



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

MONOGRAFÍA

**EVALUACIÓN DE LOS CRITERIOS AMBIENTALES PARA
LA UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL DE
LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS**

MONOGRAFIA INVESTIGATIVA

**MONITOREO MANEJO Y CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS
NATURALES**

**AUTOR
MENDOZA PEÑALOZA MANUEL ANTONIO**

GUAYAQUIL – ECUADOR

2021



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

**EVALUACIÓN DE LOS CRITERIOS AMBIENTALES PARA
LA UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL DE
LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS
MONOGRAFIA INVESTIGATIVA**

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

**AUTOR
MENDOZA PEÑALOZA MANUEL ANTONIO**

**TUTOR
ING. KARLA CRESPO**

GUAYAQUIL – ECUADOR

2021



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

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **CRESPO LEON KARLA PAMELA**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **“EVALUACIÓN DE LOS CRITERIOS AMBIENTALES PARA LA UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS”**, realizado por el estudiante **MANUEL ANTONIO MENDOZA PEÑALOZA**; con cédula de identidad N° 0923305940 de la carrera **INGENIERÍA AMBIENTAL**, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

ING. KARLA CRESPO LEON

Guayaquil, 20 de octubre del 2021



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

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **“EVALUACIÓN DE LOS CRITERIOS AMBIENTALES PARA LA UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS”**, realizado por la estudiante **MANUEL ANTONIO MENDOZA PEÑALOZA**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Dr. Arcos Ramos Freddy, M.Sc.
PRESIDENTE

Ing. Lara Basantes Cristian, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. González Soto Fernández, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Crespo León Karla, M.Sc.
EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 20 de octubre del 2021

Autorización de Autoría Intelectual

Yo **MANUEL ANTONIO MENDOZA PEÑALOZA**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre **“EVALUACIÓN DE LOS CRITERIOS AMBIENTALES PARA LA UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS”** para optar el título de **INGENIERO AMBIENTAL**, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

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

Guayaquil, octubre 20, 2021

MANUEL ANTONIO MENDOZA PEÑALOZA
C.I. 0923305940

Índice general

PORTADA.....	2
APROBACIÓN DEL TUTOR	3
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	4
Autorización de Autoría Intelectual.....	5
Índice general.....	6
Índice de tablas.....	9
Índice de figuras.....	10
Resumen.....	11
Abstract	12
1. Introducción	13
1.1 Importancia o caracterización del tema	13
1.2 Actualidad del Tema.....	14
1.3 Novedad Científica del tema.....	14
1.4 Justificación del tema	15
1.5 Objetivo General.....	16
1.6 Objetivo Específicos.....	16
2. Metodología.....	17
2.1 Materiales	17
2.1.1 Recursos	17

2.2 Métodos	17
2.2.1 Tipo de la Investigación	17
2.2.2 Tipos de métodos	18
2.2.3 Técnicas	18
2.2.4 Análisis estadístico	20
3. Marco teórico	21
3.1 Bases teóricas	21
3.1.1 Análisis multicriterio	21
3.1.2 Celda emergente	21
3.1.3 Disposición final de residuos	21
3.1.4 Residuos	22
3.1.5 Residuos Solidos	22
3.1.6 Residuos Sólidos Urbanos	22
3.1.7 Relleno sanitario	22
3.1.8 Sistema de información geográfica (SIG)	23
3.1.9 Vertederos de residuos solidos	23
3.2 Estado del arte	23
3.3 Marco legal	25
3.3.1 Constitución del Ecuador	25
3.3.2 Reforma del Libro VI del TULSMA Anexo 6	26

3.3.3 Código Orgánico Ambiental (COA).....	28
3.4 Análisis.....	29
3.4.1 Identificación de los tipos de disposición final de residuos sólidos en la provincia del Guayas.....	29
3.4.2 Determinación los criterios ambientales de los sistemas de disposición final.....	31
3.4.3 Análisis de los sistemas de disposición final	33
3.4.3.1 <i>Análisis de los rellenos sanitarios por criterios</i>	36
3.4.3.2 <i>Análisis de la celda emergente por criterios</i>	38
3.4.3.3 <i>Análisis de los botaderos controlados por criterios</i>	38
3.4.3.4 <i>Análisis de los botaderos a cielo abierto por criterios</i>	40
4. Conclusiones	43
5. Bibliografía	44
6. Glosario	52
7. Anexos	54
7.1 Anexo 1: Criterios ambientales para la ubicación óptima de un relleno sanitario	54

Índice de tablas

Tabla 1. Listados de los sitios de disposición final de la provincia del Guayas.....	30
Tabla 2. Listado de criterios ambientales.....	32
Tabla 3. Criterios ambientales considerados para un relleno sanitario	36
Tabla 4. Criterios ambientales considerados para una celda emergente.....	38
Tabla 5. Criterios ambientales considerados para los botaderos controlados	39
Tabla 6. Criterios ambientales considerados para los botaderos a cielo abierto ...	41

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación de los tipos disposición final de la provincia del Guayas.....	29
Figura 2. Datos analizados de los criterios ambientales.....	35
Figura 3. Criterios ambientales que no cumplen la normativa de los rellenos sanitarios	37
Figura 4. Criterios ambientales que no cumplen con la normativa de los botaderos controlados.....	40
Figura 5. Criterios ambientales que no cumplen con la normativa de los botaderos a cielo abierto.....	42

Resumen

La inadecuada ubicación de los sistemas de disposición final de residuos sólidos, causan malos olores, la propagación de vectores, contaminación del suelo, agua y aire. La importancia de la presente investigación fue evaluar los criterios ambientales para la ubicación de los sistemas de disposición final de la provincia del Guayas, con la finalidad de conocer la ubicación, los tipos de sistemas de disposición final y los criterios que cumplen y los que no cumplen con la normativa. Por este motivo, se realizó una investigación bibliográfica, en donde se identificaron 19 sistemas de disposición final, 4 son relleno sanitario, 1 es celda emergente, 5 son botaderos controlados y 9 son botaderos a cielo abierto. A su vez se determinaron 10 criterios mínimos a cumplir para la ubicación óptima de un sitio de disposición final, en donde se analizaron los criterios determinados de cada uno de los sistemas de disposición final, mediante el aplicativo ArcGIS, en base a los datos recolectados, se pudo establecer que, de los 19 sistemas de disposición final analizados, el relleno sanitario (Las Iguanas), y el botadero a cielo abierto (Los Cerritos), cumplen con todos los criterios ambientales, en lo cual se encuentran ubicados en sitios adecuados para su funcionamiento.

Palabras claves: botadero, Criterio Ambiental, relleno sanitario, residuos sólidos, sistema de disposición final.

Abstract

The inadequate place for the final disposal of solid waste system causes bad odors, the spread of vectors, pollution cause of the soil, water and air. The importance of this research was evaluated the environmental criteria for the location of the final disposal systems of the Guayas province, in order to know, the types of final disposal systems, they comply with the regulations. For this reason, bibliographic research was carried out, where 19 final disposal systems were identified, 4 the sanitary landfills, 1 the emergent cells, 5 the controlled dumps and 9 the open dumps. In turn, 10 minimum criteria to meet for the optimal location of a final disposal site were determined, where for each of the final disposal systems were analyzed, through the ArcGIS program, based on the data collected, It was established that, of the 19 final disposal systems analyzed, the sanitary landfill (Las Iguanas), and the open-air dump (Los Cerritos), meet all environmental criteria, in which they are located in suitable sites for its operation.

Keywords: landfill, Environmental Criterion, sanitary landfill, solid waste, final disposal system.

1. Introducción

1.1 Importancia o caracterización del tema

En la provincia del Guayas en estos últimos años, afronta graves problemas ambientales relacionados con la generación de residuos sólidos, debido a que existen 19 sistemas de disposición final de residuos sólidos, en donde se realiza la disposición final de aproximadamente 3.419.91 Ton/día, por lo cual se generan innumerables consecuencias e impactos negativos al ambiente y a la población, debido a su ubicación, causando malos olores, la propagación de vectores, contaminación del suelo, agua y aire, ya que todos los desechos que se generan son conducidos a los sistemas de disposición final, además se realiza la incineración a cielo abierto en algunos botaderos a cielo abierto, en vista de que es una técnica utilizada para la reducción de la carga de residuos sólidos generando cenizas y contaminación a la atmosfera (Acosta, 2010).

La problemática de la generación excesiva de residuos sólidos es debido al crecimiento poblacional, mal manejo de los desechos sólidos y la disposición final de estos dando como resultado el decaimiento de vida útil de los rellenos sanitarios. En el Ecuador se generan semanalmente 58.829 toneladas de residuos sólidos, en la cual solamente el 20% se sitúa en condiciones adecuadas quiere decir que se van a un relleno sanitario que cumpla con todas las condiciones ambientales que requieren; El porcentaje sobrante se divide entre los vertederos a cielo abierto, botaderos que son controlados, pero no cumplen con la normativa ambiental (Palacios, 2018).

Este estudio, permitirá evaluar los criterios ambientales para identificar los sitios adecuados de los sistemas de disposición final de los residuos sólidos en la provincia del Guayas, verificando que cumplan con todos los requerimientos ambientales,

beneficiando potencialmente a los GAD municipales de la provincia del Guayas, para ello se recolectó información, mediante geo portales web, en donde se evaluaron los criterios de selección como son la pendiente, permeabilidad, hidrología, distancia a sitios como la población urbana-rural, usos de suelo, distancia a fallas geológicas, entre otros.

1.2 Actualidad del Tema

En la actualidad, para la selección de un nuevo sitio para la disposición final, se emplean técnicas y metodologías basadas en herramientas de sistemas de información geográfica (SIG), debido a su desempeño en agrupar y visualizar diferentes variables del entorno, durante los últimos años este tipo de herramientas se utiliza en ciudades y regiones del mundo, no solamente para la selección del área del relleno, sino también para su monitoreo y operación (Belalcázar, 2019).

1.3 Novedad Científica del tema

Para la selección de un sitio óptimo de un relleno sanitario, los criterios de selección han venido variando, dependiendo del tipo de lugar donde se realice el estudio, en cuanto a esta metodología de identificación de criterios es aplicable al estudio que se realizara en la provincia del Guayas, dado que se evaluarán los criterios de los sistemas de disposición final de los residuos sólidos, por otro lado según Solano y Cobos (2020) consideran que en el Ecuador los criterios se clasifican en cuatro categorías: social, técnica, económica y ambiental.

