

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



**FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero
Ambiental

TRABAJO DE TITULACIÓN

**PROPUESTA DE UBICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO PARA EL
CANTÓN GUANO**

Autores

Quinga Toapanta María Patricia

Vilema Quinllin Luis David

Tutor

Ing. Marco Marcel Paredes Herrera

Riobamba – Ecuador

CERTIFICADO DEL TRIBUNAL

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título:
“PROPUESTA DE UBICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO PARA EL CANTÓN GUANO”

Presentado por: Quinga Toapanta María Patricia y Vilema Quinllin Luis David

Dirigido por: Msc. Marcel Paredes

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Para constancia de lo expuesto firman:

Dra. Silvia H. Torres R. PhD.
Presidenta del Tribunal



Firmado electrónicamente por:
**SILVIA HIPATIA
TORRES
RODRIGUEZ**

Firma

Msc. Marcel Paredes

Director del Proyecto



Firmado electrónicamente por:
**MARCO MARCEL
PAREDES HERRERA**

Firma

Msc. Guido Patricio Santillán

Miembro del Tribunal



Firmado electrónicamente por:
**GUIDO
PATRICIO
SANTILLAN**

Firma

Ing. Ana Belén Mejía P. Msc.

Miembro del Tribunal



Firmado electrónicamente por:
**ANA BELEN
MEJIA**

Firma

DECLARACIÓN EXPRESA DE TUTORÍA

Por la presente, certifico que el actual trabajo de investigación previo a la obtención del título de INGENIERÍA AMBIENTAL, elaborado por los señores María Patricia Quinga Toapanta y Luis David Vilema Quinllin, con el tema: **“PROPUESTA DE UBICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO PARA EL CANTÓN GUANO”**, el mismo que fue analizado y supervisado bajo mi asesoramiento permanente en calidad de Tutor y Guía, por lo que se encuentra apto para ser presentado y defendido.



Firmado electrónicamente por:

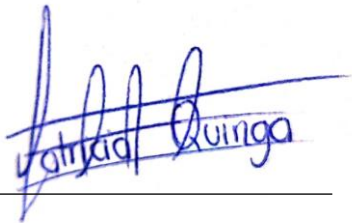
**MARCO MARCEL
PAREDES HERRERA**

Msc. Marcel Paredes

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

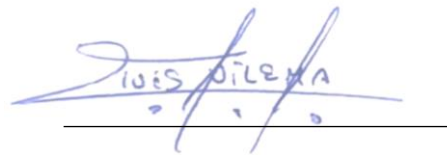
Nosotros Quinga Toapanta María Patricia con cédula de identidad No. 180515865-4 y Vilema Quinllin Luis David con cédula de identidad No. 175136290-4; hacemos referencia como autores del presente trabajo de investigación, titulado: **“PROPUESTA DE UBICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO PARA EL CANTÓN GUANO”**, dirigida por el tutor del proyecto, Ing. Marco Marcel Paredes H. M. Sc.

En tal sentido, manifiesto responsabilidad y la originalidad en la conceptualización de ideas, interpretación de resultados, y sustento de autores que ha sido debidamente referenciados en la presente investigación.



María Patricia Quinga Toapanta

C.I: 180515865-4



Luis David Vilema Quinllin

C.I: 175136290-4

DEDICATORIA

A mi adorado padre Klever, quien me apoyo incondicionalmente en todo momento de mi vida universitaria, es mi ejemplo a seguir por ser una persona trabajadora, perseverante, amable, que siempre estuvo presente cuando más lo necesite, por estar para nuestra familia.

A mi hermosa madre Margarita, quien es mi ejemplo a seguir, por ser un símbolo de perseverancia, amor, quién me enseñó el significado de la valentía, perseverancia, que a pesar de las dificultades nunca debo rendirme ni desviarme de mis objetivos, sino que luchar hasta el final.

A mis hermanos Jessenia y Javier quienes me apoyaron y brindaron su cariño y amistad incondicional durante todo este tiempo que me encontré estudiando en otra provincia, los mismos que con su calidez y amor hacen mis días más felices.

Dedico a mis abuelitos que se encuentran orgullosos de mí, por ser alguien nunca se rindió y por ser el ejemplo para el resto de mis primos, que ante todo con la bendición de Dios es el estudio.

María Patricia Quinga Toapanta

DEDICATORIA

A mi madre Piedad María Quinllin por su amor y su apoyo incondicional en todo momento desde que tengo memoria alguna y a mi padre Luis Enrique Vilema por ser la persona a la que más admiro es un ejemplo para seguir, por las fortalezas, virtudes y sobre todo valores inculcados durante toda mi vida.

A mis abuelitos Rosa y Reinaldo por apoyarme día tras días con su cariño, apoyándome siempre gracias a mis hermanos y hermana siempre cuento con su apoyo incondicional sus consejos han sido fundamentales en esta etapa de mi vida gracias a toda mi familia por siempre estar junto a mi lado a pesar de la distancia.

A mi compañera, amiga Patricia Quinga y su apoyo en estos tres años desde que nos conocimos sin pedir nada a cambio. Siempre apoyándonos y ayudándonos mutuamente en aspectos académicos como personales.

A Jessica quien me ayudado siempre durante 4 años que nos conocemos siendo un pilar para culminar esta etapa universitaria gracias por estar siempre y en los momentos duros de mi vida.

Luis David Vilema Quinllin

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a Dios por brindarme salud y sabiduría durante todo este transcurso de vida universitaria, además me dio la fuerza para nunca rendirme y seguir adelante con mis estudios.

Un agradecimiento enorme a mi maravilloso padre Klever Quinga, a mi hermosa e increíble madre Margarita Toapanta, por ser únicos, por cuidarme y apoyarme en los momentos difíciles que pase durante toda mi carrera universitaria. Los amo con mi vida.

Agradezco a mis hermanos Jessenia y Javier quienes son mi más grande adoración, que pese a encontrarme lejos de casa, me brindaban sus palabras de aliento para no desistir.

Agradezco infinitamente a mi tutor Ing. Marcel Paredes por apoyarnos con sus conocimientos y experiencia para desarrollar de la mejor manera nuestro tema de investigación.

Agradezco a mis amigos y compañeros Axel, Robert y Luis por todos los buenos y malos momentos que pasamos juntos.

Gracias a la Universidad Nacional de Chimborazo y a todos sus docentes que me guiaron, compartieron sus conocimientos haciendo de mí una persona competente y capaz de desarrollarme en la sociedad y brindar mis conocimientos a la misma.

Agradezco de igual manera al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Guano guiados por el Ing. Raúl Cabrera, de manera especial al área de ambiente y riesgos a cargo del Ing. Wilmer Tingo por la apertura en el desarrollo de este proyecto de investigación y el acompañamiento brindado por parte del GAD Guano.

Gracias a la vida por este nuevo triunfo, gracias a todas las personas, que me apoyaron durante la realización de la tesis.

María Patricia Quinga Toapanta

AGRADECIMIENTO

Gracias a la Universidad Nacional de Chimborazo, la misma que me permitió formarme como persona de bien y sobre todo como profesional competente, gracias a todas las personas directas e indirectas que pusieron su granito en todo el proceso de formación que en la actualidad se ve reflejado en mi Luis en el término del aprendizaje por la universidad, gracias a mis padres por ser los principales promotores de mis metas y sueños en la vida, por brindarme el amor, la dedicación y la paciencia que mi padre Luis Enrique Vilema y mi madre Piedad María Quinllin día tras día demostró por el avance y desarrollo de esta tesis gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí y mis conocimientos gracias por cada consejo y por cada una de sus palabras que me guiaron y me siguen guiando por mi vida.

Agradecimiento infinito a mi tutor académico Ing. Marcel Paredes por compartir su sabiduría, conocimiento, motivación a desarrollar de la mejor forma este proyecto de investigación enfocados al desarrollo del cantón Guano.

Agradezco de igual manera al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Guano guiados por el Ing. Raúl Cabrera y al área de ambiente y riesgos al Ing. Wilmer Tingo por la apertura en el desarrollo de este proyecto de investigación y el acompañamiento brindado por parte del GAD Guano.

Luis David Vilema Quinllin

SIGLAS Y ABREVIATURAS UTILIZADAS

AHP: Proceso de Análisis Jerárquico

MAAE: Ministerio de Ambiente y Agua del Ecuador

PNGIDS: Programa Nacional de Gestión Integral de Desechos Sólidos

RSU: Residuos Sólidos Urbanos

SIG: Sistema de Información Geográfico

TULSMA: Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente

UTM: Universal Transverse Mercator

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL.....	II
DECLARACIÓN EXPRESA DE TUTORÍA.....	III
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VII
SIGLAS Y ABREVIATURAS UTILIZADAS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	XIV
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XV
RESUMEN.....	XVI
ABSTRACT.....	XVII
Keywords.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	18
CAPÍTULO I.....	19
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
1.1. Problema.....	19
1.2. Justificación.....	19
1.3. Objetivos.....	21
1.3.1. General.....	21
1.3.2. Específicos.....	21
CAPÍTULO II.....	22
2. MARCO TEÓRICO.....	22
2.1. Residuos sólidos.....	22
2.2. Clasificación de los residuos sólidos.....	22
2.2.1. Según su composición.....	22
2.2.2. Según su peligrosidad.....	22
2.2.3. Según su origen.....	23
2.3. Gestión integral de residuos sólidos.....	23
2.4. Relleno sanitario.....	23
2.4.1. Tipos de relleno sanitario.....	24
2.4.2. Métodos de construcción de un relleno sanitario.....	24
2.4.3. Ventajas y desventajas del relleno sanitario.....	24

2.4.4. Ubicación del relleno sanitario.....	25
2.5. Análisis Multicriterio basado en GIS/ Evaluación multicriterio (EMC)	26
2.6. Sistema de información geográfica (SIG)	26
2.7. Marco Legal	27
CAPÍTULO III	28
3. METODOLOGÍA.....	28
3.1. Área de estudio	28
3.2. Metodología de ubicación del relleno sanitario	29
3.3. Primera etapa.....	30
3.3.1. Metodología para determinar el tipo de relleno sanitario	30
3.4. Segunda etapa	31
3.4.1. Metodología de análisis de decisión multicriterio para determinar la ubicación del relleno sanitario.....	31
3.5. Tercera Etapa	38
3.5.1. Establecimiento de nuevas rutas de recolección mediante ArcMap 10.5	38
3.5.2. Metodología de estimación económica de ubicación del relleno sanitario ...	39
CAPÍTULO IV	40
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1. Primera etapa	40
4.1.1. Proyección de la población	40
4.1.2. Producción per cápita de residuos sólidos.....	41
4.1.3. Cantidad de residuos totales diarios	41
4.1.4. Tipo de relleno sanitario.....	41
4.2. Segunda etapa	42
4.2.1. Análisis de decisión Multicriterio	42
4.3. Tercera Etapa	56
4.3.1. Diseño de rutas actuales de recolección de residuos sólidos del cantón Guano	56
4.3.2. Diseño de rutas nuevas de recolección de residuos sólidos para el cantón Guano	58
4.3.3. Estimación económica de ubicación del relleno sanitario	67
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
BIBLIOGRAFÍA	70
ANEXOS	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Definición de Criterios de Selección para la Ubicación de un Relleno Sanitario	31
Tabla 2 Definición de criterios de Selección para la Ubicación de un Relleno Sanitario	32
Tabla 3 Escala de Idoneidad de los Criterios de Selección para la Ubicación de un Relleno Sanitario	32
Tabla 4 Clasificación de los Criterios.....	35
Tabla 5 Porcentaje de Cumplimiento de los Criterios de Selección.....	37
Tabla 6 Proyección de la Población del Cantón Guano para el Año 2021 -2031	40
Tabla 7 Mapas de los Criterios de Selección.....	42
Tabla 8 Matriz de Comparación por Pares	43
Tabla 9 Matriz Normalizada.....	44
Tabla 10 Consistencia de la Matriz Normalizada.....	46
Tabla 11 Porcentaje de Cumplimiento de los Criterios en la Sectorización del Cantón Guano	48
Tabla 12 Resultado de Encuesta Pregunta 1	51
Tabla 13 Resultado de Encuesta Pregunta 2.....	52
Tabla 14 Resultado de Encuesta Pregunta 3.....	53
Tabla 15 Resultado de Encuesta Pregunta 4.....	54
Tabla 16 Resultado de Encuesta Pregunta 5.....	55
Tabla 17 Rutas Actuales de Recolección de Residuos Sólidos del Cantón Guano.....	57
Tabla 18 Nuevas Rutas de Recolección de Residuos Sólidos del Cantón Guano.....	59
Tabla 19 Comparación de las Características de las Nuevas Rutas con Respecto a las Actuales	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de Ubicación de la Zona de Estudio	28
Figura 2 Diagrama de Flujo de la Metodología para la Ubicación del Relleno Sanitario en el Cantón Guano	29
Figura 3 Sectorización del Cantón Guano.....	47
Figura 4 Zona Apta de Ubicación del Relleno Sanitario para el Cantón Guano.....	50
Figura 5 Porcentaje de Población que Conoce la Diferencia entre relleno Sanitario y Botadero a Cielo Abierto.....	51
Figura 6 Porcentaje de Población que Conoce del Tratamiento y Disposición Final ...	52
Figura 7 Porcentaje de Población que Conoce de las Actividades del Municipio para Implementar un Relleno Sanitario.....	53
Figura 8 Porcentaje de Población que Conoce los Beneficios de construir un	54
Figura 9 Porcentaje de Aceptación de la Población para Implementar.....	55
Figura 10 Rutas de Recolección Actuales de Tachos Fijos y Domiciliarios.....	58
Figura 11 Ruta 1 de Recolección de Residuos Sólidos Tachos Fijos.....	60
Figura 12 Ruta 2 de Recolección de Residuos Sólidos Tachos Fijos.....	61
Figura 13 Ruta 3 de Recolección de Residuos Sólidos Tachos Fijos.....	62
Figura 14 Ruta 4 de Recolección de Residuos Sólidos Tachos Fijos.....	63
Figura 15 Ruta 5 de Recolección de Residuos Sólidos Tachos Fijos.....	64
Figura 16 Ruta 1 de Recolección de Residuos Sólidos Domiciliaria.....	65
Figura 17 Ruta 2 de Recolección de Residuos Sólidos Domiciliaria.....	66

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Ecuación de la proyección de la población.....	30
Ecuación 2. Producción per cápita de residuos solidos	30
Ecuación 3. Cantidad de residuos totales diarios	31
Ecuación 4. Ecuación de índice de consistencia.....	33
Ecuación 5. Ecuación de índice de consistencia aleatoria.....	33
Ecuación 6. Ecuación de razón de consistencia.....	34
Ecuación 7. Ecuación del tamaño de la muestra.....	38

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A	Formato de la Tabla de Datos de los Criterios de Selección.	73
Anexo B	Mapa del Criterio de Recursos Hídricos	74
Anexo C	Mapa de Criterio de Distancia a Aeropuertos.....	74
Anexo D	Mapa de Criterio de Vías	75
Anexo E	Mapa de Criterio de Distancia a Zonas Pobladas	75
Anexo F	Mapa de Criterio de Uso y Ocupación del Suelo	76
Anexo G	Mapa de Criterio de Pendiente	76
Anexo H	Mapa de Criterio de Precipitación	77
Anexo I	Mapa de Criterio de Precipitación.....	77
Anexo J	Mapa de Criterio de Áreas Protegidas	78
Anexo K	Mapa de Criterio de Movimiento de Masas	78
Anexo L	Encuesta Aplicada a la Población	79
Anexo M	Encuesta aplicada a la población	80
Anexo N	Aplicación de Encuesta a la Población.....	81
Anexo O	Aplicación de Encuesta a la Población.....	81
Anexo P	Vistas de Campo a la Zona Apta en la Comunidad San José de Chocón	82
Anexo Q	Vistas de Campo a la Zona Apta en la Comunidad San José de Chocón con Acompañamiento Técnico.....	83
Anexo R	Vistas de Campo a la Zona Apta en la Comunidad San José de Chocón con Acompañamiento Técnico.....	83
Anexo S	Revisión de Información Primaria y Secundaria del Estudio de Impacto Ambiental para ubicar un relleno sanitario en el Cantón Guano.....	84
Anexo T	Revisión de Información Primaria y Secundaria del Estudio de Impacto Ambiental para ubicar un relleno sanitario en el Cantón Guano.....	84
Anexo U	Levantamiento de Coordenadas Geográficas en los Camiones Recolectores	85
Anexo V	Levantamiento de Coordenadas Geográficas hacia la Zona Apta C8	85
Anexo W	Base de Datos de las Codificación Sectorizadas con el Cumplimiento de los Criterios de Selección para Ubicar un Relleno Sanitario	86
Anexo X	Avalúo Catastral de los Predios Cercanos a la Zona Apta C8.....	87

RESUMEN

Los residuos sólidos urbanos generados a diario son un problema para las autoridades a nivel mundial, nacional y local como es el caso del cantón Guano que en la actualidad no cuenta con un lugar óptimo para la disposición final de los residuos generados por la población. La presente investigación tiene como objetivo proponer un lugar óptimo que cumpla los parámetros técnicos y legales para implementar un relleno sanitario. Mediante el cálculo de la proyección poblacional para el año 2031 y la cantidad de residuos sólidos totales diarios se determinó que el relleno sanitario de tipo manual es el adecuado para abastecer las necesidades de la población. Para la selección del lugar óptimo se realizó una sectorización codificada del cantón Guano con una extensión de 2000 m² mediante la malla Fishnet, en la cual se aplicó un análisis multicriterio basado en los sistemas de información geográfico (SIG), donde se establecieron 12 criterios de carácter ambiental, técnico, social y económico, 6 criterios basados en la normativa vigente del Libro VI del Anexo 6 del TULSMA Calidad Ambiental los cuales son: recursos hídricos, distancia a aeropuertos, distancia a vías, distancia a la población más cercana, zonas de inundación, uso y ocupación del suelo, y 6 criterios basados en investigaciones similares los cuales son: pendiente, precipitación, áreas naturales protegidas, movimiento de masas, rechazo de la comunidad y asentamientos humanos descartando así las zonas no aptas que incumplían con algún criterio, para la ponderación y asignación de la importancia de los mismos fue a través del proceso analítico jerárquico (AHP), obteniendo que la sectorización codificada C8 es la zona apta para la ubicación del relleno sanitario en la comunidad de San José de Chocón perteneciente a la parroquia urbana La Matriz. Una vez establecida la zona apta se propusieron nuevas rutas de recolección con dirección a la misma, las cuales fueron graficadas en el software ArcMap 10.5.

