

Se observa que el IRA aguas subterráneas en el sitio de vertido es de 2.87 clasificado en la escala establecida como riesgo ambiental medio, este resultado confirma que el botadero no cuenta con sistemas de recolección de gases y lixiviados, ni control para el drenaje de aguas de escorrentía y la percolación de los lixiviados se da debido a que el material de cobertura es limoso. La inadecuada explotación y la inexistencia de controles de estos puntos de vertido afectan en el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas por parte de los lixiviados

generados (Porsani *et al.*, 2004, Isidoro *et al.* 2003, Ding *et al.*, 2001, Christensen *et al.*, 2001).

IRA atmósfera

El IRA atmósfera alcanzado en el sitio de vertido es de 3.08 lo cual es clasificado como riesgo ambiental alto. Evidenciándose que la disposición se realiza en forma incontrolada, sin extensión ni recubrimiento, que no existe ningún tipo de infraestructuras para el control de gases afectando la salud por inhalación de gases y olores. Este resultado confirma parcialmente el criterio de Ejlertsson *et al.*, (2003) quienes indican que durante la estabilización de los residuos en los vertederos, la mayoría de los materiales orgánicos se descomponen en compuestos más simples por los microorganismos aerobios y anaerobios, conduciendo a la formación del gas y del lixiviado en el vertedero.

IRA suelo

El IRA suelo en el botadero estudiado alcanzó un valor de 2.70 clasificado en la escala establecida como riesgo ambiental medio, evidenciándose que la disposición se realiza en forma incontrolada, sin extensión ni recubrimiento, que no existe ningún tipo de infraestructuras para el control de lixiviados y drenaje, provocándose así erosión superficial y riesgo de socavación de la masa de vertido por las lluvias con la consecuente desvalorización de los terrenos donde se ubica el punto de vertido. Así también lo reafirma (Acurio *et al.*, 1997) quienes indican que la falta de planificación y ordenamiento del uso del suelo, permiten la ubicación de sitios de disposición final incontrolado, afectando los suelos, tanto por las pérdidas de tierras productivas como por la contaminación de los suelos.

IRA Salud y Sociedad

El IRASalud y sociedad obtenida en el sitio de vertido del botadero municipal de residuos sólidos Desaguadero es de 4.05 lo cual es clasificado en la escala establecida como riesgo ambiental muy alto. Este resultado confirma el problema sanitario que presenta este botadero por las condiciones de explotación y operación, ratificando la existencia de una disposición inadecuada en términos de salubridad. (Daza *et al.*, 2000) reafirman el problema sanitario que presentan los

vertederos, en virtud de que estas instalaciones se ven afectados por la presencia de personas dedicadas a la recuperación informal de residuos.

4.2.7. Determinación del índice medio botadero

El Índice Medio Botadero evalúa de forma conjunta las diferentes afecciones a cada elemento del medio, con el objetivo de ser representativo del estado ambiental existente entre la interacción del punto de vertido y el entorno ambiental, en donde se observa que el valor obtenido del Índice de Interacción del Medio - Vertedero (IMV) para el Botadero de Juli fue de 15.19. Este resultado muestra una afección ambiental calificada como alta, debido a la problemática ambiental existente en el punto de vertido, corroborando el deficiente sistema de drenaje de lixiviados, el inexistente tratamiento de los lixiviados generados, los asentamientos producidos en el área de disposición de residuos existentes, el incumplimiento de la cobertura final de dicha área, la falta de compactación y cobertura diarios de los residuos dispuestos y la presencia de personas dedicadas a la recuperación informal de materiales en el sitio de disposición final. Por lo tanto el riesgo asociado se resolverá ejecutando un plan de clausura del botadero.

Por lo antes expuesto, se valida la presente investigación ya que al aplicar la metodología EVIAVE se proporciona información cuantitativa y cualitativa para el diagnóstico ambiental del botadero de Juli y de esta manera se propone la alternativa de solución el cierre o clausura de dicho botadero. Además, la aplicación de esta nueva metodología servirá para priorizar y planificar acciones a seguir en caso se aplique a diferentes puntos de vertido en determinadas regiones a nivel nacional.