Este estudio para evaluar los criterios ambientales, utilizará los sistemas de información geográfica, como aplicativo (ArcGIS Earth, Google Earth) y geo portales, ya que permiten el análisis del territorio, determinando la localización técnica y ambientalmente adecuada para los sistemas de disposición final de residuos sólidos,

estos aplicativos permiten el procesamiento de grandes cantidades de datos, por lo cual el profesional pueda utilizarlo como un instrumento para el análisis de localización, minimizar las problemáticas medioambientales y tomar mejor decisiones geo-ambientales para asegurar la viabilidad de un proyecto (Rodriguez, 2020).

1.4 Justificación del tema

El manejo inadecuado de los residuos sólidos, a su vez la mala ubicación de un sistema de disposición final de residuos sólidos, provoca contaminación, por lo que es necesario la intervención de este proyecto, ya que la evaluación de los criterios ambientales permitirá identificar los sitios adecuadas de los sistemas de disposición final de residuos sólidos en la provincia del Guayas, beneficiará de manera ambiental, social y económico.

Los GAD municipales de la provincia del Guayas se beneficiarán, puesto que, localizando el sitio idóneo para los sistemas de disposición final de los residuos sólidos, se puede reubicar, controlar y reducir la contaminación, que se originan en el ecosistema, especialmente los que afectan de forma superficial y subterránea a los suelos, y la contaminación que produce su dispersión en el aire y en el sistema hidrológico dentro de la provincia.

1.5 Objetivo General

- Evaluar los criterios ambientales de la ubicación de los sitios de disposición final de residuos sólidos, mediante revisión bibliográfica y aplicativo (SIG), para conocer los sistemas de disposición final, que cumplen con la normativa ambiental en la provincia del Guayas.

1.6 Objetivo Específicos

- Identificar los sitios de los sistemas de disposición final de los residuos sólidos en la provincia del Guayas, mediante Google Earth.
- Determinar los criterios técnicos (variables ambientales), de los sistemas de disposición final de residuos sólidos, mediante revisión bibliográfica.
- Analizar los criterios ambientales de las ubicaciones de los sitios de disposición final de los residuos sólidos, mediante (SIG), en la provincia del Guayas.

2. Metodología

2.1 Materiales

2.1.1 Recursos

Los recursos que se emplearon en la investigación fueron:

- Recursos Bibliográficos: Datos utilizados para establecer los criterios técnicos, como Libros, revistas, artículos científicos, artículos de periódico, documentos web, tesis, etc.
- Recursos de oficina: cuaderno de apuntes, Bolígrafos, computadora de escritorio e internet.
- Software y hardware: Sistema Nacional Información, Geo portal del Instituto Geográfico Militar-Ecuador, geo portal SIGTIERRAS, Mapa interactivo del MAE, Vdatos INEC, aplicativo Google Earth, ArcGIS Earth y paquete de office.
- Recursos Humanos: responsable del Proyecto, tutor, colaboradores.

2.2 Métodos

2.2.1 Tipo de Investigación

La investigación a realizar es de carácter documental, según Behar (2009) la investigación documental se basa en una serie de métodos y almacenamiento de la información científica, en la cual se obtuvo de revistas, documentos web, artículos, geo portales, etc.

Se procederá a elaborar una base de datos sobre los criterios a evaluar de acuerdo a la ubicación de los sistemas de disposición final de residuos sólidos en la provincia del Guayas.

2.2.2 Tipos de métodos

Dado que el objetivo de estudio, será evaluar los criterios ambientales de la ubicación de los sistemas de disposición final de los residuos sólidos en la provincia del Guayas, se recurrirá a un método no experimental, que se aplicará de manera transversal, considerando que el tema de investigación tiene un amplio sustento teórico, se procederá a realizar una investigación de tipo descriptivo.

De acuerdo con Behar (2009) la investigación no experimental se basa en, conceptos, categorías, sucesos, variables, que se dan sin la intervención directa del investigador, en la investigación no experimental, se observan los fenómenos o acontecimientos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos. Este mismo autor señala que el estudio transversal recolecta datos en un solo momento, en un tiempo único o momento dado, a su vez puede ser completamente descriptivo y sirve para evaluar la frecuencia y la distribución de un tema de estudio.

2.2.3 Técnicas

Objetivo 1. Identificar los sitios de los sistemas de disposición final de los residuos sólidos en la provincia del Guayas, mediante Google Earth.

Para conseguir el primer objetivo, se utilizará la metodología empleada por Jiménez (2015) el cual consiste en la recopilación de datos que se encuentra disponible y de libre acceso en las instituciones públicas, Ministerio del Ambiente Ecuador (MAE), Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), Instituto Nacional de Censo Ecuatoriano (INEC), Instituto Geográfico Militar (IGM), y adicionalmente de los Gobiernos Autónomos Descentralizados de la provincia del Guayas.

Para poder identificar los sitios de disposición final de los residuos sólidos, se usará el aplicativo de Google Earth, con los datos del Instituto Nacional de Censo Ecuatoriano (INEC), en donde se georreferenció, permitiendo situar en el mapa puntos concretos de los sistemas de disposición final de los residuos sólidos, en la cual se creará un mapa de los sitios de disposición final, mediante ArcGIS Earth online, los cuales facilitaron la identificación de los sitios de disposición final de los residuos sólidos en la provincia del Guayas.

Objetivo 2. Identificar los criterios técnicos (variables ambientales), de los sistemas de disposición final de residuos sólidos.

Para determinar el objetivo propuesto, se realizará una revisión bibliográfica donde se analizará las fuentes bibliográficas sobre el área de estudio y los parámetros para la creación de la base de datos, se utilizará la metodología sugerida por Solano & Cobos (2020) en la cual consiste en la identificación de los criterios de selección, para la determinación de las zonas potenciales del relleno sanitario, por lo que, se identificarán los criterios ambientales en base al TULSMA, libro VI, Anexo 6, sección 4.12. “Normas generales para la disposición de desechos sólidos no peligrosos, empleando la técnica de relleno mecanizado” (Ministerio del Ambiente, 2015).

Los criterios a evaluar son; la pendiente del lugar, permeabilidad, distancia a cuerpo hídricos, áreas protegidas, distancia a vías de acceso, distancias zonas urbanas, usos de suelos, distancias a fallas geológicas, distancia aeropuertos o pistas de aterrizaje.

Objetivo 3 Analizar los criterios ambientales de las ubicaciones de los sitios de disposición final de los residuos sólidos, en la provincia del Guayas.

Para lograr el último objetivo, se tomarán en cuenta las normas adecuadas del COA y TULSMA, dado que se requiere que cumpla con todos los criterios analizados en el

objetivo 2, en base a la ubicación de los sitios de disposición final de los residuos sólidos de la provincia del Guayas en el objetivo 1, a su vez, se verificará que los sitios sean los más adecuados, para que este no afecte a zonas urbanas, rurales, cuerpos de agua, bosques, etc.

2.2.4 Análisis estadístico

Para este estudio los datos recolectados serán procesados aplicando estadística descriptiva (medias, cálculo de porcentajes y ecuaciones), en donde se utilizarán los datos de los criterios ambientales evaluados, por lo cual, serán analizados, organizados y presentados para comprender la problemática del área de estudio, se hará uso de tablas y gráficos estadísticos de barras.

3. Marco teórico

3.1 Bases teóricas

3.1.1 Análisis multicriterio

El análisis multicriterio, es un proceso analítico que permite identificar diversas soluciones en la toma de decisiones ante un problema, utilizando principalmente variables cartográficas como datos de partida, por otra parte, durante el proceso de planificación nos permite integrar diferentes criterios de acuerdo al objeto de estudio en un solo marco de análisis para dar una visión integral (CANABIO, 2013).

3.1.2 Celda emergente

Es una celda técnicamente diseñada, donde se depositan temporalmente los desechos sólidos no peligrosos, los mismos que deberán tener una compactación y cobertura diaria con material adecuado, poseer los sistemas de: evacuación del biogás, recolección de lixiviados, desviación de las aguas de escorrentía (Belalcázar, 2019).

3.1.3 Disposición final de residuos

Quintero y Campos (2017) afirman que los sitios de disposición final pueden clasificarse como adecuados e inadecuados, los sistemas de disposición final adecuada, son aquellos lugares que cuentan con una normativa de seguimiento ambiental, en cuanto a, los sistemas de disposición final inadecuada, no poseen la aprobación de la autoridad ambiental competente para operar, en su mayoría no cumplen los lineamientos técnicos de operación y no están reconocidos como una alternativa de disposición final.

3.1.4 Residuos

Acosta (2010) afirma que los residuos son aquellos materiales o productos cuyo propietario o poseedor desecha o pierde utilidad tras haber cumplido con su misión o servido para realizar un determinado trabajo, por lo tanto, el concepto de residuo se emplea como sinónimo de basura, es decir, por hacer referencia a los desechos que el hombre ha producido.

3.1.5 Residuos Sólidos

Por residuo sólido se entiende como las sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido, los residuos sólidos se clasifican según su origen en: Residuo domiciliario, residuo comercial, residuo de limpieza o espacios públicos, residuos de establecimientos de atención de salud, residuo industrial, residuos de las actividades de construcción, residuos agropecuarios, residuo de instalaciones o actividades especiales (Quintero y Campos, 2016).

3.1.6 Residuos Sólidos Urbanos

Leon y Plaza (2017) catalogan a los residuos sólidos urbanos, como residuos domiciliarios, institucionales, comerciales y también los de servicios de limpieza municipal, esto quiere decir que son todos los residuos que se generan dentro de una ciudad o pueblo.

3.1.7 Relleno sanitario

Lugar en que se aplica la técnica de disposición de residuos y desechos peligrosos en el suelo atendiendo técnicas sanitarias y de ingeniería adecuadas y con un control exhaustivo de la seguridad para evitar daños o riesgos a la salud humana y el mínimo impacto ambiental (Batista, 2017).

3.1.8 Sistema de información geográfica (SIG)

Huertas y Morea (2018) afirman que los SIG son un Conjunto de herramientas para reunir, introducir en el ordenador, almacenar, recuperar, transformar y cartografiar datos espaciales, por lo que en la actualidad estas permiten trabajar con gran cantidad de información.

3.1.9 Vertederos de residuos solidos

Batista (2017) define a los vertederos de residuos solidos, como lugares sin preparación ni control adecuado para proteger la salud de las personas y el ambiente donde se depositan los residuos, a su vez estos sitios en su mayoría, no cuentan con un control técnico previa a su disposición, ya que a su mal funcionamiento afecta directamente al ambiente y a los ciudadanos que se encuentran a su alrededor.

3.2 Estado del arte

De acuerdo con la revisión bibliográfica, se han encontrado trabajos, artículos, tesis, en cuanto a la localización óptima para un relleno sanitario, por ejemplo, Molina (2018) manifiesta que la evaluación multicriterio, es una herramienta que ayuda a la toma de decisiones, para identificar y dar soluciones a un problema complejo en el territorio.