Palabras claves: Relleno sanitario, SIG, análisis multicriterio, criterios, mallas, Fishnet, AHP, ponderación, rutas.

ABSTRACT

The urban solid waste generated daily is a problem for national and local global authorities, such as Guano canton, which currently does not have an optimal place for the final disposal of waste generated by the population. This research aims to propose an optimal place that meets the technical and legal parameters to implement a sanitary landfill. Through the calculation of the population projection for the year 2031 and the amount of solid waste daily totals it was determined that the manual type sanitary landfill is adequate for supply population needs. For the selection of an optimal place, a codified sectorization of Guano canton with an area of 2000 m² through the Fishnet mesh, in which a multicriteria analysis based on the systems of geographic information (GIS), where 12 environmental criteria were established, technical, social and economic, 6 criteria based on the current regulations of Book VI, Annex 6 of TULSMA Environmental Quality which are: water resources, distance to airports, distance to roads, distance to the nearest town, flood zones, land use and occupation, and 6 criteria based on similar research which are: slope, precipitation, protected natural areas, mass movement, the community rejection and human settlements, thus ruling out unsuitable areas that they did not comply with any criterion, for the weighting and assignment of the importance of the themselves went through the hierarchical analytical process (AHP), obtaining the C8 codified sectorization is the most suitable area for the sanitary landfill location in San José de Chocón town, belonging to the urban parish La Matriz. Once the suitable zone was established, new collection routes were proposed in the same direction, which were graphed in the ArcMap 10.5 software.

Keywords

Landfill, GIS, multi-criteria analysis, criteria, meshes, Fishnet, AHP, weighting, routes



Firmado electrónicamente por:
**SILVIA
LICETT RAMOS**

Reviewed by

Lic. Licett Ramos
I., Mgs. **ENGLISH**
PROFESSOR C.C
0603066960

INTRODUCCIÓN

En América Latina la cantidad de residuos sólidos urbanos aumentó en la última década de 0.5 a 1 kg/hab.día debido al acelerado crecimiento poblacional e industrial (Sáez & Urdaneta, 2014). Provocando en la mayoría de países un inadecuado modelo de gestión integral de residuos sólidos y como consecuencia genera problemas ambientales, económicos y sociales.

En Ecuador la cantidad de residuos sólidos urbanos generados es de 8404 t/d, de las cuales el 20% se disponen en condiciones adecuadas y el porcentaje restante en botaderos a cielo abierto, botaderos controlados, e incineradores siendo difícil su gestión por la falta de una política pública donde se contemplen ordenanzas para el manejo adecuado de los residuos sólidos (Solíz, 2015).

Desde el punto de vista social, ambiental, técnico y económico el cantón Guano presenta deficiencia en la gestión integral de residuos sólidos, por desconocimiento del tipo de residuos generados se realiza únicamente la recolección, el transporte y la disposición final en 3 celdas emergentes ubicadas en la parroquia Valparaíso (Cárdenas-Ferrer *et al.*, 2019).

El presente proyecto de investigación se enfoca en buscar la ubicación adecuada para implementar un relleno sanitario que cumpla con lo establecido en el “Libro VI del Anexo 6 del TULSMA Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos No Peligrosos en el numeral 4:12:4” (MAE; TULSMA, 2015). Con la finalidad de solucionar los problemas ambientales, sanitarios y sociales de la población del cantón Guano.

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Problema

En Ecuador como alternativa para la disposición final de residuos sólidos, se implementó rellenos sanitarios en ciudades como Quito, Guayaquil, Cuenca, no obstante, esta alternativa no se cumple en todas las ciudades del país, debido a la falta de una política ambiental y de ordenanzas municipales respecto a la gestión de residuos sólidos (Fazenda & Tavares-Russo, 2016).

El cantón Guano al ser una extensión territorial urbana y rural amplia no cuenta con un modelo de gestión integral de residuos sólidos, ni con el lugar idóneo que cumpla la metodología técnica, ambiental y económica para establecer un relleno sanitario donde se depositen los residuos sólidos generados por la población (Fazenda & Tavares-Russo, 2016).

Según registros del 2018 en el cantón Guano se generan alrededor de 9.51 t/d de residuos sólidos que se dispone en 3 celdas emergentes operadas de manera ineficiente que están por cumplir su vida útil ubicadas en la parroquia Valparaíso, reflejando así problemas ambientales (contaminación del suelo y aire) y sociales (generación de vectores y malos olores) para la población circundante a las celdas emergentes (Abarca, 2020).

1.2. Justificación

La generación de residuos sólidos en la actualidad se incrementa de manera rápida, debido a las actividades realizadas por el ser humano, lo que ocasiona una ineficiencia en el sistema de gestión integral en la fase de disposición final, como consecuencia se generan problemas ambientales negativos que afectan al ambiente y a la calidad de vida de la población (Roca, 2018).

El cantón Guano debido a su crecimiento poblacional hasta la actualidad, genera cantidades considerables de residuos sólidos dispuestos en celdas emergentes en la parroquia Valparaíso de forma técnicamente inadecuada, por lo que es necesario encontrar un lugar apto donde se ubique un relleno sanitario que cumpla con la normativa ecuatoriana vigente.

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad presentar el lugar apto para ubicar un relleno sanitario mediante la evaluación de criterios técnicos, económicos, ambientales y sociales establecidos en el TULSMA e investigaciones similares para ubicar un relleno sanitario en el cantón Guano.

1.3.Objetivos

1.3.1. *General*

- Proponer la ubicación de un relleno sanitario para el cantón Guano.

1.3.2. *Específicos*

- Determinar el tipo de relleno sanitario adecuado para el cantón Guano.
- Seleccionar el lugar adecuado para implementar el relleno sanitario.
- Proponer nuevas rutas de recolección, considerando la ubicación del nuevo relleno sanitario.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Residuos sólidos

Son cualquier sustancia, objeto, material o elemento sólido proveniente de las actividades domésticas, comerciales, industriales, institucionales y de servicios al que su generador abandona o entrega debido a que carece de valor, pero este puede ser susceptible a aprovechamiento o transformación en un nuevo bien de valor económico o disposición final (Rodríguez, 2012).

Conocidos comúnmente como basura son considerados de preocupación en todos los niveles de la sociedad debido a que la generación de estos es inevitable, su origen se da en relación con el modelo actual de desarrollo económico, social, cultural de la sociedad, ocasionando el deterioro ambiental (Rodríguez, 2012).

2.2. Clasificación de los residuos sólidos

Los residuos pueden clasificarse de diversas maneras utilizando algunos criterios, por ejemplo:

2.2.1. Según su composición

- a) **Residuos orgánicos:** son aquellos residuos de origen biológico que proviene de seres vivos por ejemplo: ramas, hojas, cáscaras y residuos de la producción de alimentos industriales como de los hogares (Zumba, 2016).
- b) **Residuos inorgánicos:** son todos los desechos de origen no biológico provenientes de la industria o de algún proceso no natural, por ejemplo: escombros, telas sintéticas, plásticos, piezas electrónicas entre otros (Zumba, 2016).

2.2.2. Según su peligrosidad

- a) **Residuos peligrosos:** son aquellos residuos de origen biológico o no biológico que pueden ser un peligro potencial para la salud humana y por ende deben tener un trato especial, por ejemplo: desechos radiactivos, ácidos, sustancias químicas explosivas, sustancias químicas corrosivas, materiales médicos infecciosos entre otros (Zumba, 2016).
- b) **Residuos inertes:** son aquellos objetos, materiales o sustancias que una vez depositados en un relleno sanitario o vertedero, no se aprecia alguna transformación física, biológica o química significativas (Zumba, 2016).

- c) **Residuos no peligrosos:** son los residuos que no se encuentran catalogados como peligrosos debido a no cumplir los criterios de peligrosidad (Zumba, 2016).

2.2.3. Según su origen

- a) **Residuos domiciliarios:** es la basura originada en hogares y comunidades (Zumba, 2016).
- b) **Residuos industriales:** son originados en las diferentes industrias de sus procesos de transformación de la materia prima (Zumba, 2016).
- c) **Residuos hospitalarios:** son aquellos que provienen de los diferentes niveles de atención medica por lo general son catalogados como residuos peligrosos y pueden ser orgánicos e inorgánicos (Zumba, 2016).
- d) **Residuos comerciales:** se originan en ferias, oficinas, tiendas, entre otros y su composición es orgánica (Zumba, 2016).
- e) **Residuos urbano o municipal:** se origina en las poblaciones como residuos de parques, jardines, mobiliarios urbanos inservibles entre otros (Zumba, 2016).

2.3. Gestión integral de residuos sólidos

Se define como el conjunto de actividades basadas en acciones correctas para el control y manejo adecuado de los RSU desde su generación, almacenamiento, recolección, transferencia y hasta su disposición final teniendo como objetivo conservar el ambiente y proteger la calidad de vida de la población (García, 2018).

2.4. Relleno sanitario

Es un lugar técnicamente dispuesto para la adecuada disposición final de los residuos sólidos, su propósito es reducir los riesgos a la salud pública y al ambiente que pueda ocasionar esta actividad, siendo una solución técnica, práctica, económica y sanitaria (Arias & Buitrago, 2012).

Un relleno sanitario es una instalación destinada para la disposición final diaria de los residuos sólidos en el suelo de manera segura y controlada mediante el uso de ingeniería y tecnología necesaria procurando su confinación y aislamiento en un área específica reducida mediante procesos de compactación con maquinaria pesada, el control de emisiones gaseosas y líquidas producto de la descomposición de materia orgánica y un manejo de lixiviados (Arias & Buitrago, 2012).

2.4.1. Tipos de relleno sanitario

2.4.1.1. Relleno sanitario manual. Es aquel que tienen la capacidad de operar diariamente en poblaciones pequeñas con una cantidad de residuos menor a 15 t/día, debido a las condiciones económicas escasas requieren para sus operaciones de un grupo de personas y el empleo de herramientas manuales (Cubas & Flores, 2020).

2.4.1.2. Relleno sanitario semi – mecanizado. Es aquel que tiene la capacidad de operar una cantidad menor a 50 t/día de residuos sólidos generados por la población, este emplea equipo mecánico y herramientas manuales para el confinamiento de los residuos sólidos (Cubas & Flores, 2020).

2.4.1.3. Relleno sanitario mecanizado. Es aquel que tiene la capacidad de operar cantidades mayores a 50 t/día de residuos sólidos generados por la población de grandes ciudades, esta emplea específicamente equipos mecánicos (Cubas & Flores, 2020).

2.4.2. Métodos de construcción de un relleno sanitario

2.4.2.1. Método de trinchera o zanja. Es el método de disposición adecuado para zonas planas que poseen un nivel freático profundo. Los residuos sólidos están dispuestos en celdas previamente excavadas con maquinaria pesada que pueden alcanzar hasta 7m de profundidad dependiendo la capacidad de permeabilidad del suelo. Estas celdas se cubren con una membrana sintética u otros materiales para limitar la percolación de lixiviados, para cubrir los residuos diariamente se utiliza la cobertura de suelo de la excavación (Torri, 2017).

2.4.2.2. Método de área. Se emplea en zonas planas donde es inapropiado realizar excavaciones de celdas, por lo que los residuos sólidos se depositan de manera directa sobre el suelo original que se encuentra previamente impermeabilizado y elevado unos metros, la construcción de la celda en el talud presenta una pendiente suave para evitar deslizamientos, el material de cobertura empleado para cubrir los residuos sólidos es extraído y transportado de terrenos continuos o de otros lugares (Torri, 2017).

2.4.2.3. Método combinado (trinchera – área). Presenta técnicas de operación similares, que pueden ser combinadas para mejorar el aprovechamiento del terreno y de la cantidad del material de cobertura (Cubas & Flores, 2020).

2.4.3. Ventajas y desventajas del relleno sanitario

2.4.3.1. Ventajas

- Inversión inicial de capital baja
- Menor costo de operación y mantenimiento

- Funcionamiento a corto plazo
- Los rellenos sanitarios que reciben más de 500 t RSU/ día, permite recuperar gas metano
- Recupera terrenos infértiles para áreas verdes y recreativas (Torri, 2017).

2.4.3.2. Desventajas

- La adquisición de terrenos es complicada debido a problemas sociales
- Genera impactos negativos sociales por emanación de malos olores
- Genera impactos ambientales al aire, agua y suelo (Torri, 2017).

2.4.4. Ubicación del relleno sanitario

Para establecer una adecuada ubicación del sitio para el relleno sanitario se considera el ámbito jurídico, la legislación ambiental para vivir en un ambiente sin contaminación, considerando lo siguiente se establecen ciertos criterios para encontrar un terreno amplio y alejado de la población para ocuparlo como relleno sanitario (Cobos *et al.*, 2020).

2.4.4.1. Criterios ambientales. Se enfoca en proteger y conservar los ecosistemas de factores contaminantes generados por una actividad antropogénica, con el objetivo de alcanzar un desarrollo sostenible y planificación sostenible

Es importante garantizar la integridad del ambiente y sus recursos naturales durante el funcionamiento del relleno sanitario.

Los principales criterios ambientales por considerar son:

- Distancia a cuerpos hídricos
- Distancia de zona urbana
- Influencia en la flora y fauna
- Velocidad y dirección del viento (Giménez & Cardozo, 2012).

2.4.4.2. Criterios técnicos. Involucran un trabajo basado en tecnología e ingeniería para evitar la contaminación del agua, aire y suelo (Cobos *et al.*, 2020).

Se debe considerar lo siguiente:

- Tamaño del área
- Vida útil mínima
- Coeficiente de permeabilidad del suelo

- Pendiente del terreno
- Uso y cobertura del terreno
- Disponibilidad de material de cobertura
- Permeabilidad del suelo (Giménez & Cardozo, 2012)

2.4.4.3. Criterios sociales. Se basa en la participación ciudadana para comprender la idoneidad de implementar un sitio de disposición final para los residuos sólidos, sin que existan conflictos de oposición por parte de la población (Cobos *et al.*, 2020).

- Distancia de vivienda más próxima
- Distancia de pozos de abastecimiento de agua
- Distancia a centros de salud
- Distancia a centros educativos (Giménez & Cardozo, 2012)

2.4.4.4. Criterios económicos. Se basa en la sostenibilidad del sistema de gestión de residuos sólidos en cuanto al costo de transporte de los residuos sólidos desde su lugar de generación hasta el lugar de disposición final (Cobos *et al.*, 2020).

- Disponibilidad y accesibilidad de vías
- Distancia al material de cobertura
- Distancia al centro de recolección (Giménez & Cardozo, 2012).

2.5. Análisis Multicriterio basado en GIS/ Evaluación multicriterio (EMC)

Es una técnica que permite diseñar, evaluar y priorizar alternativas en problemas de decisión, mediante la evaluación de un conjunto de criterios cualitativos y cuantitativos (Cobos *et al.*, 2017).

En la evaluación multicriterio (EMC) los criterios son modelados mediante la asignación de pesos en donde se califica y evalúa la mejor alternativa para posteriormente seleccionar la alternativa más óptima (Chida, 2020).

2.6. Sistema de información geográfica (SIG)

Es un sistema de hardware, software y procedimientos diseñados para facilitar la gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados con el fin de resolver los problemas de gestión y planificación (Giménez & Cardozo, 2012).

2.7. Marco Legal

La selección del sitio óptimo para la implementación del relleno sanitario debe considerar las disposiciones del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA) Libro VI Anexo 6: Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos.