4.3. Formulación de alternativa de solución: estudio de sitio para la ubicación de un relleno sanitario

La clausura de un botadero: Es la suspensión definitiva de la disposición final de los residuos sólidos en un botadero. Conlleva a un proceso gradual de saneamiento, restauración ambiental del área alterada debido a la presencia del botadero y las actividades a realizarse después de la clausura (posclausura).

En el proceso de clausura de un botadero se debe tener en consideración lo siguiente ver figura N° 10.

- Evaluación y categorización del botadero: Comprenderá la evaluación general del botadero y su área de influencia de acuerdo con criterios técnicos, sociales y ambientales, y las metodologías descritas en este documento. La evaluación tendrá como resultado dos alternativas: la clausura con cierre definitivo o la conversión.
- Clausura (con cierre definitivo): Si el botadero es clasificado como de alto riesgo se le deberá clausurar y recuperar el sitio. Para ello se tendrá en consideración el tipo de cobertura general, el sistema de control y monitoreo y el uso final del sitio. Es de suma importancia prever un sitio alternativo y adecuadamente implementado para disponer los residuos sólidos. No se debe clausurar el botadero si no hay una alternativa para la disposición final de los residuos sólidos porque el problema subsistirá.
- Conversión de un botadero: Durante la conversión de un botadero a un relleno sanitario (temporal o definitivo) se deberán tener presentes el confinamiento de los residuos, el control de olores, la vida útil proyectada, la adecuación del terreno, el control de fauna nociva, la reubicación de los recicladores y el plan operativo del sistema de disposición final. Se recomienda convertir el botadero en un relleno sanitario definitivo de acuerdo con los requerimientos de la Dirección General de Saneamiento del Ministerio de Salud, DIGESA/MINSA, puesto que es la única manera de garantizar que no se producirán efectos negativos en el ambiente ni en la salud.

Otras consideraciones para la clausura y conversión de un botadero, son:

- Hacer de conocimiento público la clausura del botadero y advertir que no se permitirá la disposición de basuras en el lugar. Este proceso se debe realizar con la participación de la población y la municipalidad.
- Informar a la población acerca de las sanciones que se aplicarán a quienes infrinjan las normas, ya sea durante la clausura o la conversión del botadero.

- Realizar calicatas para conocer el tipo de residuo que esta almacenando en el botadero y averiguar con la población local sobre la antigüedad del botadero y los conflictos sociales que se puedan generar al clausurar o convertir el botadero.

Sanear la situación legal del sitio con participación de la DIGESA/MINSA.

- Llevar a cabo un programa de eliminación de insectos, roedores y artrópodos de acuerdo con las indicaciones de la autoridad de salud, como fase previa a la clausura o conversión del botadero.