Se realizó un estudio en España, en donde se detectaron los aspectos ambientales a considerar en vertederos, en la cual, se realizó un inventario de los vertederos controlados españoles, identificando 175 vertederos y se ha estudiado el efecto en cada uno de los factores ambientales, a su vez los factores que más destacan en los vertederos son, el uso del suelo, la hidrología, las emisiones de gases y la proximidad a poblaciones (García y Vives, 2015).

En el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Colombia, se realizó un estudio, en la cual se permitió visualizar las mejores opciones para la ubicación de un relleno

sanitario, mediante análisis de criterio en combinación con las herramientas SIG, dado que se geo referenció la información geográfica análoga, tomando en cuenta las variables como, accesibilidad a vías, distancia a cuerpos hídricos, la ocupación actual, condiciones del suelo y topografía, distancia al perímetro urbano y densidad poblacional, con el fin de construir un sistema de información geográfica que llevara dichas variables al área de estudio que corresponde al Valle de Aburra (Jimenez y Pérez, 2015).

En el Ecuador se realizó un estudio, en la cual se identificaron los sistemas de disposición final de los residuos sólidos, en donde se establecieron 3 tipos; relleno sanitario, celda emergente, botaderos de basura, en total se tienen 226 sistemas de disposición final registrados de los cuales 90 (es decir el 40 %) están en la costa; 97 en la sierra (43 %) y los 39 restantes en la Amazonía (17 %), a su vez se evaluó la ubicación de cada uno de ellos con respecto al usos de suelos, en donde se identificó que el 71 % de los sistemas de disposición final se encuentran en suelos catalogados como “Tierra agropecuaria”, y dos en “Vegetación arbustiva y herbácea” (Solis, 2020).

Por otro lado en la ciudad de Loja se identificaron sitios potenciales para un relleno sanitario, dado que se utilizó el método de valoración multicriterio, ya que es una herramienta que funciona por medio de factores y restricciones, y se generan a través de escalas espaciales, que permiten establecer una valoración detallada de los mismos a partir de la matriz de valoración por pares, obteniendo como resultados las áreas que cumplen los criterios técnicos recomendados en la ciudad de Loja de acuerdo con la normativa ambiental Ecuatoriana (TULSMA) (Castellanos, 2018).

Otro método utilizado para realizar análisis multicriterio es generar un mapa base, utilizando información geográfica de geo portales nacionales o internacionales, el

estudio realizado se planteó en la ciudad de Macas para, determinar la ubicación óptima de un relleno sanitario, mediante una evaluación de criterios, se trabajó con las variables de pendiente, uso de suelo, permeabilidad del suelo, ríos, vías, zona urbana y aeropuerto obteniendo como resultado, 4 áreas potenciales, considerando que la superficie mínima es de 10 ha (Palacios, 2018).

En otro estudio Solano (2020) propuso realizar un análisis multicriterio basado en herramientas GIS para la identificación de áreas idóneas con características únicas, para el emplazamiento del relleno sanitario, en donde se llevó a cabo la siguiente metodología que consiste en normalizar la escala valorativa, para que todos los criterios puedan evaluarse de la misma forma y posteriormente aplicar un peso de importancia relativa para cada criterio, lo que permite la compensación de variables, este procedimiento se lo realizó con el software ArcGIS.

3.3 Marco legal

El marco legal de este proyecto estará conformado por artículos, normas y leyes enfocados a la correcta creación e implementación del relleno sanitario:

3.3.1 Constitución del Ecuador

Título II: Derechos

Capítulo segundo Derechos del buen vivir

Sección segunda: Ambiente sano

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

Capítulo VII

Derechos de la Naturaleza

Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y

regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan a la naturaleza.

3.3.2 Reforma del Libro VI del TULSMA Anexo 6

Normas generales para la disposición de desechos sólidos no peligrosos, empleando la técnica de relleno mecanizado

4.12.2 El relleno sanitario deberá contar con un diseño y manejo técnico para evitar problemas de contaminación de las aguas subterráneas, superficiales, del aire, los alimentos y del suelo mismo.

4.12.4 Todo sitio para la disposición sanitaria de desechos sólidos provenientes del servicio de recolección de desechos sólidos deberá cumplir como mínimo, con los siguientes requisitos para rellenos sanitarios mecanizados:

- a) El relleno sanitario debe ubicarse a una distancia no menor de 13 Km. de los límites de un aeropuerto o pista de aterrizaje.
- b) No debe ubicarse en zonas donde se ocasionen daños a los recursos hídricos (aguas superficiales y subterráneas, fuentes termales o medicinales), a la flora, fauna, zonas agrícolas ni a otros elementos del paisaje natural. Tampoco se deben escoger áreas donde se afecten bienes culturales (monumentos históricos, ruinas arqueológicas, etc).
- c) El relleno sanitario deberá estar ubicado a una distancia mínima de 200 m de la fuente superficial más próxima.
- d) Para la ubicación del relleno no deben escogerse zonas que presenten fallas geológicas, lugares inestables, cauces de quebradas, zonas propensas a deslaves, a agrietamientos, desprendimientos, inundaciones, etc, que pongan en riesgo la seguridad del personal o la operación del relleno.
- e) El relleno sanitario no debe ubicarse en áreas incompatibles con el plan de desarrollo urbano de la ciudad. La distancia del relleno a las viviendas más cercanas no podrá ser menor de 500 m. Tampoco se deben utilizar áreas previstas para proyectos de desarrollo regional o nacional (hidroeléctricas, aeropuertos, represas, etc).
- f) El relleno sanitario debe estar cerca de vías de fácil acceso para las unidades de recolección y transporte de los desechos sólidos.
- g) El lugar seleccionado para el relleno sanitario debe contar con suficiente material de cobertura, de fácil extracción.
- h) La permeabilidad de los suelos deberá ser igual o menor que 1×10^{-7} cm/seg; si es mayor se deberá usar otras alternativas impermeabilizantes.
- i) Se deberá estimar un tiempo de vida útil del relleno sanitario de por lo menos 10 años.

- j) El relleno sanitario deberá poseer: cerramiento adecuado, rótulos y avisos que lo identifiquen en cuanto a las actividades que en él se desarrollan, como entrada y salida de vehículos, horarios de operación o funcionamiento, medidas de prevención para casos de accidentes y emergencias, además se deben indicar la prohibición de acceso a personas distintas a las comprometidas en las actividades que allí se realicen.
- k) El relleno sanitario debe contar con los servicios mínimos de: suministro de agua, energía eléctrica, línea telefónica, sistema de drenaje para evacuación de sus desechos líquidos, de acuerdo con la complejidad de las actividades realizadas.
- l) El relleno sanitario debe contar con programas y sistemas para prevención y control de accidentes e incendios, como también para atención de primeros auxilios y cumplir con las disposiciones reglamentarias que, en materia de salud ocupacional, higiene y seguridad industrial establezca el Ministerio de Salud Pública y demás organismos competentes.
- m) El relleno sanitario debe contar con servicios higiénicos apropiados para uso del personal.
- n) Se debe mantener un registro diario, disponible para la Entidad Ambiental de Control, en lo relacionado con cantidad, volúmenes y peso de desechos sólidos. El análisis de la composición física y química de los desechos sólidos se realizará anualmente.
- o) Debe mantenerse en el relleno sanitario las condiciones necesarias para evitar la proliferación de vectores y otros animales que afecten la salud humana o la estética del entorno.
- p) Se debe ejercer el control sobre el esparcimiento de los desechos sólidos, partículas, polvo y otros materiales que por acción del viento puedan ser transportados a los alrededores del sitio de disposición final.
- q) Se debe controlar mediante la caracterización y tratamiento adecuado los líquidos percolados que se originen por descomposición de los desechos sólidos y que pueden llegar a cuerpos de agua superficiales o subterráneos.
- r) Los desechos sólidos no peligrosos deben ser colocados y cubiertos adecuadamente.
- s) Para la captación y evacuación de los gases generados al interior del relleno sanitario se deben diseñar chimeneas de material granular, las mismas que se conformarán verticalmente elevándose a medida que avanza el relleno.
- t) Todo relleno sanitario debe disponer de una cuneta o canal perimetral que intercepte y desvíe fuera del mismo las aguas lluvias.
- u) Durante la operación del relleno sanitario, los desechos sólidos deben ser esparcidos y compactados simultáneamente en capas que no excedan de una profundidad de 0,60 m.
- v) Todas las operaciones y trabajos que demande un relleno sanitario deben ser dirigidos por una persona especialmente adiestrada para este efecto, debiendo estar su planteamiento y vigilancia a cargo de un ingeniero sanitario.

w) El relleno sanitario en operación debe ser inspeccionado regularmente por la entidad ambiental de control correspondiente, dictándose las medidas que se crea adecuadas para corregir cualquier defecto que se compruebe en las técnicas con las que se opera en el relleno sanitario.

3.3.3 Código Orgánico Ambiental (COA)

Capítulo III

Gestión integral de residuos y desechos sólidos no peligrosos

Sección 3a

Generación y fases de la gestión integral de residuos y desechos sólidos no peligrosos

Art. 596.- Disposición final. - Es la última de las fases de la gestión integral de los desechos, en la cual son dispuestos de forma sanitaria mediante procesos de aislamiento y confinación definitiva, en espacios que cumplan con los requerimientos técnicos establecidos en las normas secundarias correspondientes, para evitar la contaminación, daños o riesgos a la salud humana y al ambiente.

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales y Metropolitanos deberán disponer los desechos sólidos no peligrosos de manera obligatoria en rellenos sanitarios u otra alternativa que cumpla con los requerimientos técnicos y operativos aprobados para el efecto. La disposición final de desechos sólidos no peligrosos se enfocará únicamente en aquellos residuos que no pudieron ser reutilizados, aprovechados o reciclados durante las etapas previas de la gestión integral de residuos o desechos.

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales y Metropolitanos deberán cerrar los botaderos existentes en el cantón, mediante proyectos de cierre técnico autorizados por la Autoridad Ambiental Nacional.

Se prohíbe la disposición final de desechos sólidos no peligrosos sin la autorización administrativa ambiental correspondiente.

Asimismo, se prohíbe la disposición final en áreas naturales que conforman el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, en el dominio hídrico público, aguas marinas, playas, en las vías públicas, a cielo abierto, patios, predios, solares, quebradas o en cualquier otro lugar diferente al destinado para el efecto, de acuerdo a la norma secundaria que emita la Autoridad Ambiental Nacional.