En el numeral 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:

- 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 debe 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 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 debe utilizar áreas previstas para proyectos de desarrollo regional o nacional (hidroeléctricas, aeropuertos, represas, etc.).
- f) El relleno sanitario debe estar cerca de vías de 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/s; 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.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

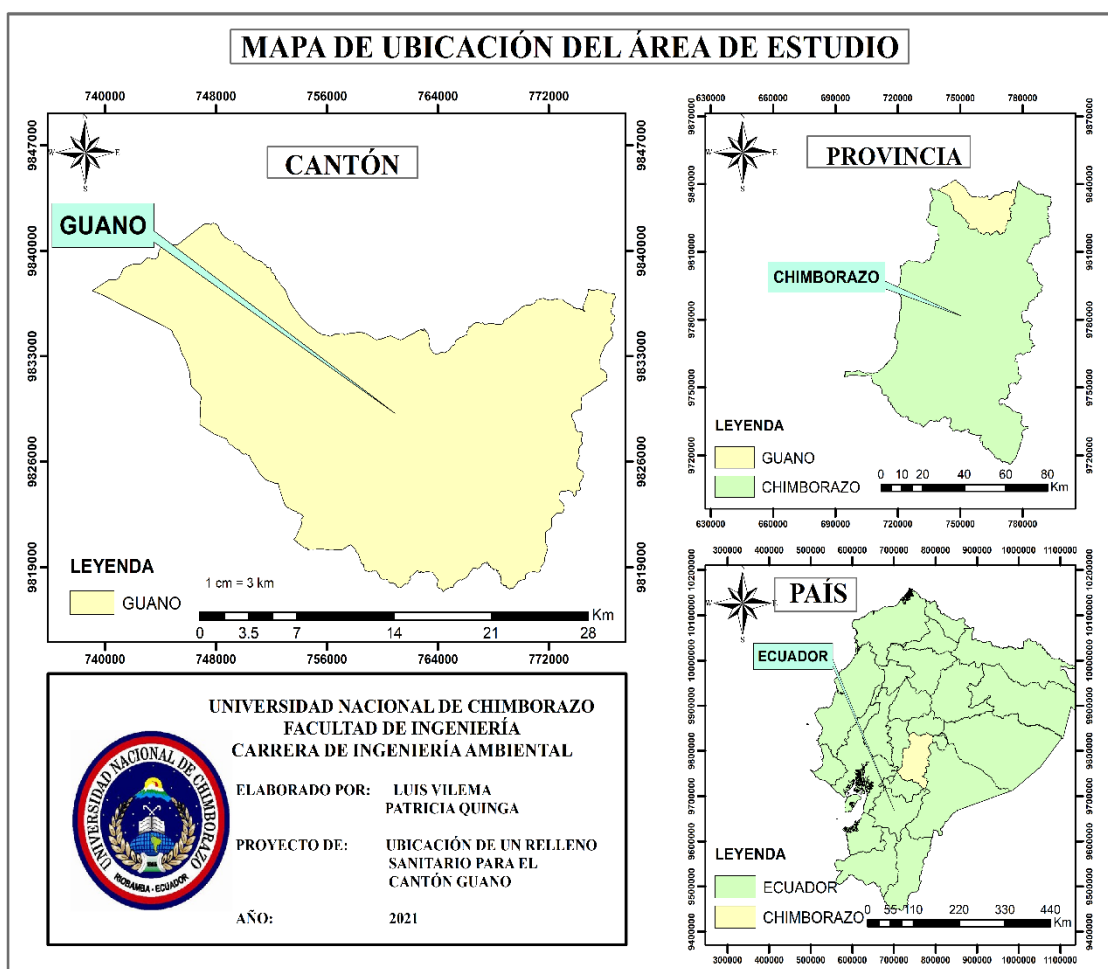
3.1. Área de estudio

La presente investigación se realizó en el cantón Guano, provincia de Chimborazo, ubicado en las coordenadas UTM 763576,6 E y 9822126,5 N, cuenta con una superficie de 473.3 km², y un rango altitudinal que varía desde 2000 a 6310 msnm (GADM - Guano, 2021).

A continuación, se muestra la figura 1 donde se visualiza el mapa de ubicación del área de estudio (cantón Guano) con respecto a la provincia y al país.

Figura 1

Mapa de Ubicación de la Zona de Estudio

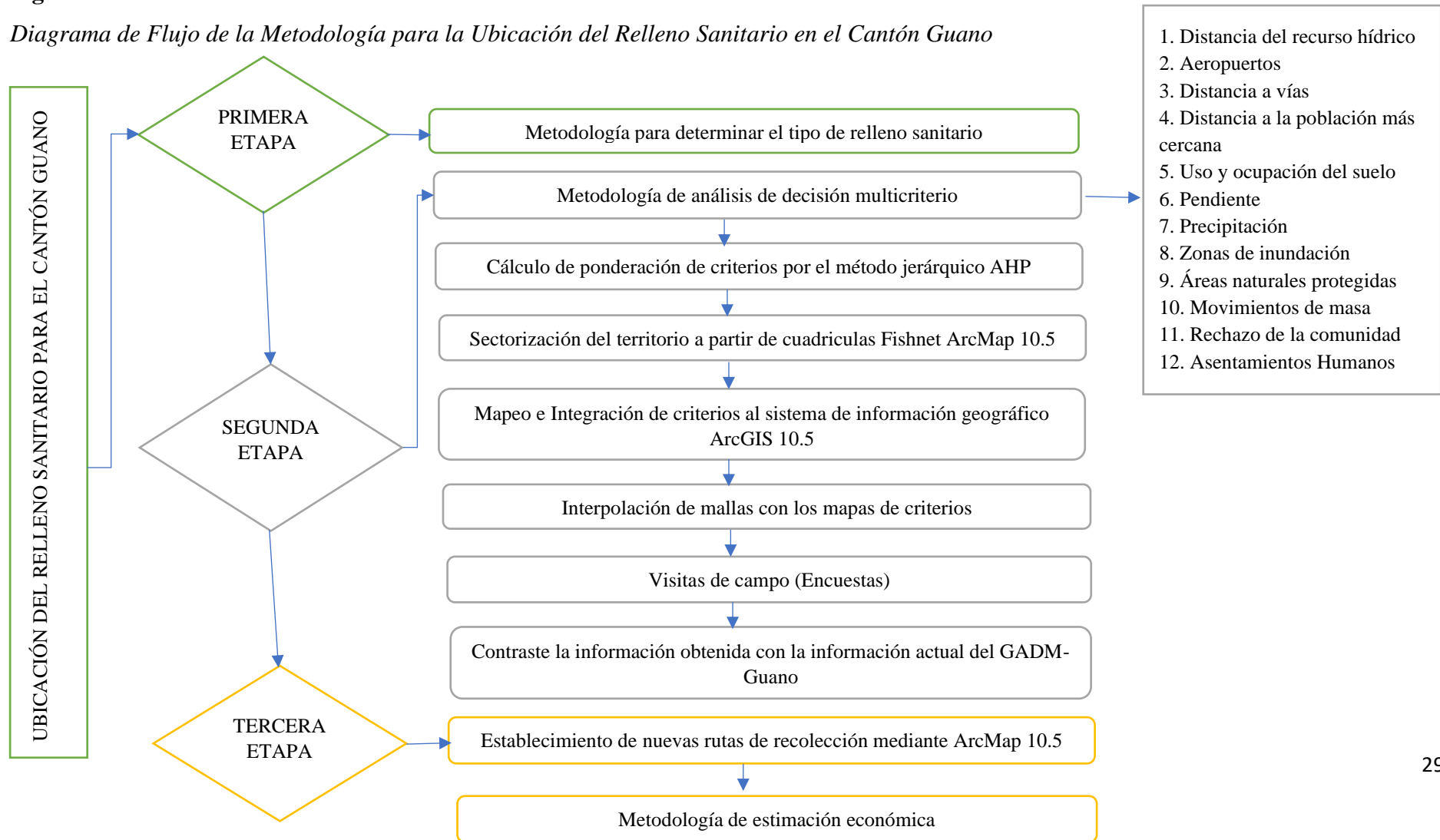


3.2. Metodología de ubicación del relleno sanitario

En la figura 2 se muestra el diagrama de flujo con el tipo de metodología que se aplicó, para identificar la zona apta de ubicación del relleno sanitario en el cantón Guano.

Figura 2

Diagrama de Flujo de la Metodología para la Ubicación del Relleno Sanitario en el Cantón Guano



3.3. Primera etapa

3.3.1. Metodología para determinar el tipo de relleno sanitario

Mediante revisión bibliográfica, se determinó el tipo de relleno sanitario adecuado para implementar en el cantón Guano, en función a los aspectos demográficos y a la cantidad de residuos sólidos generados a diario.

3.3.1.1. Población. Para determinar la población actual del cantón Guano se consideró el levantamiento de información bibliográfica establecido en el INEC 2010.

3.3.1.2. Proyección de la población. La proyección de la población es necesaria para conocer la cantidad de residuos que serán dispuestos a diario y anualmente a lo largo de la vida útil del relleno sanitario.

La proyección de la población fue calculada con la siguiente ecuación 1.

Ecuación 1. Ecuación de la proyección de la población

$$Pf = Pi \times (1 + r)^n$$

Donde:

Pf= Población futura

Pi= Población inicial

r= Tasa de crecimiento poblacional

n= Número de años (año inicial – año final)

3.3.1.3. Producción per cápita de residuos sólidos. Para estimar la producción per cápita de residuos urbanos se consideró la ecuación 2

Ecuación 2. Producción per cápita de residuos solidos

$$ppc = \frac{Dsr \text{ en una semana}}{Pob \times 7 \times Cob}$$

Donde:

ppc = Producción por habitante por día (kg/hab x día)

DSr = Cantidad de RSM recolectados en una semana (kg/sem)

Pob = Población total (hab)

7 = Días de la semana

Cob = Cobertura del servicio de aseo urbano (%)

3.3.1.5. Cantidad de residuos totales diarios. Para calcular la cantidad de residuos sólidos producidos se utilizó la generación per cápita y el número de habitantes. A continuación, se presenta la ecuación 3.

Ecuación 3. Cantidad de residuos totales diarios

$$CRD = ppc \times Pob$$

Donde:

CRD = Cantidad de residuos sólidos producidos por día (Kg/día)

Pob = Población total

Ppc = Producción per cápita.

3.4. Segunda etapa

3.4.1. Metodología de análisis de decisión multicriterio para determinar la ubicación del relleno sanitario

La presente investigación se desarrolló mediante la metodología de análisis de decisión multicriterio

3.4.1.1. Definición de los criterios ambientales, técnicos, económicos y sociales. Mediante revisión bibliográfica en el Libro VI del Anexo 6 del TULSMA Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos No Peligrosos (MAE; TULSMA, 2015) se determinó los siguientes criterios, especificados a continuación en la tabla 1.

Tabla 1

Definición de Criterios de Selección para la Ubicación de un Relleno sanitario

Ítem	Criterios de selección
1	Recursos hídricos
2	Aeropuertos
3	Distancia vías
4	Distancia a la población más cercana
5	Uso y ocupación del suelo

Ítem	Criterios de selección
6	Zonas de inundación

Nota. Fuente: (MAE; TULSMA, 2015)

Para complementar los criterios de selección y minimizar errores de ubicación de relleno sanitario se consideró criterios establecidos en investigaciones similares, descritos en la tabla 2.

Tabla 2

Definición de criterios de Selección para la Ubicación de un Relleno Sanitario

Ítem	Criterios de selección
7	Pendiente
8	Precipitación
9	Áreas naturales protegidas
10	Movimientos de masa
11	Rechazo de la comunidad
12	Asentamientos humanos

Nota. Fuente: (Chida, 2020)

3.4.1.2. Determinación de la escala de calificación de criterios

Se estableció en la tabla 3 los valores de idoneidad en una escala de 1 a 3 a las capas de criterios en formato ráster para reclasificar las mismas, y obtener la mejor o peor opción de ubicación del relleno sanitario para el cantón Guano (Chida, 2020).

Tabla 3

Escala de Idoneidad de los Criterios de Selección para la Ubicación de un Relleno Sanitario

Valores	Descripción
1	No Apto
2	Moderado

Valores	Descripción
3	Apto

Nota. Fuente: (Cobos et al., 2017)

3.4.1.3. Cálculo de ponderación de criterios. Se determinó el peso o ponderación de los criterios utilizando el proceso analítico jerárquico AHP desarrollado por Saaty (1980). Este método se desarrolló con la construcción de una matriz de comparación por pares requiriendo la utilización de una escala de 1 a 9. Donde el valor 1 representa igual importancia, 3 importancia moderada, 5 importancia grande, 7 importancia muy grande, 9 importancia extrema y 2, 4, 6, 8 son valores intermedios entre los anteriores, con la finalidad de determinar la importancia de cada criterio de selección del relleno sanitario (Palacios, 2018).

Como resultado se obtuvo la matriz normalizada donde se establecieron los pesos de importancia de cada criterio, mismos que se determinan calculando el promedio de estos criterios de cada fila de la matriz normalizada.

3.4.1.4. Comprobación del método jerárquico AHP. Para realizar la comprobación de la aplicación del método AHP, se aplican las siguientes ecuaciones:

3.4.1.4.1. Índice de consistencia

Se aplicó la ecuación 4 para conocer el resultado final del índice de consistencia.

Ecuación 4. Ecuación de índice de consistencia

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

Donde:

CI = Índice de consistencia

λ_{max} = máximo autovalor

n = dimensión de la matriz de decisión

3.4.1.4.2. Índice de consistencia aleatoria

Para calcular el índice de consistencia aleatoria se aplicó la ecuación 5, descrita a continuación.

Ecuación 5. Ecuación de índice de consistencia aleatoria

$$RI = \frac{1,98 (n - 2)}{n}$$

Donde:

RI = Índice de consistencia aleatoria

n = dimensión de la matriz de decisión

3.4.1.4.3. Razón de consistencia

Para el cálculo de la razón de consistencia se aplica la ecuación 6 descrita a continuación.

Ecuación 6. Ecuación de razón de consistencia

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Donde:

CR = Razón de consistencia

CI = Índice de consistencia

RI = Índice de consistencia aleatoria

3.4.1.5. Mapeo e Integración de Criterios al Sistema de Información Geográfico (ArcGIS).

3.4.1.5.1. Sectorización del territorio a través de mallas Fishnet en ArcMap 10.5. Se seleccionó el polígono del área de estudio del cantón Guano, y mediante la creación de una malla vectorial con la herramienta create fishnet, especificándose que el tamaño de cuadrícula posea una extensión de 2000 m², con la opción polygon, se creó las mallas en formato polígono, dando como resultado una sectorización de la zona de estudio (Quesada, 2013).

Para identificar cada una de las cuadrículas, se realizó una codificación de las mismas con letras mayúsculas A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O y números desde 1 al 10 ejemplo A1, A2, A10, B1, B2, B10, C1, C2, C10 repitiéndose sucesivamente el patrón de codificación hasta terminar las cuadrículas (Quesada, 2013).

3.4.1.5.2. Elaboración de mapas de criterios. Delimitada la zona de estudio del cantón Guano, se elaboró los mapas con los criterios de selección anteriormente mencionados, mediante el programa ArcMap 10.5 utilizando capas shapefile donde se asignó una clasificación y ponderación a cada criterio, como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4*Clasificación de los Criterios*

Criterios	Clasificación	Ponderación	Shapefile
Distancia a recursos hídricos (m)	< 200	1	Ríos Guano
	500	2	
	> 700	3	
Distancia a aeropuertos (km)	< 12	1	Aeropuertos
	13	2	
	> 13	3	
Distancia a vías (m)	> 1600	1	Vías
	400	2	
	< 200	3	
Distancia a la población más cercana	< 1000	1	Poblados
	1500	2	
	> 1500	3	
Uso y ocupación del suelo	Bosque Natural	1	Uso y ocupación del suelo
	Bosque Plantado	1	
	Páramo	1	
	Nieve	1	
	Zonas Urbanas	1	
	Zonas Erosionadas	1	
	Vegetación Arbustiva	2	
	Pasto Cultivado	3	
	Pasto Natural	3	
	Cultivo ciclo corto	3	
	Cultivo maíz	3	
	Cultivos	3	
Cultivos indiferenciados	3		
Pendiente (°)	> 25	1	Pendiente
	5 – 25	2	
	< 5	3	
Precipitación (mm)		1	Precipitación
	750 - 1000	2	
	500-750	3	
Zonas de inundación	0 -500	3	Zonas de Inundación
	Zonas propensas a inundación	1	
	Zonas sin susceptibilidad a inundación	3	

Criterios	Clasificación	Ponderación	Shapefile
Áreas naturales protegidas	Zonas SNAP	1	Áreas protegidas
	Zonas sin SNAP	3	
	Zonas sin SNAP	3	
Movimientos de masa	Alta susceptibilidad a movimiento de masa	1	Movimientos de masa
	Mediana susceptibilidad a movimiento de masa	2	
	Baja susceptibilidad a movimiento de masa	3	
Asentamientos Humanos	Con presencia de asentamientos humanos	1	Catastro
	Sin presencia de asentamientos humanos	3	

Nota. Los criterios de selección para la elaboración de los mapas se tomaron del MAE; (TULSMA, 2015), Arias & Buitrago (2012), Chida (2020), Giménez & Cardozo (2012) y Cobos *et al.* (2020).

La elaboración de estos mapas tiene como finalidad obtener datos de las áreas aptas y no aptas donde se podría ubicar un relleno sanitario en el cantón Guano.

3.4.1.5.3. Interpolación de mallas con los mapas de criterios para determinar las zonas aptas y no aptas. Una vez elaborado los 11 mapas de criterios se transformó de ráster a polígono con la herramienta Raster to Polygon, y se procedió a unir cada mapa realizado con la malla de sectorización codificada. Para la identificación de las zonas aptas se asignó un color verde y a las zonas no aptas un color rojo.

Sectorizados los 11 criterios en ArcMap 10.5, y con el programa Excel se generó una base de datos en la cual se estableció un formato de tabla (Véase Anexo A) con los códigos de las 150 celdas y los 12 criterios, en donde se determinó si cada cuadrícula de la zona de estudio cumple o no cumple con los criterios de selección de la ubicación del relleno sanitario.

Las cuadrículas sectorizadas, dependiendo el número de criterios ambientales, sociales, técnicos y económicos que cumplan, representan si la zona es apta o no para ubicar un relleno sanitario.

A continuación, en la tabla 5 se presenta el porcentaje de cumplimiento de los criterios de selección donde 1 representa los criterios con menor porcentaje de cumplimiento y 12 representa los criterios con mayor porcentaje de cumplimiento.