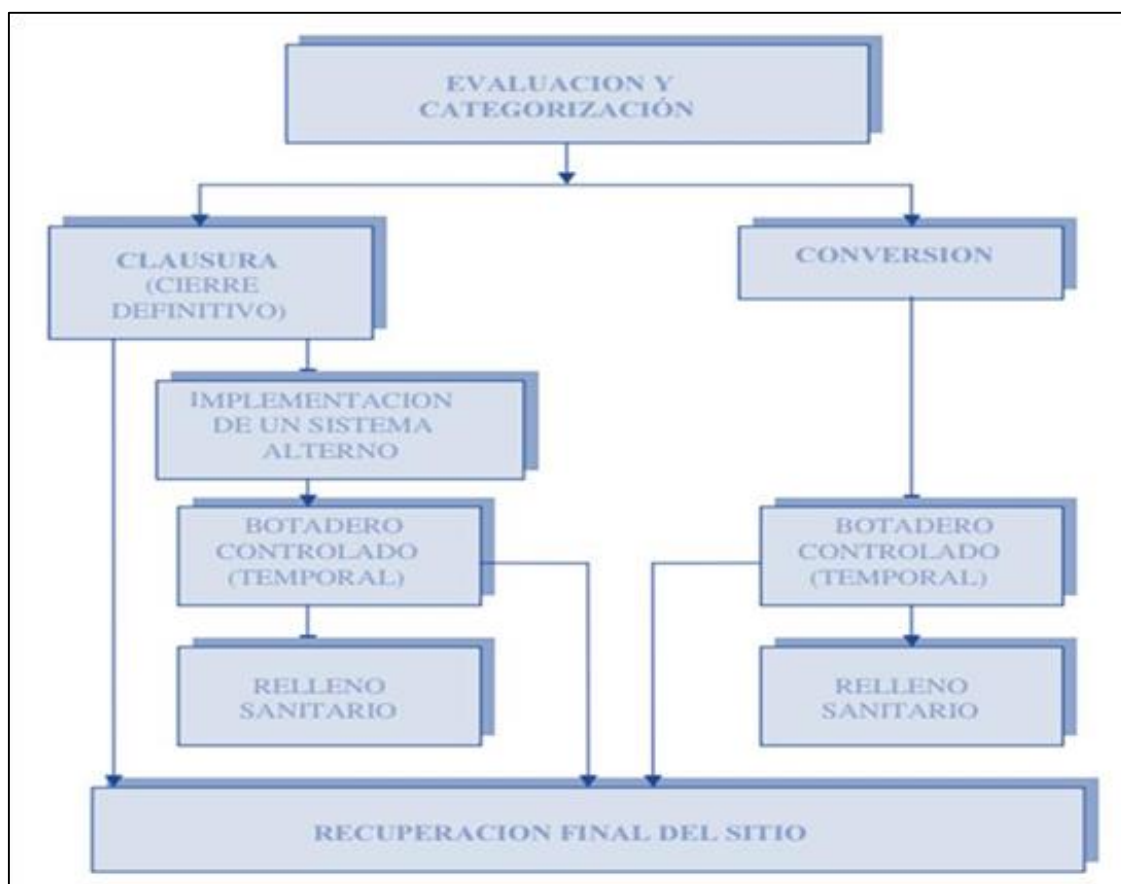


Figura 25. Etapas básicas para clausura de un botadero

4.4. Dimensionamiento de un relleno sanitario para el distrito de Juli

Dentro de las diversas propuestas que se pueden realizar para mejorar la gestión de residuos sólidos en el distrito de Juli, la disposición final es crucial ya que se considera la mayor problemática del proceso junto con la recolección; la propuesta de un relleno sanitario como una alternativa de disposición final se considera como la más adecuada, siempre y cuando el funcionamiento del relleno sea el óptimo.

El estudio del sitio se debe realizar mediante un análisis multicriterio en base a la caracterización del aspecto ambiental, socioeconómico, agricultura y predial para la optimización y alternativa de ubicación para un relleno sanitario en el Distrito de Juli.

El diagnóstico se debe realizar tomando como referencia la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (D.L N° 1278) y su Reglamento (D.S. 014-2017-MINAM), el Reglamento para el Diseño, Operación y Mantenimiento de Infraestructuras de Disposición Final de Residuos Sólidos del Ámbito Municipal: Rellenos Sanitarios (RM N° 109-2006/MINSA) y la Guía para la opinión técnica favorable del estudio de selección de área para infraestructuras de tratamiento, transferencia y disposición final de residuos sólidos, del Ministerio de Salud.

El dimensionamiento del relleno sanitario se basa en la metodología propuesta por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (Citado por Apaza, 2009) que se refiere a continuación:

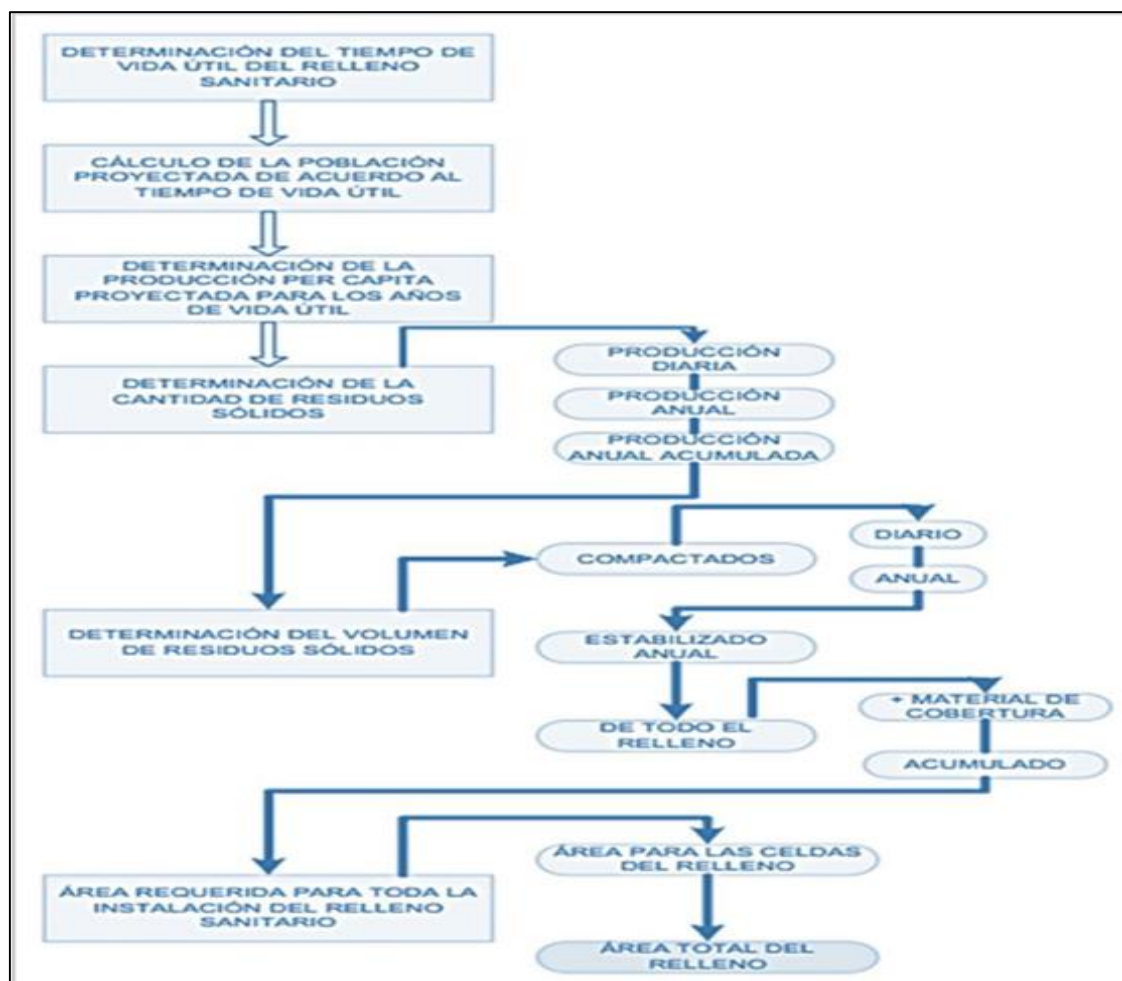


Figura 26. Flujo grama del proceso de diseño y determinación del área necesaria para la instalación de un relleno sanitario

4.5. Propuesta tentativa de ubicación del relleno sanitario

La disposición final del relleno sanitario (vertedero) se ubicará en la Comunidad de Tutacani, en el lugar denominado Nayraninaque, a 5 km de la ciudad de Juli, camino a la ciudad de Desaguadero siguiendo por la carreta Nacional.

En relación a la gestión integral para el manejo y disposición final de los residuos sólidos urbanos en la Ciudad de Juli, se propone tres líneas estratégicas que están directamente involucradas con la prestación del servicio de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos, estas líneas son: el equipamiento del servicio de recolección de basura para la prestación de un servicio de mayor calidad y cobertura, la construcción de un relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos, y el establecimiento de un centro de acopio para el aprovechamiento de algunos materiales.

La capacidad que debe tener el relleno sanitario (vertedero) en la ciudad de Juli debe tener un área de 20.23 ha para el relleno sanitario y 3.77 ha para los demás servicios.