3.4 Análisis

3.4.1 Identificación de los tipos de disposición final de residuos sólidos en la provincia del Guayas

La provincia del Guayas se encuentra en la región Costa o Litoral del Ecuador y limita con las provincias de Manabí, Los Ríos, Bolívar, Chimborazo, Cañar, Azuay y Península de Santa Elena, a su vez se encuentra ubicada geográficamente en la Zona 17 Sur; y la posición astronómica es 2°12' latitud sur, 79°58' longitud occidental (GAD PROVINCIA DEL GUAYAS, 2021).

A continuación, se presenta la ubicación de los tipos de disposición final de los residuos sólidos de la provincia del Guayas (Figura 1), por lo tanto, se geo-referencio, obteniendo datos correspondientes a la ubicación (coordenadas UTM), se debe agregar, que se obtuvieron los datos mediante la página del INEC, y Google maps y el aplicativo "Google Earth".

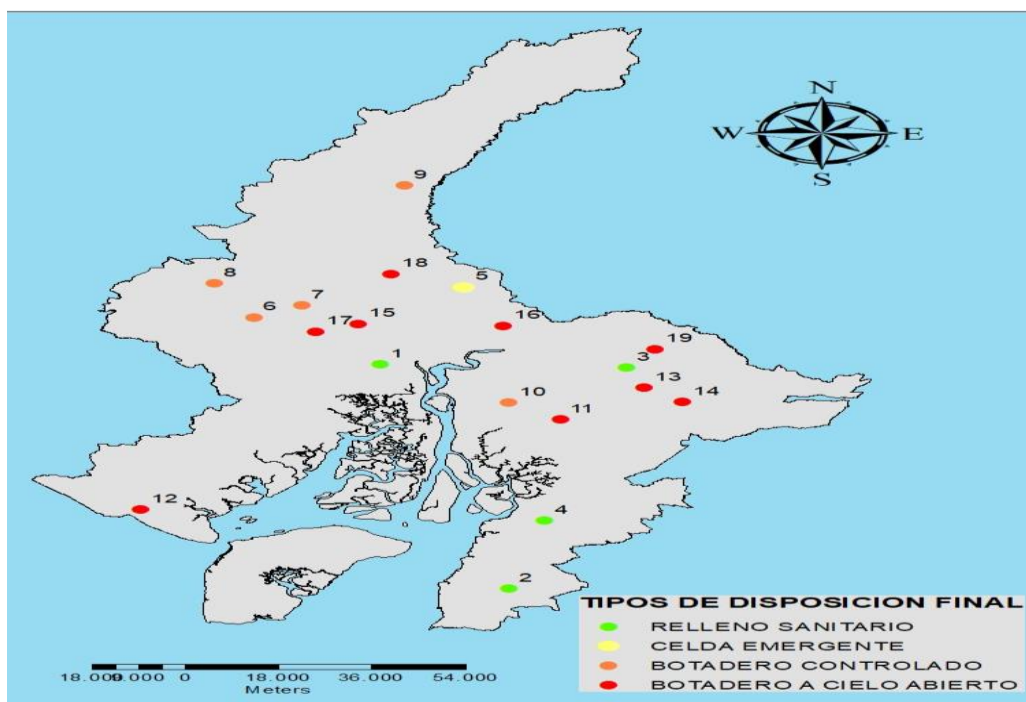


Figura 1. Ubicación de los tipos disposición final de la provincia del Guayas Fuente: Mendoza (2021), adoptado con los datos del INEC (2018).

En la figura 1, se observa la ubicación de los tipos de sistema de disposición final de los residuos sólidos en la provincia del Guayas, en la cual se encuentran clasificados por colores y enumerados en base a la (Tabla 1), a su vez el color verde corresponde a los rellenos sanitarios, el color amarillo se refiere a celdas emergentes, por otro lado, el color naranja hace referencia a los botaderos controlados, y el color rojo corresponde a los botaderos a cielo abierto.

De acuerdo al COA los sistemas de disposición final pueden estar categorizados en tres tipos: rellenos sanitarios, celdas emergentes y botaderos de basura (cielo abierto o controlado), según Solis (2020) afirma que en la provincia del Guayas, en total se tienen 19 sistemas de disposición final registrados de los cuales, 4 son Relleno sanitario, 1 es celda emergente, 5 son botaderos controlados y 9 son botaderos a cielo abierto, como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. Listados de los sitios de disposición final de la provincia del Guayas

N°	Descripcion	Tipo de disposicion final	Cordenadas
1	Las Igunas		-2.079105, -79.957395
2	San Carlos de Balao	Relleno Sanitario	-2.908879, -79.730099
3	Milagro Urbano		-2.091329, -79.526879
4	Hacienda Fatima		-2.656825, -79.667756
5	Camino Roque Hcda. El Delirio	Celda Emergente	-1.798192, -79.809901
6	Recinto Alegria		-1.907140, -80.174933
7	Via Lomas las Caldas		-1.862154, -80.091431
8	San Pablo	Botadero Controlado	-1.780677, -80.243528
9	La Herradura		1.419629, -79.912948

10	Eloy Alfaro		-2.221880, -79.731905
11	Virgen de Fatima		-2.283115, -79.641221
12	Villamil Playas		-2.617091, -80.371506
13	Conducta Naranjito		-2.165930, -79.494339
14	Botadero Naranjito		-2.218256, -79.427619
15	Santa Rosa Daule	Botadero a Cielo Abierto	-1.930240, -79.993343
16	Cabecera Central Samborondon		-1.937370, -79.741238
17	Los Cerritos		-1.959887, -80.065814
18	Santa Lucia		-1.746393, -79.935036
19	El Arenal		-2.023074, -79.477106

Nota: Tipos de sistemas de disposicion final de residuos solidos en la provincia del Guayas

Fuente: Mendoza (2021), adaptado de los datos del INEC (2018).

En la Tabla 1 se observan los tipos de disposición final de residuos sólidos, en la cual se encuentran enumerados, con su respectiva descripción, y sus coordenadas geográficas para su localización, en donde se muestran 19 sistemas de disposición final de residuos sólidos, en donde, del 1 al 4 son rellenos sanitarios, el 5 es una celda emergente, del 6 al 11, son botaderos controlados, y del 11 al 19 son botaderos a cielo abierto.

3.4.2 Determinación los criterios ambientales de los sistemas de disposición final

Para la evaluación y selección de un sitio para la disposición final de residuos sólidos no peligrosos, se identificaron los criterios técnicos de selección y restricción. Solano y Cobos (2020) afirman que se obtuvieron 10 criterios mínimos a cumplir para la

ubicación óptima de un sitio de disposición final en el Ecuador (Tabla 2), dispuestos en el Reglamento al Código Orgánico del Ambiente (COA) a través del artículo 596, y sus disposiciones de la Legislación Ambiental Ecuatoriana en base al TULSMA, libro VI, Anexo 6, sección 4.12. “Normas generales para la disposición de desechos sólidos no peligrosos, empleando la técnica de relleno mecanizado”

Tabla 2. Listado de criterios ambientales

Identificación	Variables	Criterio
A	Pendiente	Menor o igual a 15 grados. componentes del suelo. menor o
B	Permeabilidad	igual 1×10^{-7} cm/seg suelo de textura arcillosa.
C	Recursos hídricos	Distancia superior a 200m
D	Áreas naturales protegidas	Zonas restringidas
E	Áreas de protección hídrica	Distancia superior a 200m
F	Distancia vías de acceso	Distancia entre 500m a 2000m
G	Distancia población y zonas Urbanas	Distancia superior a 500m
H	Uso de suelos	Zonas restringidas
I	Distancia Fallas geológicas	Distancia superior a 300 m
J	Distancia aeropuerto	Distancia mayor a 13 km.

Nota: Criterios ambientales para la ubicación de los sistemas de disposición final de residuos sólidos en la provincia del Guayas.

Fuente: Código Orgánico Ambiental (2019), Ministerio del Ambiente (2015).

En la Tabla 2 se muestran los criterios ambientales, utilizados para determinar los sitios óptimos de los sistemas de disposición final de residuos sólidos, en la cual se los clasificó de acuerdo a la letra del abecedario, en donde A) la pendiente del lugar, B) la permeabilidad, C) la distancia a los recursos hídricos, D) áreas naturales protegidas, E) áreas de protección hídrica, F) distancias a vías de acceso, G) distancias a zonas urbanas, H) usos de suelos, I) distancias a fallas geológicas, J) distancia aeropuertos o pistas de aterrizaje. Para un mayor detalle de los criterios se puede observar en el Anexo 1.

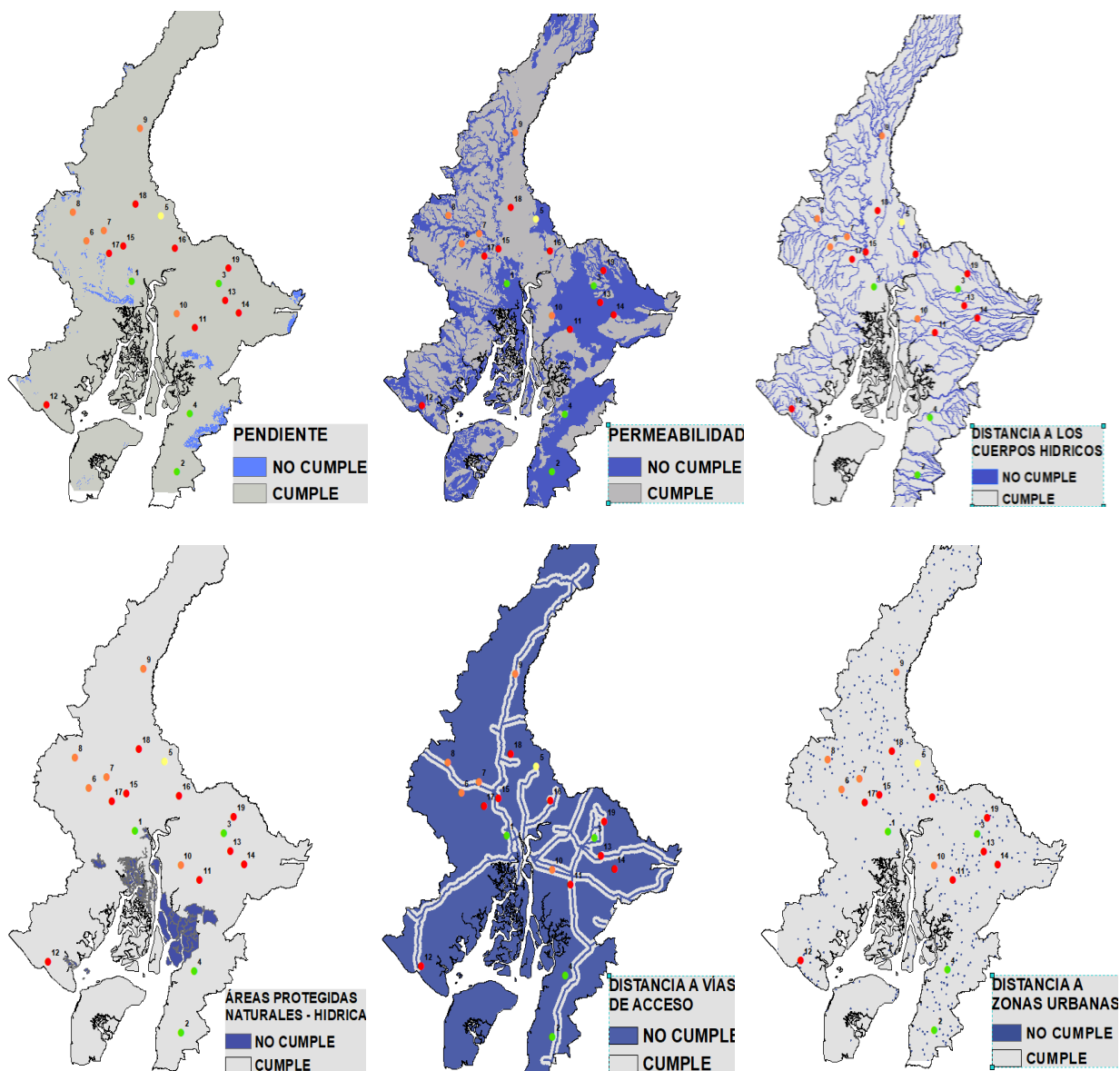
3.4.3 Análisis de los sistemas de disposición final