Tabla 5
Porcentaje de Cumplimiento de los
Criterios de Selección

N° de Criterio	Porcentaje de cumplimiento %
1	5%
2	10%
3	20%
4	30%
5	40%
6	50%
7	60%
8	70%
9	80%
10	90%
11	95%
12	100%

Para finalizar se generó un mapa de idoneidad del cantón Guano en formato polígono donde se establezca la cuadrícula codificada apta para la ubicación del relleno sanitario.

3.4.1.5.4. Encuestas. Para determinar la aceptación del proyecto de ubicación de relleno sanitario para el cantón Guano por parte de la población del sector seleccionado se desarrolló una encuesta con 5 preguntas donde se abordan temas referentes a conocimientos generales respecto a un relleno sanitario, el conocimiento respecto a la gestión de residuos por parte del GAD Guano y para finalizar la aceptación o rechazo por parte de la comunidad respecto al proyecto.

Según información proporcionada por el área de proyectos del GAD del cantón Guano, actualmente la zona de influencia directa donde se pretende ubicar el relleno

sanitario, cuenta con una población de 25 personas que se encuentran dispersas. Se aplicó la ecuación del tamaño de la muestra para identificar el número exacto de personas a encuestar y que los resultados obtenidos sean confiables.

Ecuación 7. Ecuación del tamaño de la muestra

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2 N}{e^2 \times (N - 1) + Z^2 \sigma^2}$$

Donde:

n: tamaño de la muestra poblacional a obtener

N: tamaño de la población total

σ : Desviación estándar

Z: Nivel de confianza (95%)

e: límite aceptable de error muestral 5% (0.5)

3.4.1.4.5. Visitas de campo. La verificación de la información obtenida se realizó a través de visitas de campo a la zona apta para ubicar el relleno sanitario.

3.4.1.4.6. Contraste de la información. Se realizó comparando los resultados de la nueva zona apta para la ubicación del relleno sanitario en el cantón Guano obtenidos durante la investigación, con los resultados entregados por el Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS) y que posee actualmente el Gobierno Autónomo Descentralizado.

3.5. Tercera Etapa

3.5.1. Establecimiento de nuevas rutas de recolección mediante ArcMap 10.5

Para conocer las rutas actuales de recolección del cantón Guano se realizó un diagnóstico de las mismas. El levantamiento de información primaria de los datos de recolección de residuos sólidos de los tachos fijos se lo realizó durante 5 días empezando el día miércoles 22/09/2021 y finalizando el día martes 28/09/2021, y para la recolección de residuos sólidos domiciliarios el día miércoles 29/09/2021 y jueves 30/09/2021.

Se levantó información referente al tiempo y distancia del recorrido de los vehículos recolectores utilizando el software Relive y con el programa UTM Geo Map se realizó el levantamiento de las coordenadas UTM del recorrido, mismas que fueron ejecutadas en el programa ArcMap 10.5 para graficar las rutas de recolección al sector de Valparaíso.

Para identificar el tiempo y distancia del recorrido hacia las nuevas rutas de recolección se utilizó el software Relive y se realizará de nuevo el recorrido, tomando en cuenta el último punto del barrio Santa Teresita para generar el desvío hacia la zona apta C8 comunidad San José de Chocón. A medida que se realizó el recorrido se procedió al levantamiento de coordenadas con el programa UTM Geo Map.

Para finalizar, una vez obtenidas las coordenadas UTM se procedió a graficar las nuevas rutas de recolección considerando el recorrido antiguo hasta el último punto de desvío a Valparaiso y hacia la zona apta C8 comunidad San José de Chocón.

3.5.2. Metodología de estimación económica de ubicación del relleno sanitario

Mediante el levantamiento de información directa y revisión bibliográfica se estimaron los costos directos de los predios cercanos a la zona de influencia (Santillán, 2018).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Primera etapa

4.1.1. Proyección de la población

Para determinar el tipo de relleno sanitario a implementarse en el cantón Guano se realizó una proyección poblacional desde el año 2021 al año 2031, utilizando la ecuación 1. El presente proyecto de investigación tomó como referencia base los datos poblacionales del último censo del año 2010 (INEC, 2010). Los datos iniciales utilizados fueron los siguientes:

Población inicial: 42851 habitantes según el último Censo 2010.

Tasa de crecimiento poblacional: 0.0128 Tasa (INEC, 2010).

Número de años: (10 años).

En la tabla 6 se presenta la proyección de la población del cantón Guano desde el año 2021 hasta el año 2031.

Tabla 6

*Proyección de la Población del Cantón Guano
para el Año 2021 -2031*

Año	n (número de años)	Población proyectada (habitantes)
2021	10	48662
2022	11	49285
2023	12	49916
2024	13	50555
2025	14	51202
2026	15	51858
2027	16	52521
2028	17	53194
2029	18	53875

Año	n (número de años)	Población proyectada (habitantes)
2030	19	54564
2031	20	55263

La proyección de la población que corresponde al año 2031 es de 55263 habitantes resultado que se utilizó como base para el cálculo de la producción per cápita y la cantidad de residuos sólidos totales diarios.

4.1.2. Producción per cápita de residuos sólidos

Para determinar la producción per cápita del cantón Guano se aplicó la ecuación 2, y se consideraron los siguientes valores:

Dsr (Cantidad de residuos sólidos en una semana): 35317 kg/ sem.

Población: 55263 habitantes.

Cob (Cobertura del servicio de aseo urbano y rural): 77%

El resultado final obtenido partir de la ecuación 2 de la producción per cápita para el año 2031 es de 0.12 kg/hab. día.

4.1.3. Cantidad de residuos totales diarios

Una vez obtenido el resultado de la producción per cápita y el número de habitantes para el año 2031 se aplica la ecuación 3, para determinar la cantidad de residuos totales diarios del cantón Guano.

El resultado de CDR (cantidad de residuos sólidos producidos por día) para el año 2031 corresponde a 6.631 t/ día de residuos sólidos generados por la población.

4.1.4. Tipo de relleno sanitario

Con base a los resultados obtenidos la proyección poblacional del cantón Guano para el año 2031 es de 55263 habitantes y la cantidad de residuos totales diarios de 6.631 t/ día, el tipo de relleno sanitario adecuado para el cantón Guano es de tipo manual, ya que mediante revisión bibliográfica según (Chida, 2020) este puede disponer cantidades de residuos sólidos menores a 15 t/día, y abastece a poblaciones pequeñas menores a 60000 habitantes, considerando sus condiciones económicas.

4.2. Segunda etapa

4.2.1. Análisis de decisión Multicriterio

4.2.1.1. Definición y ponderación de criterios. Los resultados obtenidos de la ponderación de los criterios de selección son los mapas graficados en ArcGIS 10.5 que se presentan como anexos en la tabla 7.

Tabla 7

Mapas de los Criterios de Selección

Criterios	Anexos
Distancia a recursos hídricos	Anexo B
Distancia a aeropuertos (Km)	Anexo C
Distancia a vías (m)	Anexo D
Distancia a la población más cercana	Anexo E
Uso y ocupación del suelo	Anexo F
Pendiente (°)	Anexo G
Precipitación (mm)	Anexo H
Zonas de inundación	Anexo I
Áreas naturales protegidas	Anexo J
Movimientos de masa	Anexo K

4.2.1.2. Ponderación de criterios por el método jerárquico AHP. La elaboración de la matriz de comparación por pares se realizó con base al criterio personal e información recopilada. Se debe tomar en cuenta que los criterios de la primera columna son los numeradores y los criterios de la primera fila son los denominadores.

Una vez elaborada la matriz de comparación por pares tabla 8, se procede a realizar la matriz normalizada para calcular la importancia de cada criterio tabla 9.

Tabla 8*Matriz de Comparación por Pares*

Criterios	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CT6	CT7	CT8	CT9	CT10	CT11	CT12
Recursos hídricos (CT1)	1	9/1	3/1	3/1	9/1	7/1	5/1	7/1	8/1	7/1	3/1	7/1
Aeropuertos (CT2)	1/9	1	1/9	1/7	1/5	1/5	1/3	1/5	1/5	1/3	1/7	1/7
Distancia vías (CT3)	1/3	9/1	1	3/1	7/1	7/1	7/1	8/1	7/1	5/1	1/3	4/1
Distancia a la población más cercana (CT4)	1/3	7/1	1/3	1	7/1	3/1	5/1	7/1	5/1	7/1	1/3	5/1
Uso y ocupación del suelo (CT5)	1/9	5/1	1/7	1/7	1	1/5	1/2	1/5	1/3	1/5	1/9	1/3
Pendiente (CT6)	1/7	5/1	1/7	1/3	5/1	1	1/3	1/3	1/3	1/3	1/7	3/1
Precipitación (CT7)	1/5	9/1	1/7	1/5	2/1	3/1	1	3/1	1/3	1/3	1/7	1/3
Zonas de inundación (CT8)	1/7	5/1	1/8	1/7	5/1	3/1	1/3	1	1/5	1/3	1/7	1/5
Areas naturales protegidas (CT9)	1/8	5/1	1/7	1/5	3/1	3/1	3/1	5/1	1	3/1	1/7	1/5
Movimientos de masa (CT10)	1/7	3/1	1/5	1/7	5/1	3/1	3/1	3/1	1/3	1	1/7	1/3
Rechazo de la comunidad (CT11)	1/3	7/1	3/1	3/1	9/1	7/1	7/1	7/1	7/1	7/1	1	7/1
Asentamientos humanos (CT12)	1/7	7/1	1/4	1/5	3/1	1/3	3/1	5/1	5/1	3/1	1/7	1
Total	3.12	72.00	8.59	11.50	56.20	37.73	35.50	46.73	34.73	34.53	5.78	28.54

Tabla 9*Matriz Normalizada*

Criterios	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CT6	CT7	CT8	CT9	CT10	CT11	CT12	Ponderación	Importancia de criterio
Recursos hídricos (CT1)	0.32	0.13	0.35	0.26	0.16	0.19	0.14	0.15	0.23	0.20	0.52	0.25	24%	1
Aeropuertos (CT2)	0.04	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	1%	12
Distancia vías (CT3)	0.11	0.13	0.12	0.26	0.12	0.19	0.20	0.17	0.20	0.14	0.06	0.14	15%	3
Distancia a población más cercana (CT4)	0.11	0.10	0.04	0.09	0.12	0.08	0.14	0.15	0.14	0.20	0.06	0.18	12%	4
Uso y ocupación del suelo (CT5)	0.04	0.07	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	2%	11
Pendiente (CT6)	0.05	0.07	0.02	0.03	0.09	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.11	4%	8
Precipitación (CT7)	0.06	0.13	0.02	0.02	0.04	0.08	0.03	0.06	0.01	0.01	0.02	0.01	4%	9
Zonas de inundación (CT8)	0.05	0.07	0.01	0.01	0.09	0.08	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	3%	10
Áreas naturales protegidas (CT9)	0.04	0.07	0.02	0.02	0.05	0.08	0.08	0.11	0.03	0.09	0.02	0.01	5%	6
Movimientos de masa (CT10)	0.05	0.04	0.02	0.01	0.09	0.08	0.08	0.06	0.01	0.03	0.02	0.01	4%	7
Rechazo de la comunidad (CT11)	0.11	0.10	0.35	0.26	0.16	0.19	0.20	0.15	0.20	0.20	0.17	0.25	19%	2
Asentamientos humanos (CT12)	0.05	0.10	0.03	0.02	0.05	0.01	0.08	0.11	0.14	0.09	0.02	0.04	6%	5
Total													100%	

La matriz normalizada muestra como resultado la priorización de los criterios. Siendo el criterio de recursos hídricos (CT1) el más importante con una ponderación del 24%, estableciendo que el relleno sanitario del cantón Guano debe ubicarse a una distancia demasiado extensa de un río o quebrada para descargar los lixiviados tratados, y tampoco puede ubicarse muy cerca para evitar la contaminación cuando exista presencia de precipitaciones mayores.

El criterio de rechazo de la comunidad (CT11) obtuvo una ponderación del 19% siendo el segundo criterio más importante, esto se debe a que la población del sector tiene una importancia social para permitir la ejecución del proyecto.

El criterio de distancias a vías (CT3) obtuvo una ponderación del 15%, siendo de importancia alta, ya que se considera para reducir los costos del transporte de los residuos sólidos.

La ponderación del criterio de distancia a la población más cercana (CT4) corresponde al 12% presentando una importancia alta, en cuanto al criterio de asentamientos humanos (CT12) presenta una ponderación del 6% siendo de importancia media, los dos se encuentran asociados esto debido a que la población ubicada cerca al relleno sanitario puede ser susceptible a problemas sociales, ambientales y económicos.

El criterio de áreas protegidas (CT9) obtuvo una ponderación del 5% siendo baja, esto debido a que la zona de estudio presenta como única área protegida la Reserva de Producción Faunística Chimborazo dentro del cantón Guano.

El criterio de pendiente (CT6) presenta una ponderación de importancia baja del 4%, debido a que la zona de estudio presenta pendientes aptas menores a 5°, por lo que se reduce el costo de excavaciones y de afectación paisajística.

El criterio de movimientos de masa (CT11) presenta una ponderación de 4% siendo de baja importancia, debido a que el cantón Guano no es susceptible a movimientos de masa extremos (GADM - Guano, 2021).

El criterio de precipitación (CT7) obtuvo una ponderación del 3%, esto se debe a que la zona de estudio no presenta elevadas precipitaciones durante todo el año (GADM - Guano, 2021).

El criterio de zonas de inundación (CT8) presenta una ponderación baja correspondiente al 4%, esto debido a que el cantón Guano no presenta grandes cantidades de zonas que puedan ser propensas a inundación (GADM - Guano, 2021).

El criterio de uso y ocupación del suelo (CT5) obtiene una ponderación de 2%, de importancia baja, debido a que en el cantón Guano se presenta en su mayoría pasto cultivado, pasto natural y cultivos de ciclo corto (GADM - Guano, 2021).

El criterio de aeropuertos (CT2) presenta una ponderación de 1%, siendo el criterio de menor importancia, esto debido a que en el cantón Guano no cuenta con ningún aeropuerto.

La coherencia de la matriz normalizada se verificó con el cálculo de la razón de consistencia, resultado que se obtuvo previamente con el cálculo del índice de consistencia e índice de consistencia aleatoria. Los resultados se muestran a continuación en la tabla 10.

Tabla 10

Consistencia de la Matriz Normalizada

	Resultado
Índice de consistencia	0.34
Índice de consistencia aleatoria	1.65
Razón de consistencia	0.208

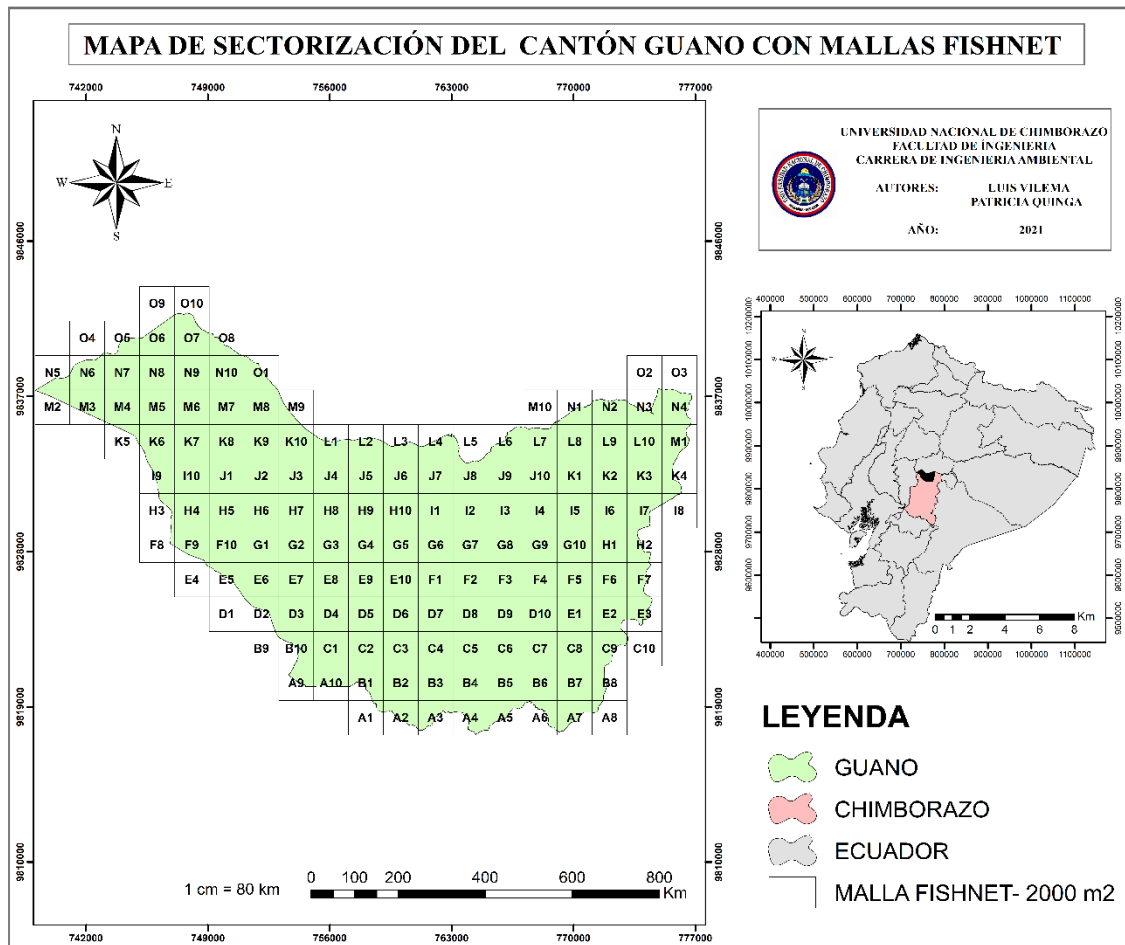
El resultado de CR corresponde a 0.208 siendo menor a 1 lo que indica que la matriz es consistente y aceptable, siendo una consideración importante porque el juicio de valor es razonable.