CONCLUSIONES

- El diagnóstico ambiental que presenta el botadero municipal de residuos sólidos Juli, aplicando la metodología EVIAVE y evaluando el índice interacción medio botadero es 15.19 clasificándolo como riesgo alto, este resultado indica que el punto de disposición final tiene problemas de explotación y ubicación con los elementos seleccionados, en consecuencia evaluando los valores obtenidos se llegó a la conclusión de que el botadero municipal necesita un Plan de categorización de clausura del botadero.
- La cantidad total de residuos sólidos que genera la población de Juli es de 5.66 t/día, la producción per cápita 0.6860 kg/hab-día, densidad de los residuos sólidos 819.33 kg/m³ y cuya composición física es materia orgánica 33.57%, plásticos 16.78%, papeles y cartones 12.72%, metales y latas 7.42%, textiles 2.12%, vidrios 4.77% y otros 21.20 %.
- Concluyéndose que la mayor cantidad de residuos que son vertidos al botadero es materia orgánica y son estos los que al degradarse incrementan el grado de afección ambiental de las aguas superficiales, sub superficiales, atmósfera, suelo y salud y sociedad por efecto de los lixiviados y gases.
- La metodología EVIAVE adaptado a nuestra legislación ha permitido cuantificar la problemática ambiental del botadero estudiado, a través de una serie de índices ambientales como el Índice de interacción Medio-Vertedero, Índice de Riesgo Ambiental, Valor Ambiental y Probabilidad de Contaminación relacionándolo con los elementos del medio.
- Concluyéndose que la metodología EVIAVE ha demostrado ser una herramienta aplicable a nuestra realidad local que permite determinan las relaciones causa-



efecto de la problemática existente, localizar y recoger en orden de prioridades los efectos medioambientales más críticos generados por el botadero.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar la propuesta Gestión Integral de Residuos Sólidos de la ciudad de Juli destinados para un Relleno Sanitario, y a futuro difundir su aplicación en otras ciudades del altiplano peruano, cuyas características geográficas sean similares y permitan su aplicación. Se sugiere establecer acuerdos o convenios con empresas privadas dedicadas a la valorización de residuos sólidos, para su aprovechamiento adecuado, teniendo en cuenta la generación de residuos sólidos realizada en el presente documento.
- Evaluar la viabilidad de incorporar la aplicación de la metodología EVIAVE como una nueva alternativa para la evaluación de impactos ambientales en los Instrumentos de Gestión Ambiental (IGA) para rellenos sanitarios. Así mismo, se recomienda modificar las variables consideradas en la metodología EVIAVE para la evaluación y diagnóstico ambiental de rellenos de seguridad y escombreras, los cuales también son considerados infraestructuras de disposición final.
- Para las actividades de manejo integral tales como recolección, tratamiento y disposición final, es determinante conocer la cantidad de residuos sólidos generados y recolectados; convirtiéndose así, en una condición crítica para alcanzar las metas de gestión. Sin embargo, se requiere hacer una investigación más exhaustiva sobre la influencia y la intensidad que puedan tener uno o varios factores sobre la tasa de generación y la composición de los residuos sólidos urbanos, y otros factores tales como la reducción de los residuos en la fuente de origen.
- Considerando los potenciales efectos negativos que los residuos sólidos tienen en el ambiente y en la salud pública, es preciso enfrentarlos para evitar que su acción

se haga persistente. Para esto, es necesario implementar sistemas de acciones ambientales, sociales y económicas planificadas, que permitan manejar el residuo de acuerdo a sus características desde su generación hasta su disposición final.

BIBLIOGRAFIA

- Álvarez, M. (2010). El tratamiento económico de los Residuos Sólidos Urbanos. *VI Encuentro de Economía Pública, (17)*.
- Arellano, J. (2013). *Introducción a la Ingeniería Ambiental*. México: Alfa y omega.
- Bernache, G. (2011). Riesgo de Contaminación por Disposición Final de Residuos, un estudio de la Región Centro Occidente de México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 28, (1)*.
- Brown, S., Umaña, G., Gil, L., Salazar, O., Stanley C. & Bessalel, M. (2003) *Guía para la Gestión del manejo de residuos sólidos municipales*. Guatemala: Enfoque - Centroamérica, Perú
- Calvo, F. (2003). *Metodología de diagnóstico y caracterización ambiental de vertederos de residuos sólidos urbanos para su control, cierre, sellado y reinserción* (Tesis de pregrado). Universidad de Granada, Granada, España.
- Calvo, F. (2003). *Metodología de diagnóstico y caracterización de vertederos de residuos sólidos urbanos para su control, cierre, sellado y reinserción al medio* (Tesis de doctorado). Universidad de Granada, Granada, España.
- Calvo, F., Moreno, B., Ramos, A. & Zamorano, M. (2007). Implementation of a new environmental impact assessment for municipal waste landfill as tool for planning and decision-making process. *Renewable and Sustainable Energy, 11(1)*.
- Calvo, F., Moreno, B., Zamorano, M., Szanto, M. (2005) *Environmental diagnosis methodology for municipal waste landfills*. Texas: Waste Management.
- Canchucaja, A. (2018). *Efectos urbano-ambientales producidos por la gestión de residuos sólidos del mercado de abastos "La Hermelinda" en el distrito de Trujillo, 2017* (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, Trujillo.