Se analizó cada uno de los sistemas de disposición final de residuos sólidos, utilizando sistemas de información geográfica, Google Earth, Google maps, ArcGIS, con el fin de conocer la ubicación adecuada de acuerdo a la normativa ecuatoriana en base a los criterios determinados.

De acuerdo con la información recolectada de diferentes portales web y geo portales; se evaluaron los criterios de la tabla 2, A) la pendiente del lugar, B) la permeabilidad, C) la distancia a los recursos hídricos, D y E) las áreas protegidas, F) distancias a vías de acceso, G) distancias a zonas urbanas, H) usos de suelos, I) distancias a fallas geológicas, J) distancia aeropuertos o pistas de aterrizaje.

Mediante el geo portal (SIGTIERRAS) dentro de su Sistema Nacional de Administración de Tierras (SINAT), del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Ecuador, se pudo evaluar los criterios, pendientes, permeabilidad del suelo y fallas geológicas, por otro lado, se analizó la cobertura o uso del suelo, áreas naturales protegidas y áreas hídricas protegidas, mediante el geo portal del Ministerio del Ambiente, Agua y transición ecológica (Mapa Interactivo), a su vez, se analizaron los

demás criterios, obteniendo los formatos de archivos vectoriales, del Geo portal IGM (Instituto Geográfico Militar-Ecuador), y de la Universidad del Azuay (Información Espacial del Ecuador), por lo que se puede observar, los datos recopilados y analizados en la Figura 2.



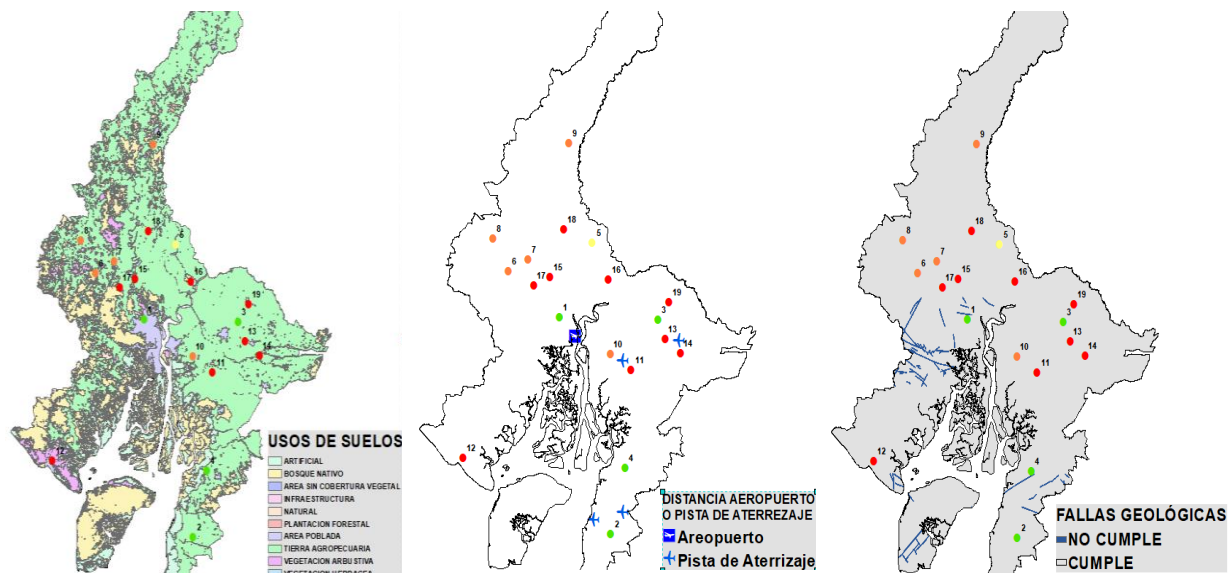


Figura 2. Datos analizados de los criterios ambientales
 Fuente: Geo portal SIGTIERRAS, Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, Instituto Geográfico Militar

En la Figura 2 se observan los criterios ambientales analizados mediante sistemas de información geográfica, en donde se analizaron en base a la ubicación de los sistemas de disposición final, se analizó la pendiente, permeabilidad, distancia a recursos hídricos, áreas protegidas, distancia a vías de acceso, distancias a zonas urbanas y fallas geológicas, en la cual el color azul no cumple con los criterios establecidos, a su vez el color gris, cumple con la normativa establecida, por otro lado el criterio usos de suelos, establece que las áreas sin cobertura vegetal son idóneas para la implementación de un sistema de disposición final, por otra parte, el criterio distancia aeropuertos, se consideró midiendo la distancia de los sistemas de disposición final, ya que no deben encontrarse a una distancia menor de 13Km.

3.4.3.1 Análisis de los rellenos sanitarios por criterios

En esta parte se analizaron los 4 rellenos sanitarios, evaluando los criterios ambientales para la ubicación óptima de un relleno sanitario, en la Tabla 3 se presentan los principales resultados.

Tabla 3. Criterios ambientales considerados para un relleno sanitario

Relleno S \ Criterios	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Las iguanas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
San Carlos	✓			✓	✓	✓	✓		✓	
Milagro urbano	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
Hacienda Fátima	✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓

Nota: A = Pendiente, B = Permeabilidad, C = Distancia a los recursos hídricos, D y E = Áreas protegidas, F = Distancias a vías de acceso, G = Distancias a zonas urbanas, H = Uso de suelos, I = Distancias a fallas geológicas, J = Distancia aeropuertos o Pistas de aterrizaje.

Mendoza, 2021

En la Tabla 3 se muestran los resultados del estudio del cumplimiento de los criterios ambientales en los rellenos sanitarios, este análisis se lo realizó en base a la Figura 2, en donde se marcaron con un visto los criterios que cumplen con la normativa de cada relleno sanitario, a su vez se dejó en blanco los criterios que no cumplen con la normativa, por la cual, se analizó que el relleno sanitario Las Iguanas cumple con todos los criterios establecidos en la normativa, por otra parte, los demás rellenos sanitarios no cumplen con algunos criterios establecidos como permeabilidad, distancia a recursos hídricos, uso de suelos y distancia aeropuertos, por lo que no están en una ubicación adecuada para operar.

A continuación, se evaluó los criterios que no cumplen con la normativa, en cuanto a los rellenos sanitarios, en la Figura 3 se observan los principales resultados.

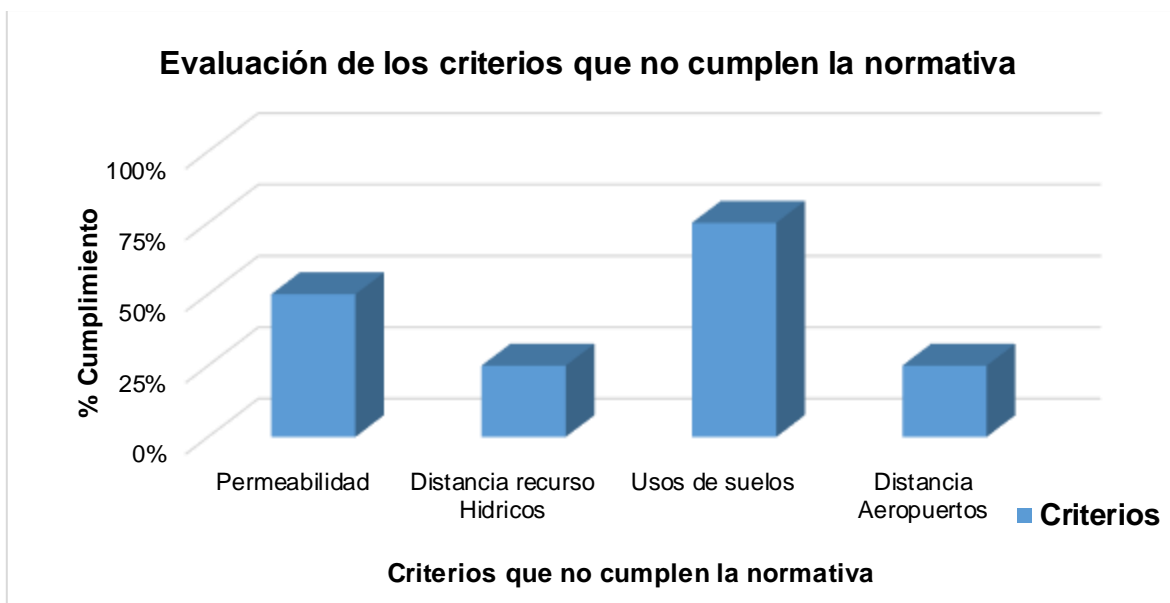


Figura 3. Criterios ambientales que no cumplen la normativa de los rellenos sanitarios Mendoza, 2021

En la Figura 3 se muestran los criterios que no cumplen con la normativa, se evaluaron de acuerdo a la ubicación de los rellenos sanitarios, en donde se pudo constatar que el 50% de los rellenos sanitarios, no cumplen con el criterio permeabilidad (B), ya que se encuentran ubicados en zonas con una textura media (Franco arcillosos), o poco permeable, a su vez el 25% de los rellenos sanitarios no cumplen con los criterios Distancia de los recursos hídricos (C) por lo que, se encuentra a una distancia superior a 200 metros respecto a cualquier masa de agua superficial, y Distancia aeropuertos o pistas de aterrizaje (J), debido a que está ubicado en un rango menor a 13km, por otro lado, el 75% de los rellenos sanitarios están ubicados en zonas agropecuarias, por lo que no cumplen con el criterio uso de suelos (H), ya que estas zonas están restringidas para la ubicación de un relleno sanitario.