4.2.1.3. Sectorización del cantón Guano a través de mallas Fishnet

En la figura 3 se muestra la sectorización del cantón Guano donde se obtuvo como resultado la creación de 150 mallas codificadas con sus respectivas letras mayúsculas y números, considerándose la extensión de 2000 m².

Figura 3

Sectorización del Cantón Guano



4.2.1.4. Interpolación de mallas con los mapas de criterios para determinar las zonas aptas y no aptas

En la interpolación de cada mapa de criterios de selección se obtuvo como resultado una base de datos con la información del porcentaje de cumplimiento de cada criterio en las 150 codificaciones de la malla fishnet Anexo W.

En la tabla 11 se presenta un resumen del porcentaje de cumplimiento de los 12 criterios de selección en cada una de las 150 sectorizaciones codificadas.

Tabla 11*Porcentaje de Cumplimiento de los Criterios en la Sectorización del Cantón Guano*

Sectorización codificada	# Sectorizaciones codificadas	# Criterios	Porcentaje de cumplimiento
K8 – M7	2	3	20%
E9 – H10 – I10 – M8 – N8	5	4	30%
A1 – A2 – B9 – C5 – C6 – D3 – D4 – E3 – E7 – F3 – G4 – G6 – G7 – G8 – I9 – J1 – K2 – K5 – K6 – K7 – M5 – M6 – N9 – N10 – O1 – O6 – O7 – O8	28	5	40%
A3 – A6 – B1 – B5 – B6 – B10 – C2 – C3 – C4 – C10 – D2 – D5 – D6 – D7 – D8 – D9 – E6 – E10 – F1 – F7 – G5 – H5 – H8 – H9 – I2 – I3 – I4 – I6 – J10 – L1 – L6 – L7 – M1 – M2 – M3 – M4 – M9 – N5 – N6 – N7 – O9 – O10	43	6	50%
A4 – A7 – B4 – C1 – C9 – E2 – E8 – F2 – F6 – F9 – F10 – H2 – H6 – I1 – I7 – J2 – J4 – K1 – K3 – K9 – K10 – L2 – L8 – L9 – N1 – N2 – N3 – N4 – O3 – O4 – O5	31	7	60%
A5 – A9 – A10 – B2 – B3 – B7 – E5 – F4 – F8 – G1 – G2 – G3 – G9 – G10 – H1 – H3 – H4 – H7 – I5 – I8 – J3 – J5 – J6 – J7 – J8 – J9 – K4 – L3 – L4 – L5 – L10 – M10	32	8	70%

Sectorización codificada	# Sectorizaciones codificadas	# Criterios	Porcentaje de cumplimiento
A8 – B8 – C7 – D1 – D10 – E1 – F5 – O2	8	8	80%
E4	1	10	90%
C8	1	12	100%
TOTAL	150		

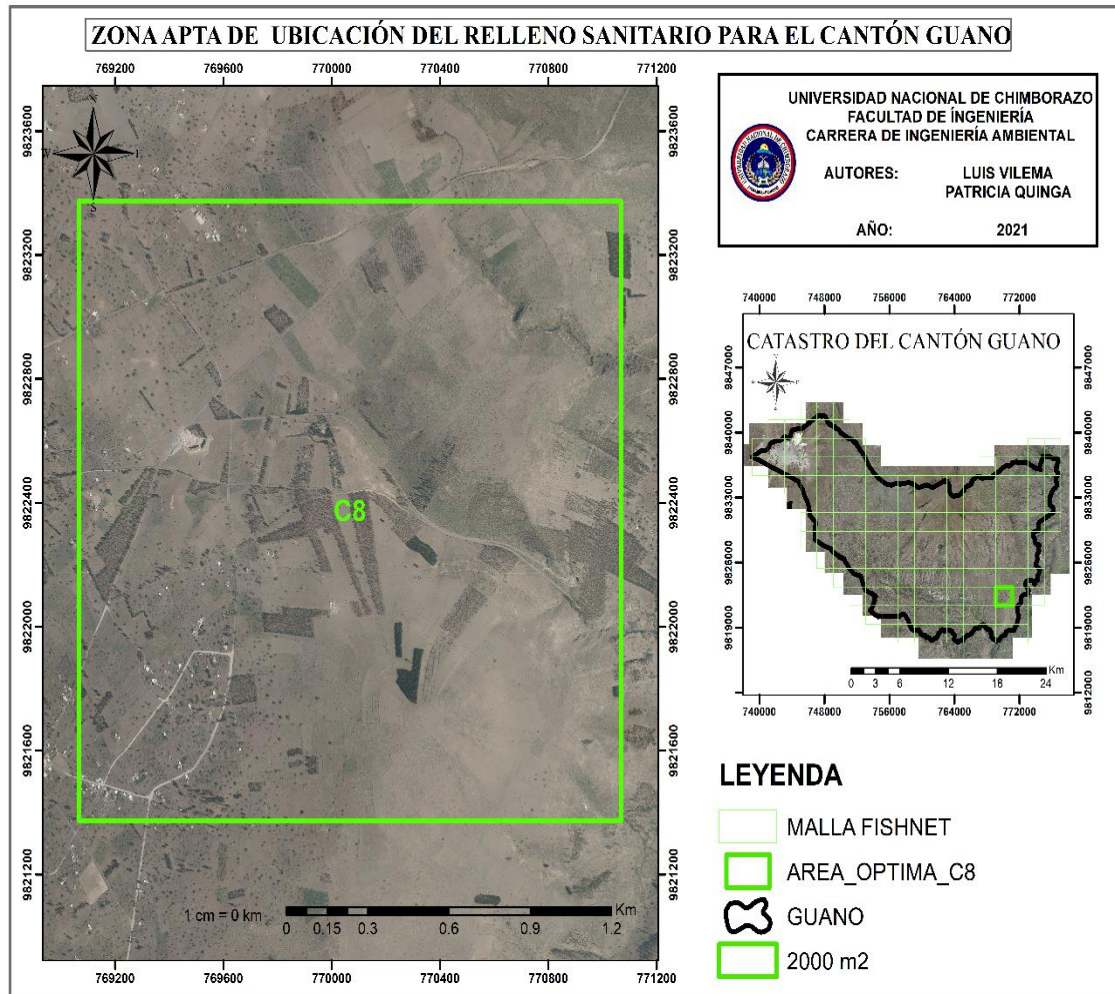
Nota. El número de criterios definidos en cada codificación sectorizada define su porcentaje de cumplimiento.

El cumplimiento de los criterios técnicos, ambientales, sociales y económicos, varían en función del lugar de sectorización codificada asignada a todo el cantón Guano. El porcentaje más bajo de cumplimiento de los criterios fue del 20% que corresponden a 2 sectorizaciones codificadas como K8 y M7, mientras que el porcentaje más alto de cumplimiento de los criterios fue 100% y corresponde a la sectorización codificada C8, esta zona cumple con todos los criterios establecidos para el desarrollo de esta investigación que tomó como base el TULSMA e investigaciones similares.

En la figura 4 se visualiza la imagen satelital de la zona apta C8 para la ubicación del relleno sanitario en el cantón Guano.

Figura 4

Zona Apta de Ubicación del Relleno Sanitario para el Cantón Guano



4.2.1.5. Encuestas

Con base a la ecuación 4 del tamaño de la muestra, se obtuvo como resultado un total de 25 personas a encuestar, con un nivel de confianza del 95% (1.96). Véase la encuesta aplicada a la población en el Anexo M, N, O y P.

4.2.1.5.1. Pregunta 1. ¿Conoce usted cuál es la diferencia entre un relleno sanitario y un botadero de basura a cielo abierto?

En la tabla 12 se evidencia los resultados del porcentaje y número de personas de la zona de influencia directa que conocen la diferencia entre un relleno sanitario y un botadero de basura a cielo abierto.

Tabla 12

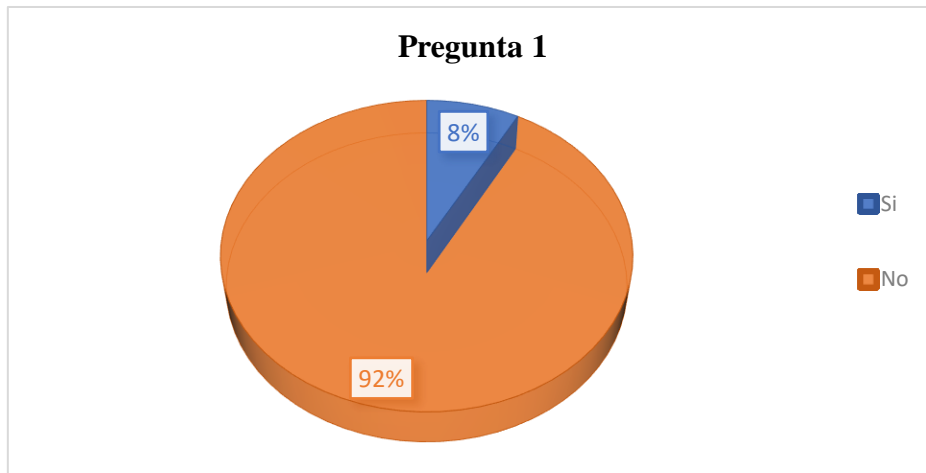
Resultado de Encuesta Pregunta 1

Alternativas	Respuestas	%
Si	2	8
No	23	92

En la figura 5 se presenta el grafico de pastel de los resultados obtenidos respecto a la pregunta 1 de la encuesta realizada a la población.

Figura 5

Porcentaje de Población que Conoce la Diferencia entre relleno Sanitario y Botadero a Cielo Abierto



Los resultados obtenidos indican que el mayor número de la población ubicada en la zona apta desconoce la diferencia entre un relleno sanitario o un botadero cielo abierto.

4.2.1.5.2. Pregunta 2. ¿Usted tiene conocimiento respecto al tratamiento y disposición final que se da a los residuos sólidos por parte del municipio del cantón Guano?

En la tabla 13 se presentan los resultados del porcentaje total de las personas que conocen del tratamiento y disposición final que se realiza a los residuos sólidos generados por la población urbana y rural del cantón Guano.

Tabla 13

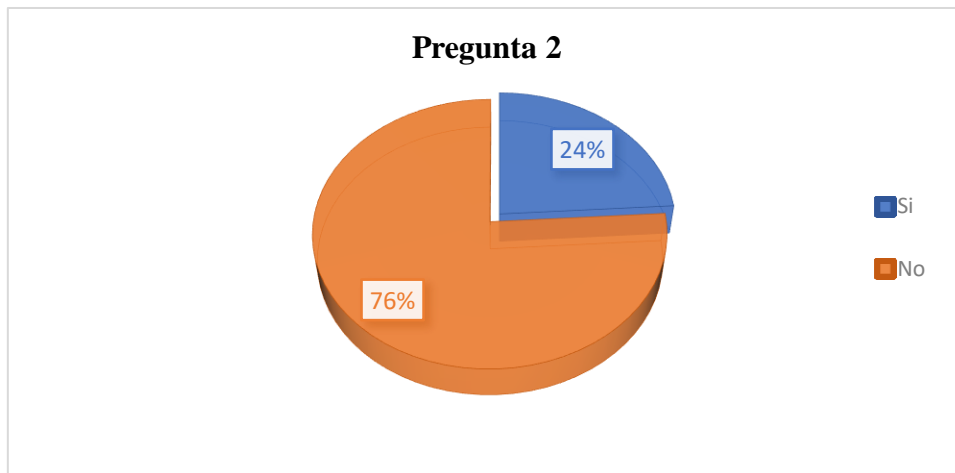
Resultado de Encuesta Pregunta 2

Alternativas	Respuestas	%
Si	6	24
No	19	76

En la figura 6 se presenta el grafico de pastel de los resultados obtenidos respecto a la pregunta 2 de la encuesta realizada a la población.

Figura 6

Porcentaje de Población que Conoce del Tratamiento y Disposición Final de los Residuos Sólidos



Según los resultados obtenidos el mayor número de personas desconocen del tratamiento y la disposición final de los residuos sólidos que se realizan en el cantón Guano, poniendo en evidencia que es necesario implementar estrategias de difusión referente a la última etapa de la gestión de los residuos sólidos.

4.2.1.5.3. Pregunta 3. ¿Usted conoce las actividades que realiza actualmente el municipio del cantón Guano para implementar un relleno sanitario?

En la tabla 14 se muestran los resultados obtenidos de la encuesta realizada a la población respecto a la pregunta 3 de las actividades que realiza el municipio del cantón Guano para implementar un relleno sanitario.

Tabla 14

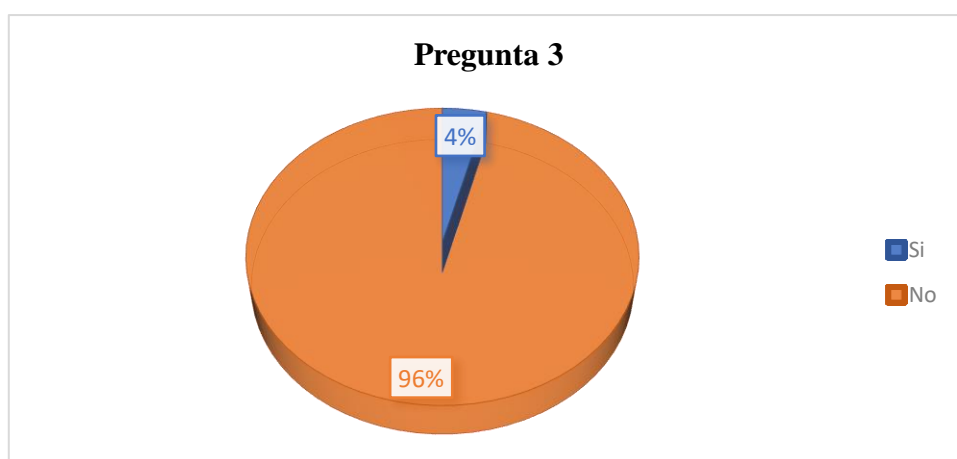
Resultado de Encuesta Pregunta 3

Alternativas	Respuestas	%
Si	1	4
No	24	96

En la figura 7 se presenta el gráfico de pastel de los resultados obtenidos respecto a la pregunta 1 de la encuesta realizada a la población.

Figura 7

Porcentaje de Población que Conoce de las Actividades del Municipio para Implementar un Relleno Sanitario



El mayor número de personas ubicados en el sector no tienen conocimiento sobre las actividades que realiza el GAD Guano respecto a la implementación de un relleno sanitario para todo el cantón, siendo clara la falta de difusión por parte del municipio en temas de residuos sólidos.

4.2.1.5.4. Pregunta 4. ¿Usted como morador del cantón Guano conoce cuales serían los beneficios que tendría el sector en caso de que se llegaría a construir un relleno sanitario?

En la tabla 15 se evidencia los resultados obtenidos de la encuesta aplicada a la población con respecto a los beneficios que tendría el sector en caso de que se llegaría a construir un relleno sanitario.

Tabla 15

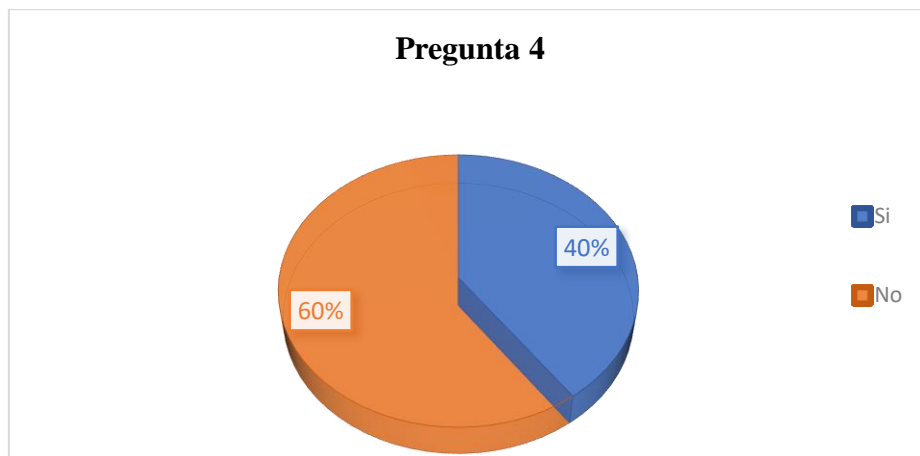
Resultado de Encuesta Pregunta 4

Alternativas	Respuestas	%
Si	10	40
No	15	60

En la figura 8 se presenta el gráfico de pastel de los resultados obtenidos respecto a la pregunta 1 de la encuesta realizada a la población

Figura 8

Porcentaje de Población que Conoce los Beneficios de construir un Relleno Sanitario en su Sector



Según el gráfico, se establece una mayor tendencia de la población al desconocimiento de los beneficios que tendría su sector con la implementación y construcción de un relleno sanitario.

4.2.1.5.5. Pregunta 5. ¿Está usted de acuerdo que se construya un relleno sanitario en su sector ubicado a una distancia mayor a 500 metros?