- Canter, L. y Sadler, B. (1997). *A tool kit for effective EIA practice: review of methods and perspectives on their application*. Texas: Norman: Environmental Ground Water Institute University of Oklahoma Institute of Environmental Assessment; Linco.
- CONAM-CEPIS (2004). *Guía técnica para la clausura y conversión de botaderos de residuos sólidos*. Lima: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencia del Ambiente y Organización Panamericana de la Salud.
- Córdova, R. (2015). *Propuesta ambiental para el mejoramiento de la gestión municipal del manejo de los residuos sólidos domiciliarios en la zona urbana del distrito de Pocollay* (Tesis de maestría). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.
- Cuentas, M. (2009). *Evaluación cualitativa del impacto ambiental generado por la actividad minera en la rinconada Puno*. (Tesis de maestría). Universidad de Piura, Piura. Perú.
- Cusme, F. (2010). *La Presencia de Botaderos Clandestinos de Basura y su Incidencia en las Enfermedades Parasitarias de los Moradores de la Lotización Restrepo del Cantón el Carmen, durante el año 2007*. (Tesis de pregrado). Universidad Tecnológica Equinoccial Ecuador.
- Daroca, T. (2014). *Dimensión y características de los factores que inciden en la contaminación ambiental por residuos sólidos* (Tesis de maestría). Universidad San Martín de Porres Lima, Perú.
- Daza, E. (2014). *Propuesta de manejo de los residuos sólidos urbanos generados en Naranjillo capital del distrito de Luyando* (Tesis de maestría). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Huánuco, Perú.
- Del Carpio, G. (2017). *Determinación del potencial de reuso de los residuos sólidos generados en el distrito de Mollendo, Arequipa 2017*. (Tesis de doctorado). Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú.
- DIGESA, CONAM y CEPIS/OPS (2004). *Guía técnica para la clausura de botaderos de residuos sólidos*. Lima, Perú.
- Duarte, O. & Zamorano, M., (2005). *EVIAVE Evaluación de Impacto Ambiental de Vertederos- Manual de Usuario - Documento electrónico*. España: Universidad Nacional de Colombia - Universidad de Granada.
- Environmental Protection Agency (1995). *Compilation of air pollutant emission factors - Volumen I: Stationary point and area sources*. Office of Air Quality Planning and Standards.

- Espinoza, G. (2002). *Gestión y fundamentos de evaluación de impacto ambiental*. Santiago: Banco interamericano de desarrollo - CED.
- Forero, O. (2011). *Análisis e implementación de la metodología EVIAVE*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia Instituto de Estudios Ambientales [IDEA]. Retrieved from http://www.fce.unal.edu.co/media/files/CentroEditorial/catalogo/Libros_Digitalizados/N_Analimp_EVIAVE.pdf
- Gabutti, E. (2001). *La participación ciudadana en los problemas ambientales urbanos*. San Luis: Universidad Nacional de San Luis. Retrieved from <http://www.fices.unsl.edu.ar/cga/problemasabm.pdf>
- Gárate, R. A. (2017). *Acopio de residuos sólidos y contaminación del medio ambiente en la Región Lima, 2016*. (Tesis de doctorado). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.
- Garmendia, A., Salvador, A., Crespo, C. & Garmendia, L. (2005). *Evaluación de impacto ambiental*. Madrid: Pearson educación, S.A.
- HONDUPALMA (2001). *Manejo de residuos sólidos. Guía para socios y personal de Hondupalma*. Honduras.
- Instituto Nacional de Estadística E Informática - INEI (2017). *Censo Poblacional y de vivienda*. Lima.
- Islas, A. (2016). *Alternativas y retos para la gestión integral de residuos sólidos urbanos en municipios medianos: el caso de Xicotepec, Puebla* (Tesis de maestría). El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, México.
- IWANDES (2003). *Estudio de Caracterización de los Residuos Sólidos en la ciudad de Puno*. Puno: CIED.
- Jaramillo, J. (2003). *Efectos de la inadecuada gestión de Residuos sólidos*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Universidad de Antioquía, Medellín.
- Ministerio del Ambiente (2016). *Ley del sistema nacional de evaluación de impacto ambiental y su reglamento*. Lima: MINAM.
- Ministerio del Ambiente. (2012). *Cuarto informe nacional de residuos sólidos municipales y no municipales gestión 2010 – 2011*. Lima, Perú.
- Municipalidad Provincial de Puno. (2013). *Plan integral de gestión ambiental de residuos sólidos de la Provincia de Puno*. Puno, Perú.