3.4.3.2 *Análisis de la celda emergente por criterios*

Se evaluaron los criterios ambientales, para analizar la ubicación de la celda emergente, en la Tabla 4 se observan los resultados.

Tabla 4. Criterios ambientales considerados para una celda emergente

Celda emergente \ criterios	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Camino roque hda. El delirio	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓

Nota: A = Pendiente, B = Permeabilidad, C = Distancia a los recursos hídricos, D y E = Áreas protegidas, F = Distancias a vías de acceso, G = Distancias a zonas urbanas, H = Uso de suelos, I = Distancias a fallas geológicas, J = Distancia aeropuertos o Pistas de aterrizaje.

Mendoza, 2021

En la tabla 4, se analizó la celda emergente en base a los datos de la Figura 2, en la cual se muestra los criterios que cumplen con la normativa marcados con un visto, a su vez los criterios que no cumplen se los dejó en blanco, por lo que, la celda emergente cumple con 9 de 10 criterios, dado que el criterio que no cumple es H) “uso de suelo”, en donde la celda emergente se encuentra ubicada en “tierras agropecuarias”, ya que la normativa de este criterio explica, que no debe ubicarse donde ocasione daños a las zonas agrícolas ni a otros elementos del paisaje natural, por lo tanto, debería ubicarse en zonas desérticas, salinas, pastizales o tierras sin cultivar, por lo cual, la celda emergente no se encuentra ubicada en una zona óptima para operar.

3.4.3.3 *Análisis de los botaderos controlados por criterios*

En este análisis se evaluaron los criterios ambientales de los 5 botaderos controlados, para verificar la ubicación óptima, en la Tabla 5 se observan los resultados.

Tabla 5. Criterios ambientales considerados para los botaderos controlados

B. Controlados\ criterios	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Recinto Alegría	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
Vía lomas las caldas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
San Pablo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
La herradura	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓
Eloy Alfaro	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	

Nota: A = Pendiente, B = Permeabilidad, C = Distancia a los recursos hídricos, D y E = Áreas protegidas, F = Distancias a vías de acceso, G = Distancias a zonas urbanas, H = Uso de suelos, I = Distancias a fallas geológicas, J = Distancia aeropuertos o Pistas de aterrizaje.

Mendoza, 2021

En la tabla 5 se observan los criterios evaluados en base a los datos de la Figura 2, en donde se marcaron con un visto los criterios que cumplen con la normativa establecida, y se dejó en blanco los criterios que no cumplen los botaderos controlados, dando como resultado del análisis, que los 5 botaderos controlados no cumplen con al menos un criterio (H) uso de suelos, por lo que no están adecuadamente ubicados para operar o convertirse en relleno sanitario, además, 2 botaderos no cumplen con los criterios (F) distancia a vías de acceso y (J) distancias aeropuertos.

A continuación, se evaluó los criterios que no cumplen la normativa, en cuanto a los botaderos controlados, en la Figura 4 se observan los principales resultados.

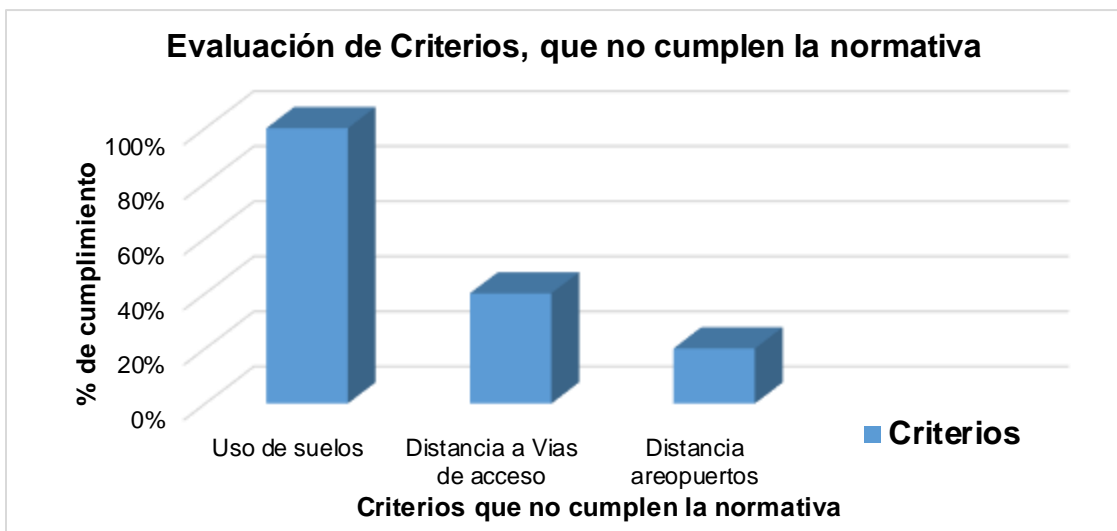


Figura 4. Criterios ambientales que no cumplen con la normativa de los botaderos controlados Mendoza, 2021

En la Figura 4 se muestran los criterios que no cumplen la normativa para la ubicación adecuada de los botaderos controlados en la provincia del Guayas, en donde se analizó que el 100% de los botaderos controlados no cumplen con el criterio, usos de suelos (H), debido a que están ubicados en zonas agropecuarias, siendo zonas restringidas para la ubicación de botadero, a su vez el 40% de los botaderos controlados, no cumplen con el criterio distancias a vías de acceso, debido a que se encuentran ubicados en un rango menor de a 500m, por otro lado el 20% de los botaderos controlados no cumplen con el criterio distancia a aeropuertos, ya que, están ubicados a un rango menor de 13Km, a su vez, puede ocasionar colisiones entre aves y aeronaves, dado que las aves pueden sentirse atraídas por los botaderos de basura, para satisfacer su demanda de agua, alimento o nidos.

3.4.3.4 Análisis de los botaderos a cielo abierto por criterios

En este análisis se evaluaron los criterios ambientales para la ubicación de los botaderos a cielo abierto, en la Tabla 6 se muestran los resultados.

Tabla 6. Criterios ambientales considerados para los botaderos a cielo abierto

B. Cielo abierto \ Criterios	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Virgen de Fátima	✓		✓	✓	✓		✓		✓	
Villamil Playas	✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
Conducta Naranjito	✓		✓	✓	✓		✓		✓	
Botadero Naranjito	✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓	
Santa Rosa Daule	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
Cabecera Central	✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
Los Cerritos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Santa Lucia	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
El Arenal	✓			✓	✓	✓	✓		✓	✓

Nota: A = Pendiente, B = Permeabilidad, C = Distancia a los recursos hídricos, D y E = Áreas protegidas, F = Distancias a vías de acceso, G = Distancias a zonas urbanas, H = Uso de suelos, I = Distancias a fallas geológicas, J = Distancia aeropuertos o Pistas de aterrizaje.
Mendoza, 2021

En la tabla 6 se evaluaron los criterios de los botaderos a cielo abierto en base a los datos de la Figura 2, en donde se muestran los criterios que cumplen con la normativa marcados con un visto, y los criterios que no cumplen con la normativa se dejaron en blanco, a su vez se pudo analizar, que 8 de los botaderos a cielo abierto no cumplen con los criterios establecidos con respecto a su ubicación, a su vez el botadero “Los Cerritos”, cumple con todos los criterios evaluados, por lo que se encuentra en una ubicación adecuada para operar o convertirse en relleno sanitario.

A continuación, se evaluó los criterios que no cumplen la normativa, en cuanto a los botaderos a cielo abierto, en la Figura 5 se observan los principales resultados

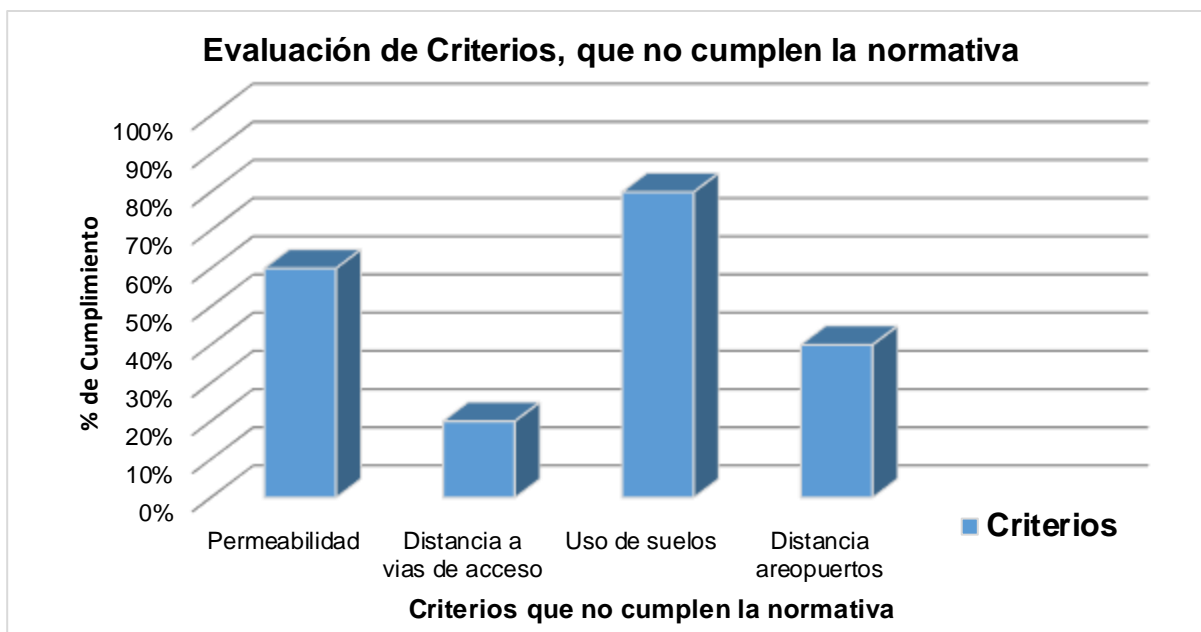


Figura 5. Criterios ambientales que no cumplen con la normativa de los botaderos a cielo abierto.