En la tabla 16 se muestran los resultados obtenidos en la encuesta pregunta 5 que corresponde a la construcción de un relleno sanitario en la zona apta.

Tabla 16

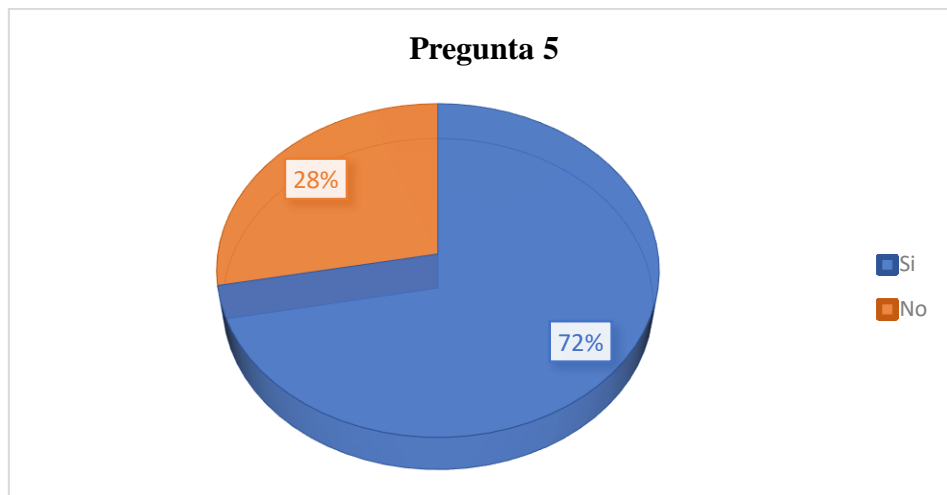
Resultado de Encuesta Pregunta 5

Alternativas	Respuestas	%
Si	18	72
No	7	28

En la figura 9 se presenta el gráfico de pastel de los resultados obtenidos respecto a la pregunta 1 de la encuesta realizada a la población

Figura 9

Porcentaje de Aceptación de la Población para Implementar un Relleno Sanitario



El mayor porcentaje de personas del sector están de acuerdo a que se implemente un relleno sanitario a una distancia mayor a 500 m, considerado los aspectos ambientales, técnicos, sociales y económicos, con el fin de evitar problemas de salud a la población.

4.2.1.5. Visitas de campo. La información obtenida se validó con las visitas de campo, donde mediante observación directa se verificó que la zona apta no presenta un recurso hídrico cercano, no cuenta con aeropuertos cercanos, la pendiente no es pronunciada, la distancia a la población es mayor a 500 m, no existen zonas de áreas protegidas y por lo general los terrenos se encuentran con cultivos de ciclo corto, vegetación arbustiva, sin presencia de abundante bosque natural. Véase Anexo P, Q Y R.

4.2.1.6. Contraste de la información. El GAD del cantón Guano cuenta con un estudio y diseño definitivo para la gestión integral de los residuos sólidos realizado en marzo del 2014 por el Programa Nacional de Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS) del Ministerio del Ambiente y Agua (MAAE). El documento cuenta con información extensa sobre la gestión de residuos del cantón Guano donde manifiesta que la ubicación para el relleno sanitario es en la parroquia Valparaíso en las coordenadas UTM: 768160E - 9825141N, 768017E - 9825494N y 768133E - 9825592N, con una zona de influencia de 200 m, el cuerpo de agua más cercano al sitio es la subcuenca del río Chambo. En el estudio presentado se omitió las quebradas siendo este un problema visible, ya que en el Libro VI del Anexo 6 del TULSMA se define que un relleno sanitario debe ubicarse a no menos 500 m de cualquier cuerpo hídrico, por lo que incumple la normativa vigente debido a que el proyecto se establece sobre una quebrada seca (Anexo I, J)

El presente proyecto de investigación cumple con el objetivo de identificar la zona apta para la nueva ubicación del relleno sanitario considerando los criterios ambientales, técnicos, sociales y económicos establecidos en el Libro VI del Anexo 6 del TULSMA numeral 4.12.4. siendo la zona apta para ubicar el relleno sanitario la comunidad de San José de Chocón perteneciente a la parroquia urbana La Matriz ubicada en las coordenadas UTM 769585E – 9823140N, demostrando el cumplimiento de la normativa en cuanto a la distancia mayor a 500 m del recurso hídrico más cercano al área de estudio (quebrada seca de Chocón).

4.3. Tercera Etapa

4.3.1. Diseño de rutas actuales de recolección de residuos sólidos del cantón Guano

En la tabla 16 se describe el levantamiento de información primaria de las rutas de recolección actuales de tachos fijos y domiciliarios dependiendo de la zona urbana o rural que abarca el vehículo recolector encargado. Presenta variaciones en cuanto a la distancia, duración, velocidad y cantidad de residuos sólidos que recolecta en los días y fechas establecidos para las diferentes rutas.

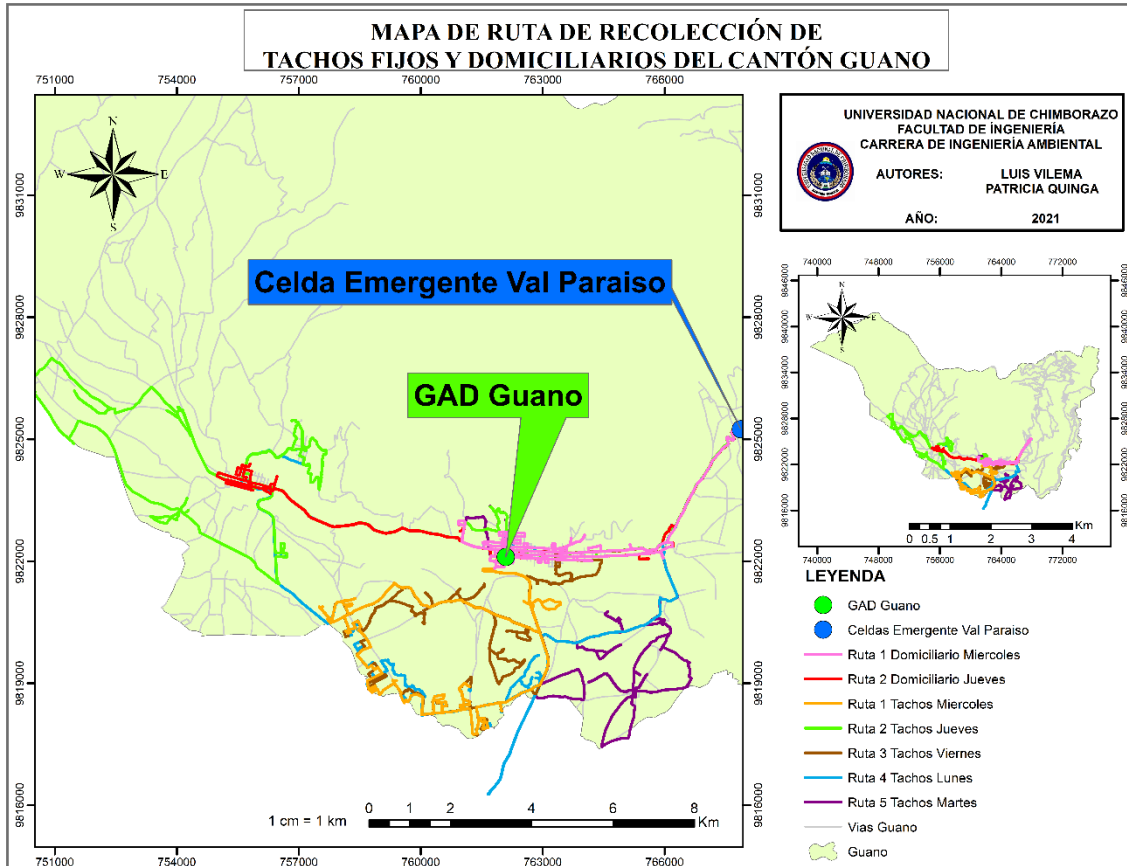
Tabla 17*Características de las Rutas Actuales de Recolección de Residuos Sólidos del Cantón Guano*

Tipo de recolección	Ruta	Día	Fecha	Distancia (km)	Duración (h-min)	Velocidad (km/h)	Cantidad de residuos (Ton/día)	Vehículo
Tachos fijos	1	Miercoles	22/09/2021	42.8	5:20	8.5	2.64	Volqueta
	2	Jueves	23/09/2021	96.1	6:60	14.3	1.51	Volqueta
	3	Viernes	24/09/2021	76.1	7:74	9.5	2.11	Volqueta
	4	Lunes	27/09/2021	89.3	7:44	11.8	1.51	Volqueta
	5	Martes	28/09/2021	70.4	7:34	9.5	1.51	Volqueta
Domiciliaria	1	Miercoles	29/09/2021	37.1	6:42	5.5	2.01	Kenworth
	2	Jueves	30/09/202	67.1	7:60	6.9	3.02	Kenworth

La figura 10, describe las rutas actuales de recolección de tachos fijos y domiciliario que se realiza en el cantón Guano en la zona urbana y rural.

Figura 10

Rutas de Recolección Actuales de Tachos Fijos y Domiciliarios



4.3.2. Diseño de rutas nuevas de recolección de residuos sólidos para el cantón Guano

Una vez obtenida la información primaria se procede a graficar las rutas hacia la nueva ubicación del relleno sanitario para el cantón Guano teniendo como resultado la siguiente información descrita en la tabla 18.

Tabla 18

Características de las Nuevas Rutas de Recolección de Residuos Sólidos del Cantón Guano

Ruta de recolección	Ruta	Día	Fecha	Distancia (km)	Duración (h-min)	Velocidad (km/h)	Cantidad de residuos (Ton/día)	Vehículo
Tachos fijos	1	Miercoles	22/09/2021	44.3	5:00	8.8	2.64	Volqueta
	2	Jueves	23/09/2021	97.6	6:43	14.5	1.51	Volqueta
	3	Viernes	24/09/2021	77.8	7:54	9.8	2.11	Volqueta
	4	Lunes	27/09/2021	90.8	7:24	12	1.51	Volqueta
	5	Martes	28/09/2021	71.9	7:14	9.9	1.51	Volqueta
Domiciliaria	1	Miercoles	29/09/2021	38.6	6:22	6	2.01	Kenworth
	2	Jueves	30/09/202	68.6	7:45	7	3.02	Kenworth

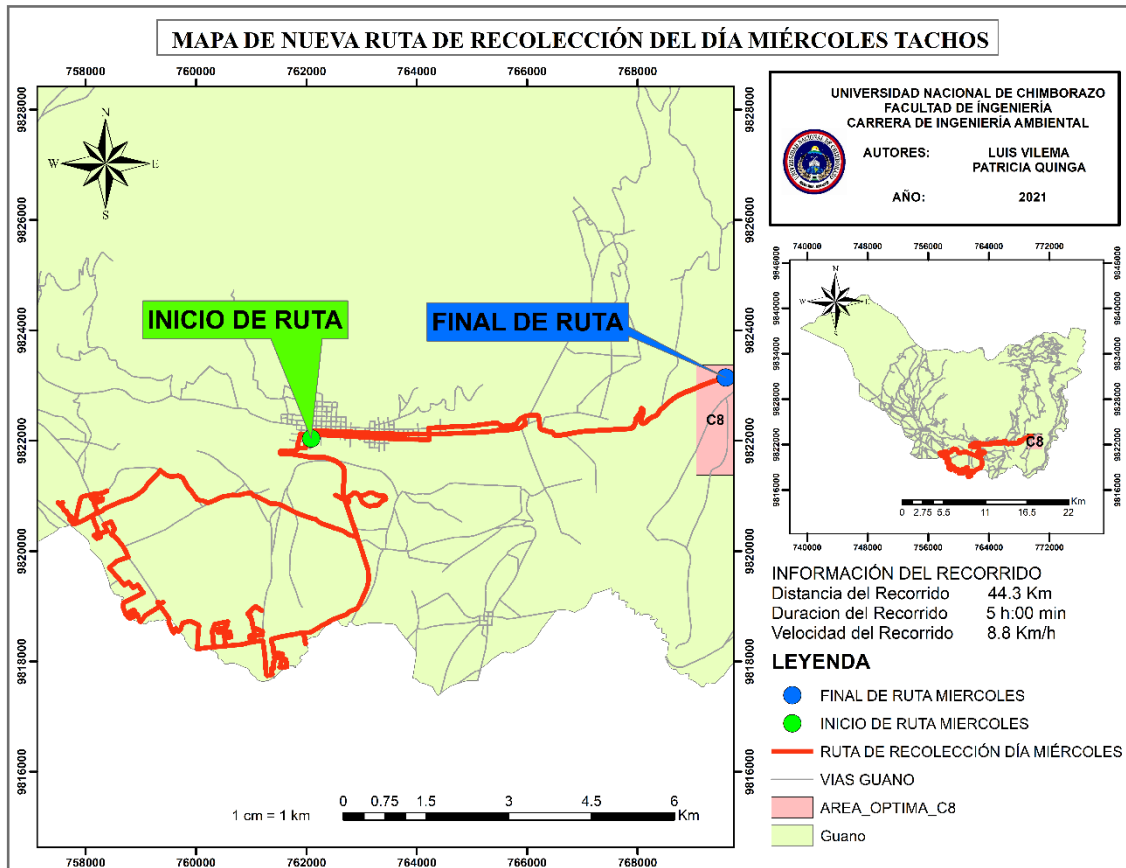
4.3.2.1. Recolección en tachos fijos

4.3.2.1.1. Ruta 1.

Los datos para diseñar la ruta 1 de recolección de tachos fijos se tomaron el miércoles 22/09/2021. En la figura 11 se evidencia el recorrido del vehículo recolector iniciando en los patios del GAD del cantón Guano, finalizando en la zona C8.

Figura 11

Ruta 1 de Recolección de Residuos Sólidos Tachos Fijos

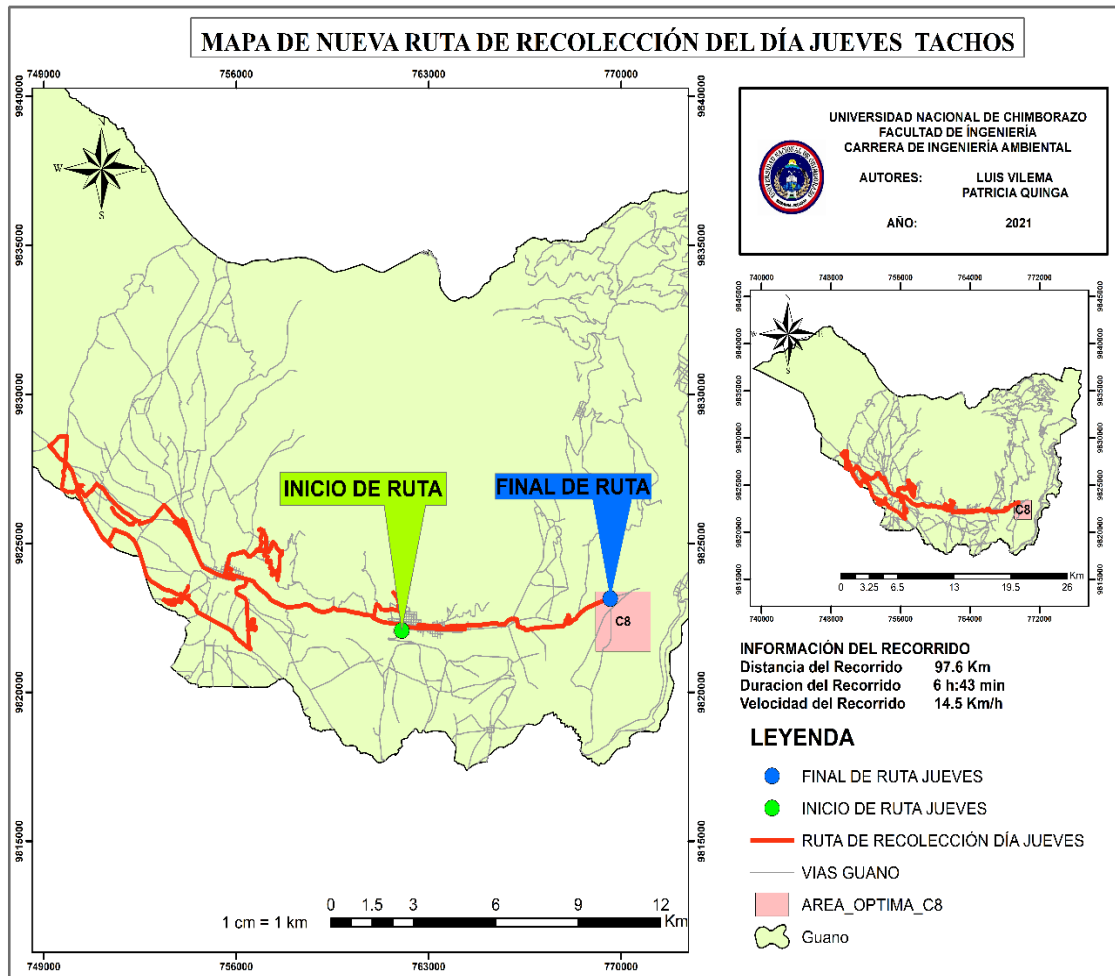


4.3.2.1.2 Ruta 2.

El diseño de la ruta 2 de la recolección de tachos fijos fueron ejecutados el jueves 23/09/2021. En la figura 12 se presenta el recorrido del vehículo recolector de residuos sólidos iniciando en los patios del GAD del cantón Guano, y finalizando en la zona apta C8 en la comunidad San José de Chocón.