- Muñoz, I. (2016). *Programa de aprendizaje sobre recolección de residuos sólidos para promover la eco axiología en el conjunto habitacional de nuevo Mocce – Provincia de Lambayeque* (Tesis de maestría). Universidad César Vallejo, Lima, Perú.
- Paolini, Y. (2007). *Validación de la metodología EVIAVE en vertederos de Venezuela Análisis y Propuesta de Soluciones* (Tesis de maestría). Universidad de Granada, Granada, España.
- Prosalud (2006). *Manuales ambientales guía para actividades de desarrollo en Bolivia: Manejo de Residuos sólidos*. La Paz: Quatro Hnos.
- Requena, N. (2013). *Como prevenir conflictos por causa de los residuos sólidos*. Un estudio de caso en la clausura del botadero Rauyhuana, provincia de Huayllay-Pasco-Perú. Sao Paulo: Universidad de Sao Paulo, Retrieved from <https://portalgral.com/wp-content/uploads/sites/65/2019/11/prevencion-del-conflictos-por-causa-de-los-rs-estudo-de-caso-rauyhuana-norvin-sanches.pdf>
- Sakurai, K. (1983). *Análisis de residuos sólidos*. Lima: CEPIS- Programa Regional OPS/EHP/CEPIS de mejoramiento de la recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos
- Sarmiento, W. (2015). *Impacto y Riesgo ambiental del botadero municipal de residuos sólidos de Desaguadero* (Tesis de maestría). Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H. y Vigil, S. (1994). *Gestión integral de residuos sólidos*. Madrid: Mc Graw Hill.
- Valderrama, A. (2006). *Manejo de residuos sólidos y salud de familias que habitan próximas a la bahía interior del lago Titicaca* (Tesis de maestría). Universidad Nacional, Puno.
- Vargas, J. y Link, O. (1999). *Introducción a la ciencia ambiental para ingeniería*. Concepción: Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Concepción.
- Zamorano, M., Garrido, E. y Ramos, A. (2007). *Diagnóstico ambiental para vertederos de residuos urbanos*. Teoría y Aplicación Granada: Universidad de Granada.
- Zamorano, M., Garrido, E., Moreno, B., Paolini, A. & Ramos, A. (2005). Environmental diagnosis methodology for municipal waste landfills as a tool for planning and decision – making process. Communication. *Sustainable development and planning*, (1), 545-554.

Zaror, C. (2000). *Introducción a la ingeniería ambiental para la industria de procesos*.
Concepción: Departamento de Ingeniería Química - Universidad de Concepción.

Normas legales

- Ley N° 27314 (2000). *Ley general de residuos sólidos*. Normas legales el peruano
Diario oficial El Peruano, págs. 190739-190748.
- LEY 27 314 (2000) Ley General de Residuos Sólidos. Perú.



ANEXOS

Anexo 1. Condición y clasificación de la variable asentamiento de las masas de residuos sólidos

Se considerara condición de asentamiento muy bajo cuando se cumplan las siguientes situaciones:

- a) Existen métodos in situ para aceleración de la degradación de la masa de residuos. Afección de las estructuras del botadero.
- b) Existen controles geotécnicos anuales, es decir con un mínimo de uno anual
- c) No se observan depresiones en la cobertura final
- d) No se observan daños en los sistemas de drenaje superficiales, de recogida de gases y/o de recogida de lixiviados.
- e) Se observa el adelgazamiento del espesor original.
- f) No se detecta la incompleta compactación del residuo.