Mendoza, 2021

En la Figura 5 se muestran los criterios que no cumplen con la normativa para la ubicación adecuada de los botaderos a cielo abierto en porcentaje, en donde se analizó que el 60% de los botaderos a cielo abierto no cumplen con el criterio de permeabilidad (B) por lo que se encuentran ubicados en sitios con una textura media (Franco arcillosos) o poco permeable, a su vez el 10% incumplen con el criterio distancia de recursos hídricos (C), ya que se encuentra en una zona delimitada como cuerpo de agua con un rango menor a 200m, por otro lado el 80% de los botaderos no cumple con el criterio uso de suelos (H), por lo que están ubicados en tierra agropecuaria, siendo áreas restringidas para la ubicación de botadero a cielo abierto, el 40% de botaderos no cumplen con este criterio Distancia aeropuertos o pista de aterrizaje (J) , ya que están ubicados a un rango menor de 13Km.

4. Conclusiones

Se pudo establecer la caracterización de la zona de estudio, identificando la ubicación y los tipos de los sistemas de disposición final de residuos sólidos, en donde se pudo concluir que en la provincia del Guayas existen 19 sistemas de disposición final de residuos sólidos, de los cuales, 4 son Relleno sanitario, 1 es celda emergente, 5 son botaderos controlados y 9 son botaderos a cielo abierto.

Se pudo determinar los criterios ambientales, utilizados para el análisis de la ubicación de los sistemas de disposición final de los residuos sólidos, en donde se pudo concluir que se identificaron 10 criterios mínimos a cumplir para la ubicación óptima de un sitio de disposición final en el Ecuador, estos son; pendiente, permeabilidad, distancia a los recursos hídricos, áreas naturales protegidas, áreas de protección hídrica, distancias a vías de acceso, distancias a zonas urbanas, usos de suelos, distancias a fallas geológicas, distancia aeropuertos o pistas de aterrizaje.

Al evaluar los criterios ambientales de cada uno de los sistemas de disposición final, se pudo concluir que, el criterio ambiental que no cumplen con la normativa en la mayoría de los sistemas de disposición final es el “uso de suelos”, por lo que los sistemas de disposición final que no cumplen con este criterio, se encuentran ubicados en zonas agropecuarias, a su vez, en base a los datos recolectados se realizó el análisis correspondiente de cada uno de los sistemas de disposición final, en el cual se pudo concluir que, de los 19 sistemas de disposición final analizados, 2 de ellos, el relleno sanitario (Las Iguanas), y el botadero a cielo abierto (Los Cerritos) se encuentran ubicados en sitios adecuados.

5. Bibliografía

- Acosta, M. (2005). Propuesta para la gestión integral de residuos sólido en la ciudad de Vinces (Tesis de grado), Escuela Politécnica Del Ejército, Vinces. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/827/1/T-ESPE-025065.pdf>.
- Atiencía, A. (2018). Propuesta de sitios potenciales para la implementación de un relleno sanitario en el cantón esmeraldas (Tesis de grado), Escuela de Gestión Ambiental, Esmeraldas. <https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/1739/1/ATIENCIA%20ROBLES%20%20AGUST%c3%8dN%20ALEXANDER.pdf>.
- Batista, J. (2017). Propuesta para determinar la localización óptima de una planta de reciclaje y relleno sanitario de desechos sólidos urbanos en el distrito de Santiago (Tesis de Maestría), Universidad de Panamá, Santiago. <http://up-rid.up.ac.pa/1631/1/jaime%20oliver.pdf>.
- Behar, D. (2008). *Introducción a la Metodología de Investigación (1a ed.)*. Shaloom, Colombia.
- Belalcázar, I. (2019). Identificación de áreas óptimas para la localización de un relleno sanitario en las subregiones norte y oriente del Valle del Cauca. *Revista Entorno Geográfico*, 3(18), 46-78. <https://doi.org/10.25100/eg.v0i18.8626>
- Burbano, N. (2015). *Introducción a la hidrología del Ecuador (2a ed.)*. Iñaquito N36-14 y Corea, Quito.
- Bustamante, C. (2020). Análisis multicriterio basado en un SIG enfocado a determinar áreas potenciales para el emplazamiento de un relleno sanitario en el cantón santa rosa, provincia de el oro (Tesis de grado), Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil.

<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BUSTAMANTE%20NORIEGA%20CARLOS%20ALFREDO.pdf>.

CANABIO. (2013). Análisis multicriterio. [www.Recibio.net. http://www.recibio.net/wp-content/uploads/2012/11/AnalisisMulticriterio-Wolke.pdf](http://www.recibio.net/wp-content/uploads/2012/11/AnalisisMulticriterio-Wolke.pdf)

Cardozo, C. y Giménez, M. (2018). Localización óptima de relleno sanitario aplicando técnicas multicriterio en sistemas de información geográfica (SIG) en el área metropolitana del alto Paraná. *Universidad Nacional del Este*, 7(2), 2-19, Artículo <https://core.ac.uk/download/pdf/15783467.pdf>.

Carrillo, K. (2015). Modelo de gestión integral de rellenos sanitarios manuales, para poblaciones entre 15.000 y 30.000 habitantes en el Ecuador (Tesis de grado), Universidad Internacional SEK, Quito. <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/451/1/TESIS%20NELSON%20BENAVIDES.pdf>.

Castellanos, C. (2018). Evaluación de la selección espacial para la ubicación actual del relleno sanitario doña Juana, aplicando metodología mcda-sig. Ciudad Bogotá (Tesis de grado), Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/21056/Mu%c3%b1ozCesar2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Charpentier, A., Carrera, D., Freire, J., y Haro, M. (2018). Modelamiento espacial en la ubicación de un relleno sanitario para la zona de Intag, cantón Cotacachi, Ecuador. *Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE*, 1(1), 37-42. <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/RevFIG/article/view/1607/1568>

- COA. (2019). Código Orgánico Ambiental. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/06/REGLAMENTO-AL-CODIGO-ORGANICO-DEL-AMBIENTE.pdf>
- Cobos, S., Solano, J., y Vera, A. (2017). Análisis multicriterio basado en GIS para identificar potenciales áreas de emplazamiento de un relleno sanitario. *Universidad Católica de Cuenca*, 8(2), 51-62. <http://revistas.uazuay.edu.ec/index.php/memorias/article/download/48/42/>
- Collazos, H. (2013). *Diseño y operación de rellenos sanitarios 4ta. Edición*. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Consortio ILM. (2017). Relleno sanitario las Iguanas Institucional, Municipalidad de Guayaquil. Obtenido de <https://renderinc.pro/rellenosanitario-las-iguanas-tvc-institucional>
- Diario El Universo. (2012). El 85% de la basura del país contamina ríos y áreas baldías. *El Universo*, pág. 10. <https://www.eluniverso.com/2011/10/16/1/1430/85-basura-pais-contaminarios-areas-baldias.html>
- Espejo, A. (2017). Localización óptima de un relleno sanitario empleando sistemas de información geográfica en el distrito de chachapoyas, región amazonas (Tesis de grado), Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, Perú. <http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/1295?show=full>
- GAD PROVINCIA DEL GUAYAS. (2021). Plan de ordenamiento territorial de la provincia del Guayas. [guayas.gob.ec/wp-content/uploads/dmdocuments/ley-de-transparencia/literal-k/Senplades%20PLAN%20ORDENAMIENTO%20TERRITORIAL.pdf](https://www.guayas.gob.ec/wp-content/uploads/dmdocuments/ley-de-transparencia/literal-k/Senplades%20PLAN%20ORDENAMIENTO%20TERRITORIAL.pdf)

- Galarza, B., Parra, P., & Vásquez, P. (2013). Relleno sanitario de Pichacay. *Galileo* (26), 160-166.
- Gallardo S. (2010). Evaluación técnica, socio-ambiental y económica del relleno sanitario Inga Bajo (Tesis de grado), Universidad San Francisco de Quito.
- García, F. y Vives, V. (2013). Aspectos ambientales a considerar en vertederos: Emplazamiento y emisiones de biogás. *Revista Dyna*, 88(2), 166-170.
<https://www.revistadyna.com/busqueda/aspectos-ambientales-a-considerar-en-vertederos-ubicacion-y-emisiones-de-biogas>.
- Gordillo, C. (2019). Localización de un relleno sanitario en el cantón Naranjal, mediante proceso de análisis jerárquico basado en sistemas de información geográfica (Tesis de grado), Universidad Estatal de Guayaquil.
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/39601>.
- Huertas, J. y Mórea, M. (2018). Sistemas de información geográfica.
www.administracionelectronica.gob.es.
https://administracionelectronica.gob.es/pae_Home/dam/jcr:3440992b-44ee-4240-8000-ac0a502ffb56/Ponencia_130.pdf
- INEC. (2018). Disposición Final de los Residuos. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/>.
<http://aplicaciones3.ecuadorencifras.gob.ec/VDATOS2-war/paginas/administracion/visualizador.xhtml>
- Instituto Geográfico Militar del Ecuador. (2013). Descargas de geo información, capas de información geográfica básica del IGM de libre acceso.
www.geoportaligm.gob.ec.
<http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/cartografia-de-libre-acceso-escala-50k/>

- Jiménez, L. y Pérez, H. (2015). Óptima ubicación de un relleno sanitario para el Área Metropolitana del Valle de Aburrá empleando sistemas de información geográfica. *Universidad de San Buenaventura*, 6(1), 38-45. <http://revistas.usbbog.edu.co/index.php/IngUSBmed/article/view/1722/1494>.
- Lean, J. (2017). Análisis de la gestión de los residuos sólidos en el cantón Balzar - provincia del Guayas (Tesis de grado), Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/7969/1/T-UCSG-PRE-ECO-ADM-374.pdf>.
- López Cuervo, C. (2019). Ubicación óptima del área de relleno de contingencia para el municipio de Chocontá. *Universidad militar nueva granada*, 1(1), 2-16. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/31816/Lopez%20Cuervo%20Camilo%20Andres%202019.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Loyaga, F. (2019). Identificación de áreas óptimas para instalar un relleno sanitario utilizando sistemas de información geográfica, distrito las pirias - provincia de jaén (Tesis de grado), Universidad Nacional Jaén, Perú. http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/handle/UNJ/149/Loyaga_RF.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Ministerio del Ambiente. (2015). TULSMA. Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112185.pdf>
- Ministerio del Ambiente, Agua y transición ecológica. (2018). Mapa Interactivo Cobertura Vegetal, Áreas protegidas. <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>

- Molina, W. (2018). Análisis de Ubicaciones de un nuevo relleno sanitario en la ciudad de Loja Ecuador (Tesis de grado), Universidad Nacional de Loja, Loja.
https://issuu.com/unigis_latina/docs/tesis_molina3.
- Morales, S. (2018). Evaluación ambiental geológica, para ubicar un relleno sanitario. *Minería y Geología*, (32)2, 87-101.
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/2235/223545820006/movil/index.html>
- Morán, H. (2019). Obtenido de los números rojos de Ecuador:
<https://www.planv.com.ec/historias/sociedad/basura-numeros-rojosecuador>
- Palacios, F. (2018). Evaluación multicriterio para la ubicación de un relleno sanitario. *Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa*, 3(3), 83-94.
<http://geo1.espe.edu.ec/wp-content/uploads/2018/06/7.pdf>
- Paredes, E. (2018). Identificación de áreas óptimas para relleno sanitario de residuos sólidos de la ciudad de sandia – puno (Tesis de grado), Universidad Nacional del Altiplano, Perú.
http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/10351/Paredes_Paredes_Eliazar.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Pérez, B. (2017). Geolocalización de sitios potenciales para la disposición final de residuos sólidos urbanos en la cuenca Nexapa, Puebla, México (Tesis de Maestría), Universidad Autónoma de Puebla, México.
<https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/596>.
- PNGIDS. (2021) Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos. ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/07/5.PROYECTO-PNGIDS.pdf

Quintero, A., y Campos, L. (2016). Disposición Final de Residuos Sólidos (documento web).