Figura 12

Ruta 2 de Recolección de Residuos Sólidos Tachos Fijos

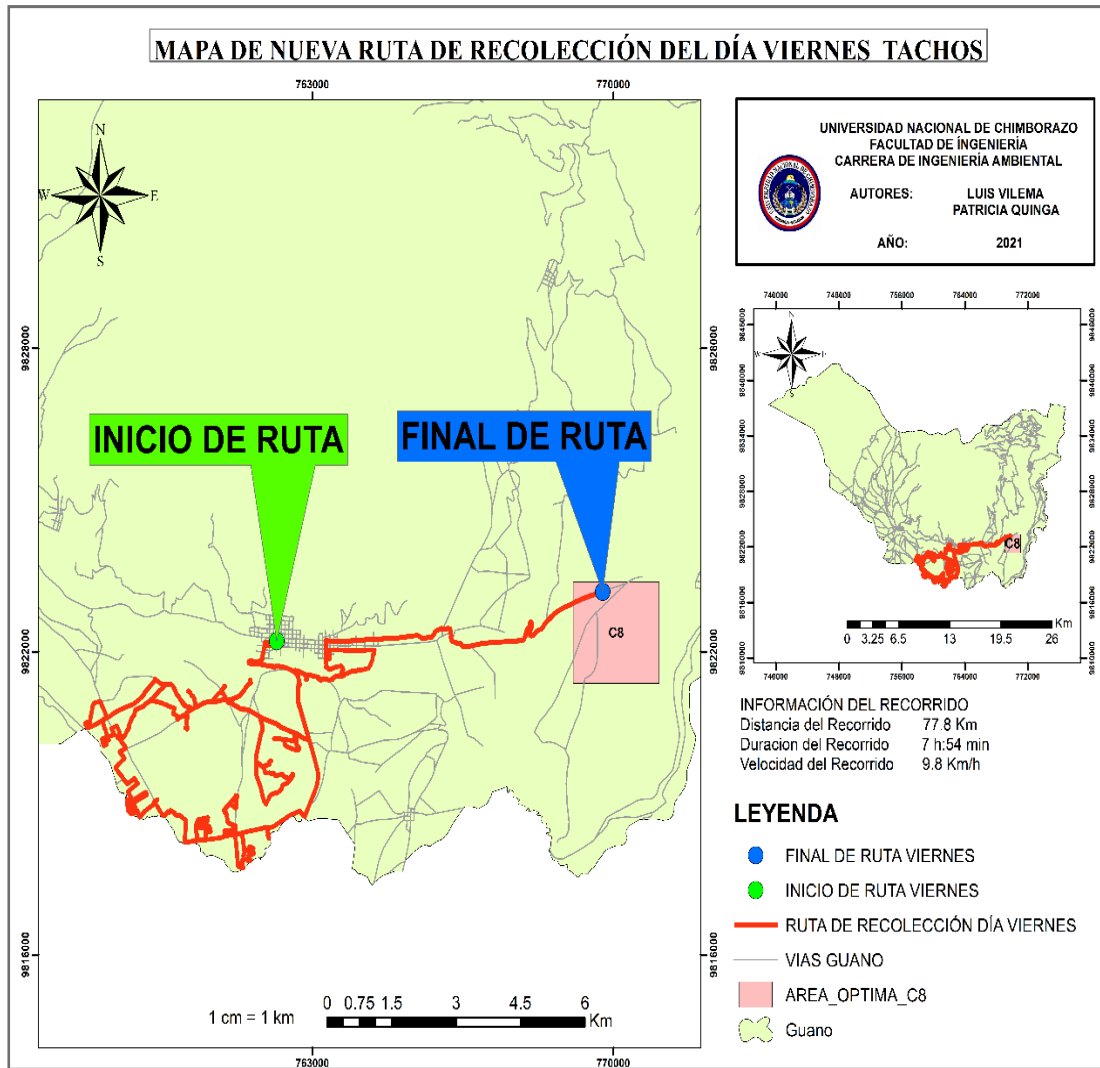


4.3.2.1.3. Ruta N° 3.

Los datos utilizados para el diseño de la ruta 3 de recolección de tachos fijos se tomaron el 24/09/2021. En la figura 13 se muestra el inicio y final de la ruta.

Figura 13

Ruta 3 de Recolección de Residuos Sólidos Tachos Fijos

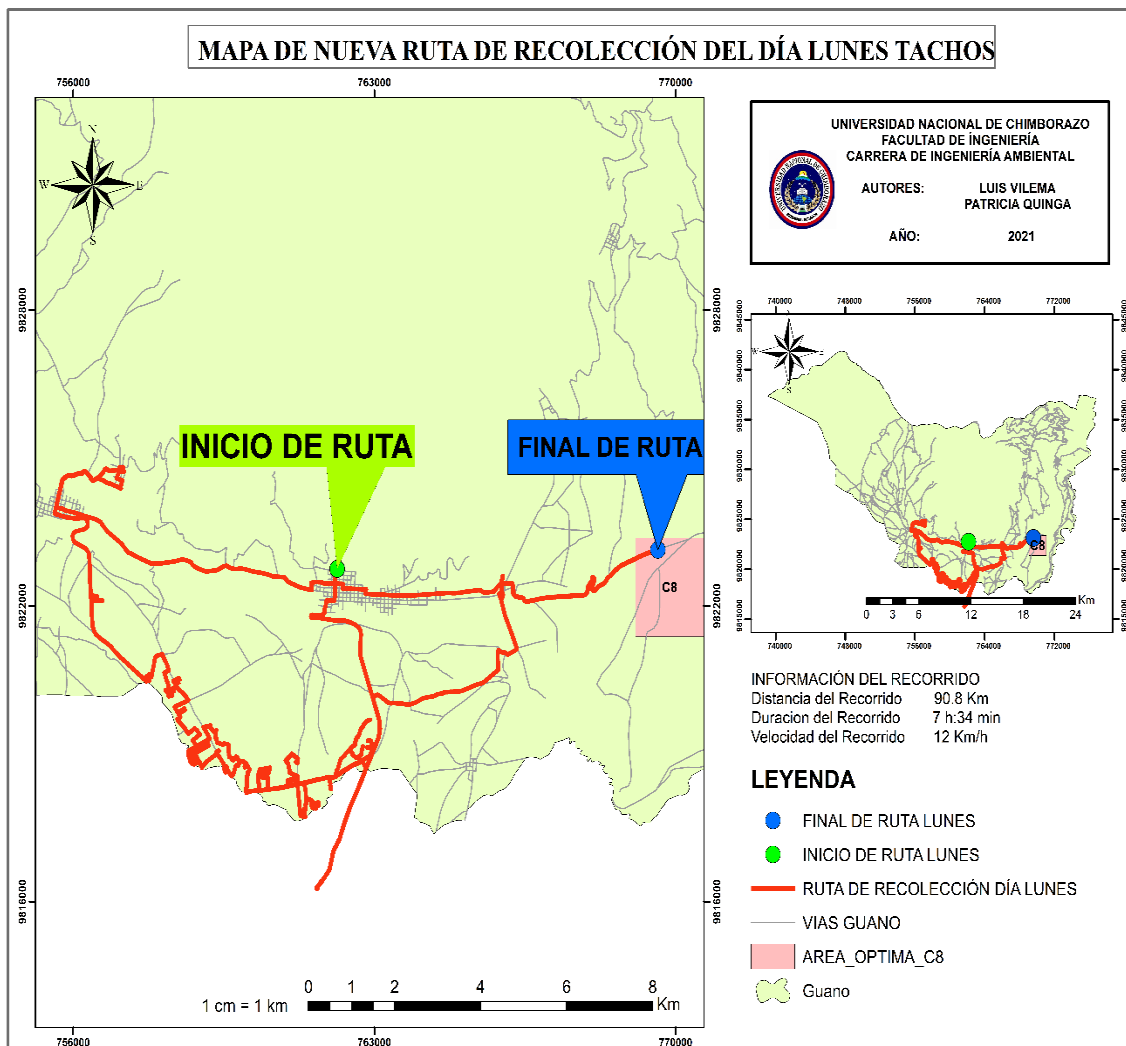


4.3.2.1.4. Ruta N° 4.

La información utilizada para el diseño de la ruta 4 de recolección de tachos fijos se tomaron el 27/09/2021. En la figura 14 se presenta el recorrido realizado por el vehículo recolector desde el inicio y final de la ruta.

Figura 14

Ruta 4 de Recolección de Residuos Sólidos Tachos Fijos

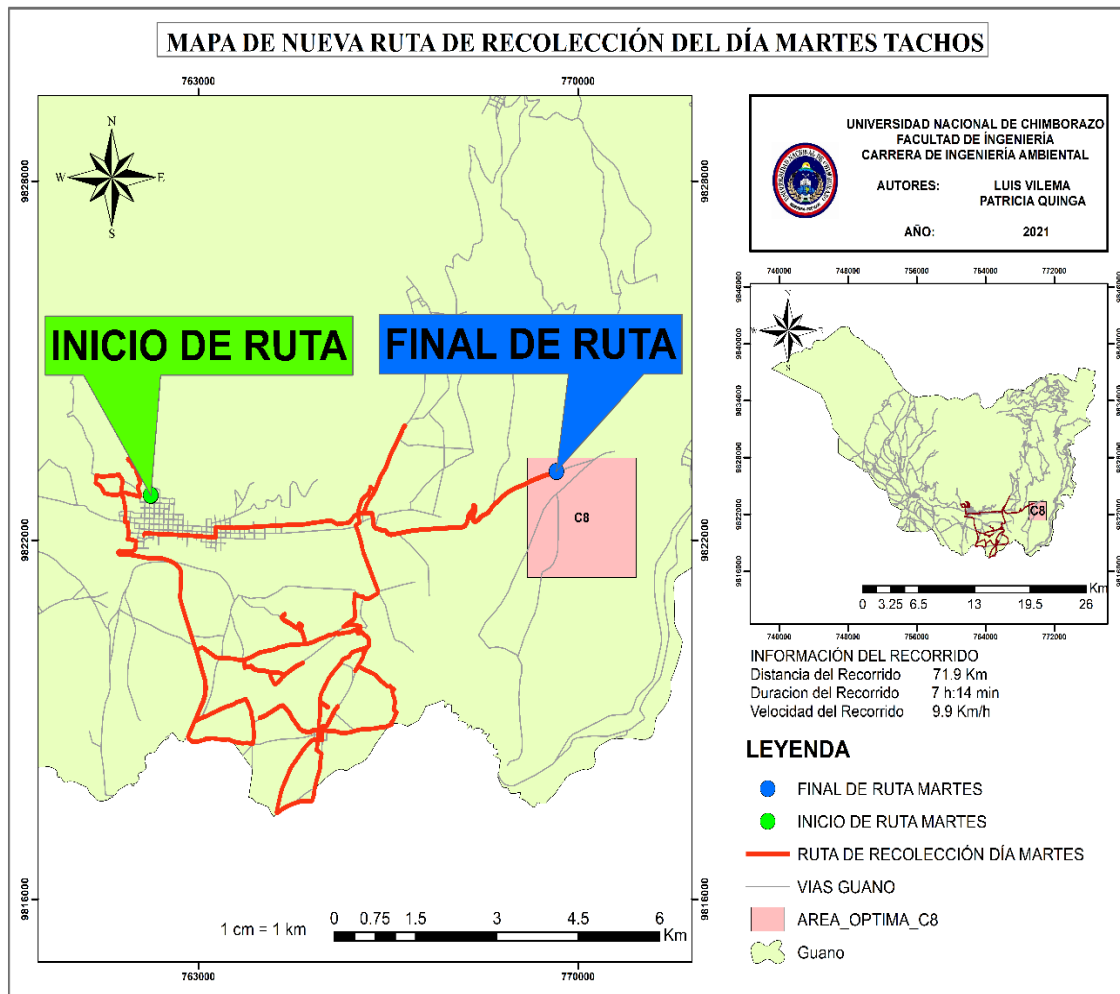


4.3.2.1.5. Ruta N° 5.

Los datos para el diseñar la ruta 5 de recolección de tachos fijos se tomaron el martes 28/09/2021. En la figura 15 se visualiza el recorrido del vehículo recolector iniciando en los patios del GAD del cantón Guano, finalizando en la zona C8.

Figura 15

Ruta 5 de Recolección de Residuos Sólidos Tachos Fijos



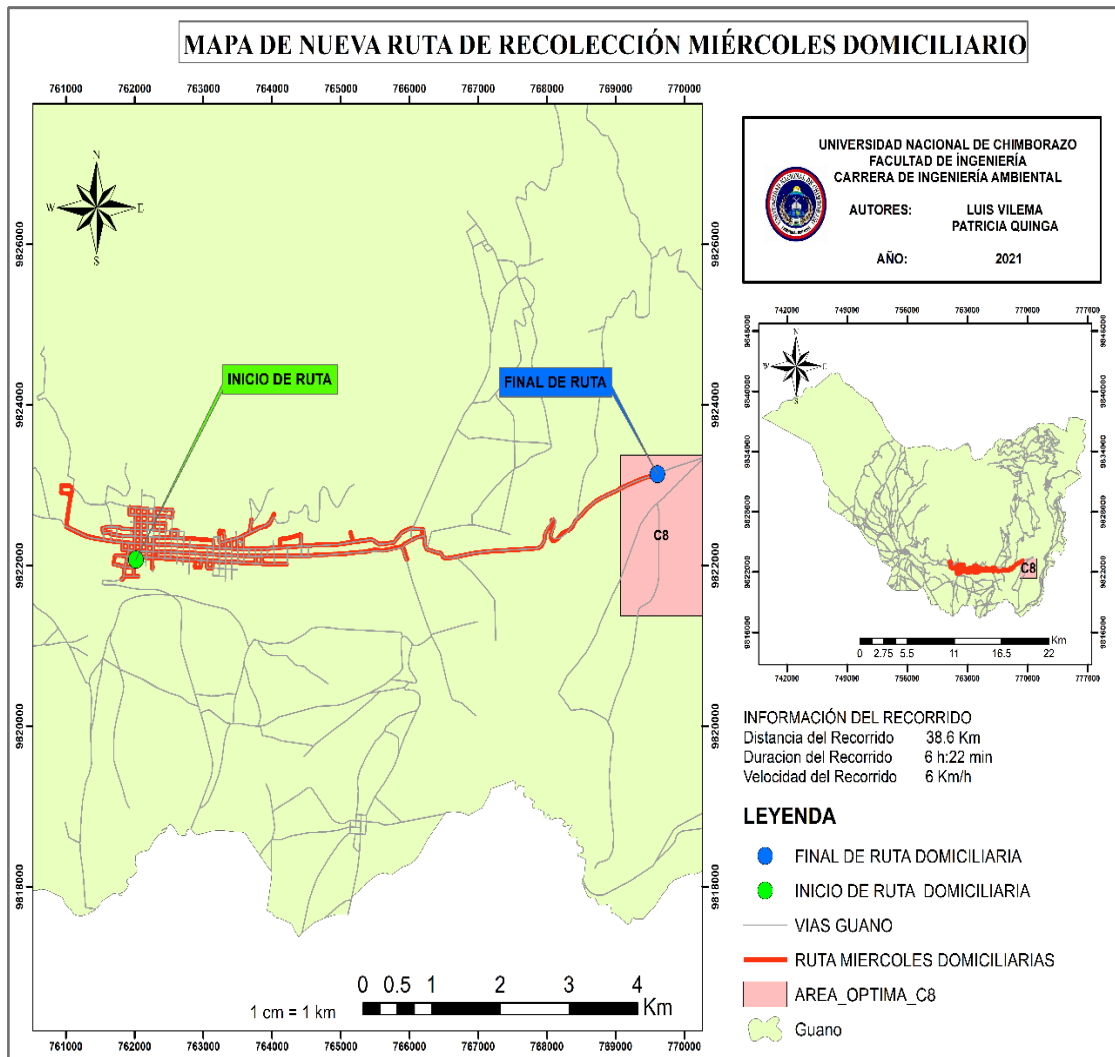
4.3.2.2. Recolección domiciliaria

4.3.2.2.1. Ruta N° 1.

El diseño de la ruta 1 de recolección domiciliaria se tomaron el miércoles 28/09/2021. En la figura 16 se muestra el recorrido del vehículo recolector iniciando en los patios del GAD del cantón Guano, finalizando en la zona C8.

Figura 16

Ruta 1 de Recolección de Residuos Sólidos Domiciliaria



4.3.2.2.2. Ruta N° 2.

El diseño de la ruta 2 de recolección domiciliaria se recolectaron el jueves 28/09/2021. En la figura 17 se representa el recorrido del vehículo recolector desde su inicio en los patios del GAD del cantón Guano hasta su finalización en la zona C8.