Anexo 2. Panel fotográfico



Figura 27. Compactadora de residuos sólidos Juli



Figura 28. Recolección de residuos sólidos Juli



Figura 29. Personal formal e informal en el botadero de residuos sólidos Juli



Figura 30. Vista panorámica del último lugar de vertido de residuos sólidos Juli



Figura 31. Personal formal encargado del control del botadero



Figura 32. Punto de vertido del botadero de residuos sólidos Juli



Figura 33. Ubicación de coordenadas del botadero de residuos sólidos Juli

Anexo 3. Mapa

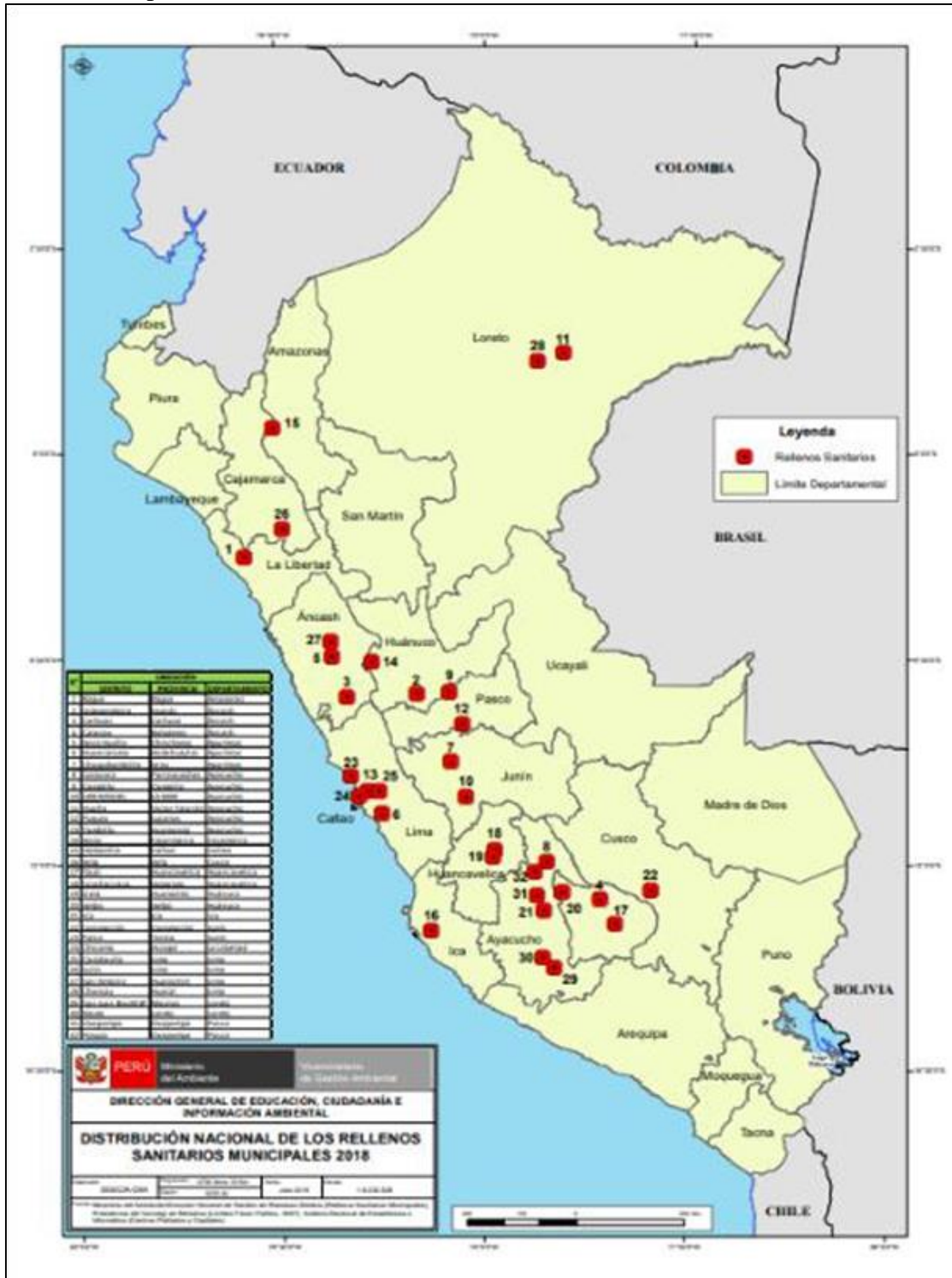


Figura 34. Distribución nacional de reellenos sanitarios