<https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/SSPD%20Publicaciones/Publicaciones/2018/Oct/informenacional2016disposicionfinalderesiduossolidos1.pdf>

Rodríguez, R. (2020). Sistemas de información geográfica aplicado a la localización óptima de instalaciones para residuos sólidos en la provincia de Jaén – Cajamarca (Tesis de grado), Universidad General Federico Villareal, Perú.
<http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/4545>.

Sánchez, J. M. (2013). Criterios ambientales básicos para la propuesta de un relleno sanitario en Michoacán, México. *Sociedad geológica*, 61(3), 305-324

SIGTIERRAS. (2019). Geo portal principal de SIGTIERRAS-MAG, Unidad geopedología del Ecuador. www.sigtierras.gob.ec.
<http://geoportal.agricultura.gob.ec/index.php/visor-geo>

Solano, L., y Cobos, S. (2020). Criterios de selección para un sitio de disposición final de residuos sólidos. *Rev. Int. Contam. Ambie*, 1(37), 39-53.
https://www.researchgate.net/publication/348854138_criterios_de_seleccion_para_un_sitio_de_disposicion_final_de_residuos_solidos_no_peligrosos_revisio_n_de_normas_ambientales_latinoamericanas_y_su_contraste_con_la_norma_ecuatoriana.

Soliz, M. (2020). *Cartografía de los residuos sólidos en Ecuador (1a ed.)*. Universidad Andina Simón Bolívar, Quito
<https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/7773/1/Soliz%20F%20ed-Cartografía%20de%20los%20residuos%20sólidos.pdf>

- Tancara, C. (1994). *Investigación documental (2da edición)*. México: Unisist.
- Tejada, J. (2018). Modelo de localización óptima para relleno sanitario en el Municipio de Villa garzón (Tesis de Maestría), Universidad de Salzburg, Colombia.
https://issuu.com/unigis_latina/docs/rejada.
- Universidad del Azuay. (2018). Información Espacial del Ecuador.
<http://gis.uazuay.edu.ec/>.
<http://gis.uazuay.edu.ec/descargas/promsa/ecuador.htm>
- Uscamayta, G. (2021). Determinación de áreas aptas para la instalación de rellenos sanitarios mediante los sistemas de información geográfica, apoyado en la técnica de evaluación multicriterio en la provincia del Cusco (Tesis de grado), Universidad César Vallejo, Perú.
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/61053/Uscamayta_MGV-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Villalobos Castro, M. (2019). Desechos Hospitalarios y el impacto ambiental que genera en los botaderos municipales de residuos sólidos (Documento web).
<http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/5315/1/VILLALOBOS%20CASTRO%20MIGUEL%20ANGEL%20-%20PROYECTO%20DE%20INVEST.pdf>

6. Glosario

ArcGIS

Sistema de información geográfica, que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica.

Botadero

Lugar de acumulación inapropiada de residuos sólidos en vías y espacios públicos, así como en áreas urbanas, rurales o baldías que generan riesgos sanitarios o ambientales.

Criterios ambientales

Conjunto de normas o reglas a seguir a la hora de tomar decisiones, que concieme a cualquier actividad de la compañía que afecte de forma positiva o negativa al medioambiente.

Disposición final

Proceso u operaciones para tratar o disponer en un lugar los residuos sólidos como última etapa de su manejo en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura

Geo portal

Portal Web tiene como finalidad ofrecer a los usuarios el acceso a una serie de recursos y servicios basados en la información geográfica.

Google Earth

Sistema de información geográfica que muestra un globo terráqueo virtual que permite visualizar múltiple cartografía, basado en imágenes.

Gestión de residuos sólidos

Toda actividad técnica administrativa de planificación, y aplicación de políticas, estrategias, planes y programas de acción de manejo apropiado de los residuos sólidos del ámbito de gestión municipal o no municipal.

Impacto ambiental

Alteración, positiva o negativa, de uno o más de los componentes del ambiente, provocada por la acción de un proyecto

Manejo de residuos sólidos

Es toda actividad técnica que involucra el, acondicionamiento, transporte, transferencia, tratamiento, disposición final o cualquier otro procedimiento técnico operativo utilizado desde la generación hasta la disposición final

Relleno sanitario

Instalación destinada a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los residuos sólidos en la superficie o bajo tierra, basados en los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental.

Revisión bibliográfica

Es un tipo de artículo científico que sin ser original recopila la información más relevante sobre un tema específico.

Vertederos de residuos sólidos

Lugar o sitio de disposición final sin previa preparación técnica adecuada para salvaguardar el ambiente y la salud de las personas.

Zonas restringidas

Aquellas áreas cuyo acceso, está sujeto a ciertas restricciones o medidas de control especial por razones de seguridad.

7. Anexos

7.1 Anexo 1: Criterios ambientales para la ubicación óptima de un relleno sanitario

- **Pendiente**

El lugar seleccionado para la disposición final de residuos sólidos deberá ubicarse en terrenos con pendientes entre 3% y 12%, dado que, la inclinación del terreno dará estabilidad y facilitará la evacuación de lixiviados, en cuanto a, los terrenos con pendientes menores a 3% y mayores a 25 % presentan dificultades durante el manejo de escorrentías y lixiviados; a su vez, los terrenos con pendientes entre 12 y 25% muestran pequeñas dificultades durante la operación (Collazos, 2013).

- **Permeabilidad**

Para el uso de un área como sitio de disposición final de residuo sólidos urbanos, es importante que el suelo del terreno seleccionado tenga una cierta impermeabilidad natural, en donde el material de cobertura, debe ser una textura arcillosa, y deberá tener un coeficiente de permeabilidad menor a 1×10^{-7} cm/s (Cardoso y Gimenez, 2018).

- **Recursos hídricos**

El área de estudio se caracteriza por la presencia de una red hídrica importante, compuesta por ríos, quebradas, arroyos etc., a su vez, es muy importante que el sitio seleccionado esté lo más lejos posible de corrientes superficiales y cuerpos receptores de agua para evitar posibles contaminaciones por escurrimiento, filtración, lixiviación, etc. Según las normativas vigentes del Ministerio del Ambiente, (2015) la disposición final de los residuos sólidos no peligrosos, deben de estar ubicado a distancias mayores de 200 metros de la fuente superficial más próxima.

- **Áreas naturales protegidas**

Las áreas que se encuentran dentro del área natural protegida por el estado (Sistema Nacional de Áreas Protegidas), se impide la construcción y operatividad de la disposición final de los residuos sólidos, sobre dichas áreas; dado que, el desarrollo de sus actividades ocasionaría mayor afectación al equilibrio ecológico de su entorno (Gordillo, 2019).

- **Áreas de protección hídrica**

Paredes (2018) afirma que las áreas de protección hídrica, son áreas delimitada donde hay fuentes de agua que se consideran “como de interés público” para su mantenimiento, conservación y protección, por lo tanto, el sitio seleccionado de disposición final de residuos sólidos no debe de estar ubicado a distancias menores de 200 metros del humedal.

- **Distancia a vías de acceso**

Este criterio es aplicado para reducir los costes de transporte y mantenimiento de los vehículos, por lo tanto, se plantea que la instalación del sistema de disposición final de residuos sólidos, deberá estar próxima a una carretera de primer y segundo orden, el sitio debe estar de preferencia a corta distancia del área urbana a servir, a su vez, el criterio aplicar para la disposición final de residuos sólidos, equivale a que la distancia a una carretera debe estar comprendida entre 500 y 2.000m de las vías (Cardoso y Gimenez, 2018).

- **Distancia Población y zonas Urbanas**

Para considerar la distancia que tendrá un relleno sanitario conforme a la ubicación de los centros poblados, es importante especificar que, ningún sitio de disposición final

se construirá dentro de los límites administrativos de alguna zona urbana consolidada o no consolidada, debido a que, su implementación ocasiona proliferación de enfermedades., a su vez, la distancia de los sitios de disposición final de residuos sólidos, a las viviendas más cercanas no podrá ser menor de 500 m (Charpentier, Carrera, Freire, y Haro, 2018).

- **Aeropuerto**

El relleno sanitario debe ubicarse a una distancia no menor de 13 Km. de los límites de un aeropuerto o pista de aterrizaje (Ministerio del Ambiente, 2015).

- **Uso de suelos**

Espejo (2017) afirma que para la disposición final de residuos sólidos, el criterio de uso de suelos o cobertura vegetal, se analizan las áreas que contengan especies forestales, áreas agrícolas, áreas urbanas, bosques naturales, cuerpos de agua, páramos, bosques primarios o zonas marcadas como interés ecológico, a su vez, se restringirá la construcción y operación de la disposición final de los residuos sólidos en dichas áreas. Por lo tanto, el área optima debería ubicarse en zonas desérticas, salinas, pastizales o tierras sin cultivar.

- **Distancia fallas geológicas**

Batista (2017) manifiesta que la ubicación de los sitios para disposición final de residuos sólidos, deben estar alejados de fallas o riesgos geológicos potenciales, por ende, fue tomado de los criterios técnicos analizados y se estableció una distancia mayor o igual a 300 m de la falla geológica.