Figura 17

Ruta 2 de Recolección de Residuos Sólidos Domiciliaria

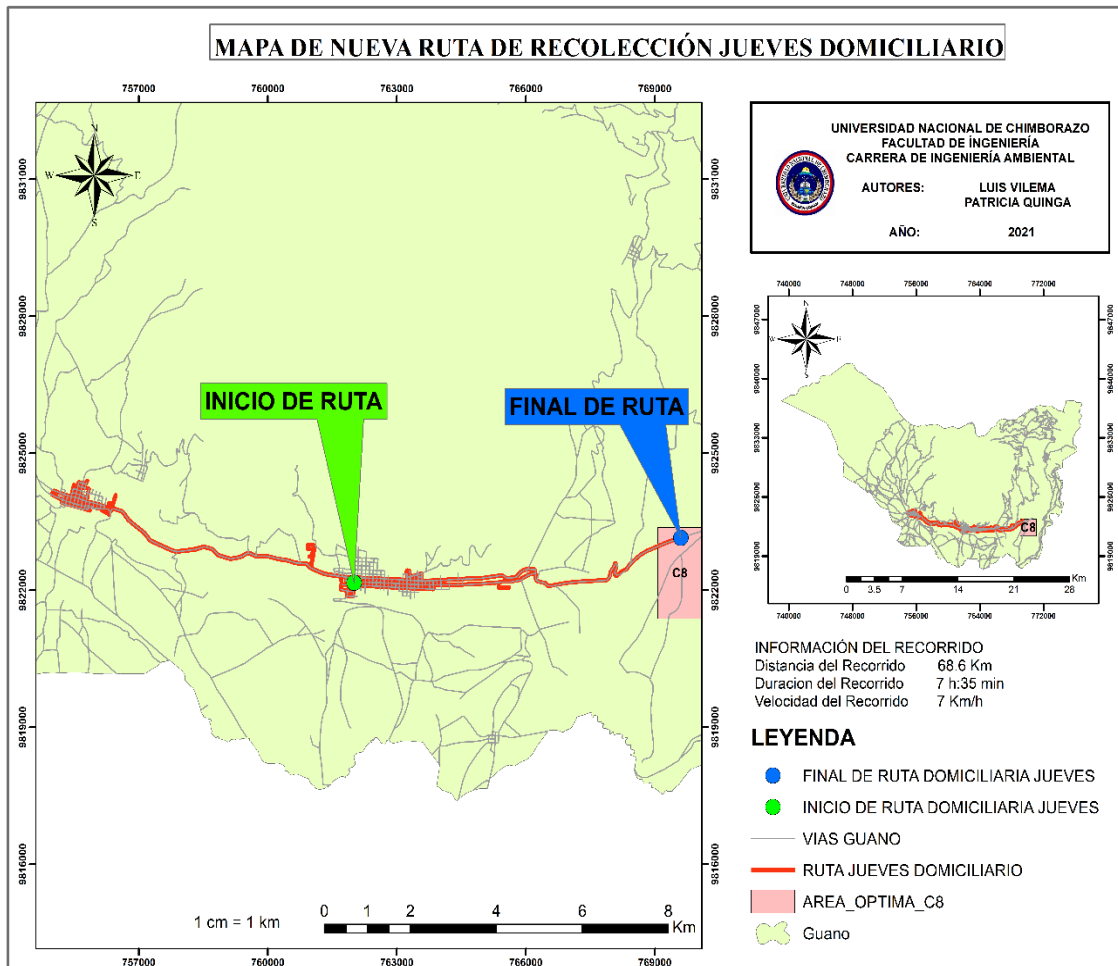


Tabla 19

Comparación de las Características de las Nuevas Rutas con Respecto a las Actuales

Ruta	Día	Distancia (km)	Tiempo (min)	Velocidad (km/h)
Ruta de tachos fijos				
1	Miércoles	Aumenta 1.5	Disminuye 20	Aumenta 0.3
2	Jueves	Aumenta 1.5	Disminuye 17	Aumenta 0.2
3	Viernes	Aumenta 1.5	Disminuye 20	Aumenta 0.3

Ruta	Día	Distancia (km)	Tiempo (min)	Velocidad (km/h)
4	Lunes	Aumenta 1.5	Disminuye 20	Aumenta 0.2
5	Martes	Aumenta 1.5	Disminuye 20	Aumenta 0.4
Ruta de recolección domiciliaria				
1	Miércoles	Aumenta 1.5	Disminuye 20	Aumenta 0.5
2	Jueves	Aumenta 1.5	Disminuye 15	Aumenta 0.1

En la comparación de las rutas se destaca la reducción del tiempo de recorrido entre 15 a 20 minutos, el aumento de la velocidad refleja una disminución en los costos de operación y mantenimiento de los vehículos recolectores debido a que la nueva ubicación del relleno sanitario del cantón Guano zona C8 no cuenta con pendientes pronunciadas.

4.3.3. Estimación económica de ubicación del relleno sanitario

En el Anexo X se observa la información proporcionada por el municipio del cantón Guano, donde se identifica el valor del m² de los predios circundantes a la zona apta C8.

La zona apta C8 se encuentra ubicada en la comunidad de San José de Chocón en la parte rural, por tal motivo su estimación económica no presenta valores altos. Para estimar el valor del m² del predio cercano a esta zona, se utiliza como referencia la media de los valores proporcionados por el municipio, obteniendo como resultado un valor de \$ 1.26, dólares estadounidenses, y para la adquisición de los 2000 m² se necesita un valor de \$ 2522 dólares estadounidenses

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- El relleno sanitario tipo manual es el adecuado a implementarse en el cantón Guano, para mejorar el sistema de gestión de residuos sólidos en cuanto a la disposición final, esto debido a que los resultados de la proyección poblacional para el año 2031 es de 55263 habitantes y la producción de residuos sólidos diarios es de 6.63 t/día. Estos datos se encuentran dentro del rango para un relleno manual que según revisión bibliográfica no debe exceder los 60000 habitantes y la producción de residuos no debe ser mayor a 15 t/ día.
- El análisis multicriterio permitió seleccionar a la sectorización codificada C8 de 2000 m², ubicada en la comunidad de San José de Chocón como la zona apta para la ubicación del nuevo relleno sanitario para el cantón Guano, por el cumplimiento de los 12 criterios ambientales, técnicos, sociales y económicos establecidos en este proyecto de investigación.
- Las nuevas rutas de recolección hacia la ubicación del nuevo relleno sanitario en la comunidad de San José de Chocón, se basan en el recorrido urbano y rural de las rutas actuales hasta Santa Teresita, desde este sector se levantó nueva información, considerando que la distancia aumenta, el tiempo disminuye y la velocidad del vehículo aumenta esto se debe a que no existen pendientes pronunciadas.
- La estimación económica del costo del predio ubicado en la comunidad de San José de Chocón con un área de 2000 m² es de \$ 2522 esto debido a que el precio actual por m² corresponde a \$ 1.26

Recomendaciones

- Se recomienda que los resultados de este proyecto de investigación sean considerados por la actual o futuras administraciones municipales del cantón Guano con la finalidad de mejorar la planificación de la ubicación del nuevo relleno sanitario, esto debido a que las celdas emergentes existentes en la localidad de Valparaíso presentan problemas ambientales y sociales para la población del sector, además que su vida útil está por finalizar.
- Se recomienda implementar un relleno sanitario tipo manual debido a que la población del cantón no es extensa y los residuos diarios producidos no son en grandes cantidades, esto para no utilizar maquinaria permanente por parte del GAD Guano, además esto puede mejorar su sistema económico destinando sus recursos a la implementación de vehículos recolectores o mejora del sistema de recolección de residuos sólidos.
- Para mejorar el análisis multicriterio se recomienda incluir criterios adicionales como el nivel freático de la zona, dirección del viento y permeabilidad del suelo. En este proyecto de investigación no se analizaron esos criterios debido a la falta de información.
- Se recomienda el control y optimización del recorrido de los vehículos debido a que los mismos transitan por las mismas vías en varias ocasiones aumentando sus gastos de operación y mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Abarca, S. (2020). *Diseño de una planta industrial para la clasificación y procesamiento de desechos sólidos en el Cantón Guano* [Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/6789/3/8>. Trabajo Escrito Proyecto de Investigación %28Documento Final - Sergio Abarca%29.pdf
- Arias, J. L., & Buitrago, J. A. (2012). Criterios sociales para la selección de la ubicación de un relleno sanitario (caso Área Metropolitana de Bucaramanga). *Dixi*, 14(15).
- Cárdenas-Ferrer, T. M., Santos-Herrero, R. F., Contreras-Moya, A. M., Rosa-Domínguez, E., & Domínguez-Núñez, J. (2019). Propuesta Metodológica Para el Sistema de Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos en Villa Clara. *Tecnología Química*, 39(2), 471–488.
- Chida, K. (2020). *Análisis Multicriterio basado en Sig para identificar potenciales áreas para establecer un relleno sanitario en el cantón Tena de la provincia Napo, Ecuador* [UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA]. <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/810/1/T.AMB.B.UEA.3249.pdf>
- Cobos, S., Solano, J., & Gárate, P. (2020). Criterios De Selección Para Un Sitio De Disposición Final De Residuos Sólidos No Peligrosos. Revisión De Normas Ambientales Latinoamericanas Y Su Contraste Con La Norma Ecuatoriana. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 39–53. <https://doi.org/10.20937/rica/53660>
- Cobos, S., Solano, J., Vera, A. & Monge, J. (2017). Análisis multicriterio basado en GIS para identificar potenciales áreas de emplazamiento de un relleno sanitario mancomunado en la provincia del Azuay. *Confibsig*, 12. <http://revistas.uazuay.edu.ec/index.php/memorias/article/view/48>
- Cubas, S., & Flores, A. (2020). *Diseño del relleno sanitario manual en el Distrito de Jepelacio, San Martín*. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/14615/Moran_Paucar_Estrés_académico_apoyo_social1.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Fazenda, A., & Tavares-Russo, M. (2016). Caracterización de residuos sólidos urbanos

- en Sumbe: herramienta para gestión de residuos. *Ciencias Holguín*, 22(4), 1–15.
- GADM - Guano. (2021). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Guano*.
- García, C. (2018). *Diseño de la ruta de recolección de residuos sólidos urbanos de la zona comunal #1 del municipio de Santa Clara*. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.
- Giménez, M., & Cardozo, C. (2012). Localización óptima de relleno sanitario aplicando técnicas multicriterio en sistemas de información geográfica (SIG) en el área metropolitana del Alto Paraná. *VII Congreso de Medio Ambiente*, 20.
- INEC. (2010). *Resultados Provinciales Censo*. 0–7. <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/chimborazo.pdf>
- MAE; TULSMA. (2015). Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente Libro VI, Anexo 6: Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de desechos Sólidos no peligrosos. *Tulsma*, 45.
- Palacios, I. (2018). Evaluación multicriterio para la ubicación de un relleno sanitario en la ciudad de Macas, a través de la ponderación de sus variables con el proceso analítico jerárquico, AHP. *Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa*, III(3), 83–94.
- Quesada, L. (2013). *¿Aun no sabes como cargar una malla de puntos de muestreo en ArcGis?* <https://geoinnova.org/blog-territorio/aun-no-sabes-como-cargar-tus-puntos-de-muestreo-en-arcgis/>
- Roca, D. (2018). Implementación de manejo de residuos sólidos para la adecuada disposición en la Empresa Ediciones Lexicom S.A.C. In *Repositorio Institucional - UCV*. Universidad César Vallejo.
- Rodríguez, H. (2012). *Gestión integral de residuos sólidos* (C. de educación a Distancia., C. de estilo: M. L. P. Barriga., & C. E. R. F. G. Cossio. (eds.)). [https://digitk.areandina.edu.co/bitstream/handle/areandina/518/Gestión Integral de Residuos Sólidos.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://digitk.areandina.edu.co/bitstream/handle/areandina/518/Gestión%20Integral%20de%20Residuos%20Sólidos.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Sáez, A., & Urdaneta, J. A. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el

Caribe. *Omnia*, 20(3), 121–135.

Santillán, F. (2018). “*Costos de inversión y operación para la selección de sitios de rellenos sanitarios.*” UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ.

Solíz, M. F. (2015). Ecología política y geografía crítica de la basura en el Ecuador. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 17. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.17.2015.1259>

Torri, S. I. (2017). ¿Qué es un relleno sanitario? *Centro de Estudios y Desarrollo de Políticas Públicas, CECePP*, May, 1. <http://cedepp.org.ar/?p=381>

Zumba, T. (2016). Universidad Nacional De Chimborazo. In *CARACTERIZACIÓN Y PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA PARROQUIA DE SAN ANDRÉS CANTÓN GUANO PROVINCIA DE CHIMBORAZO*. <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/3027/1/UNACH-ING-AMB-2016-0010.pdf>

ANEXOS

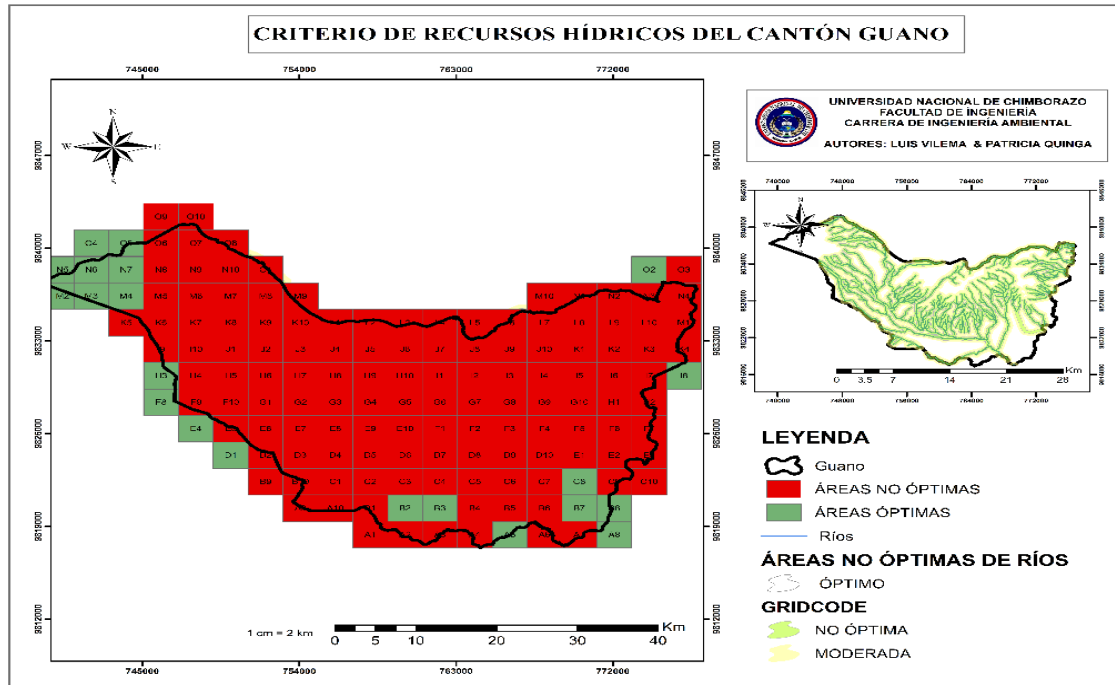
Anexo A

Formato de la Tabla de Datos de los Criterios de Selección.

	Distancia a recursos hídricos	Aeropuertos	Distancia a vías	Cumplimiento de criterios
A1					
A2					
B1					
B2					
.....					
O10					

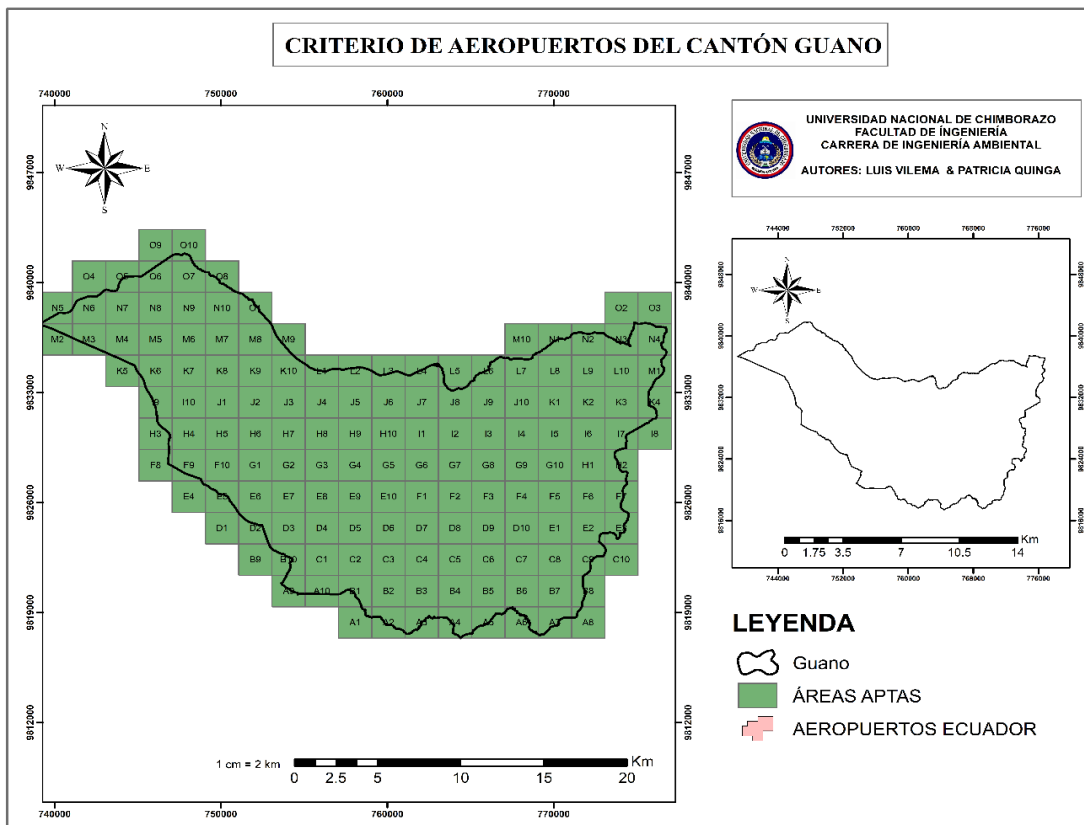
Anexo B

Mapa del Criterio de Recursos Hídricos



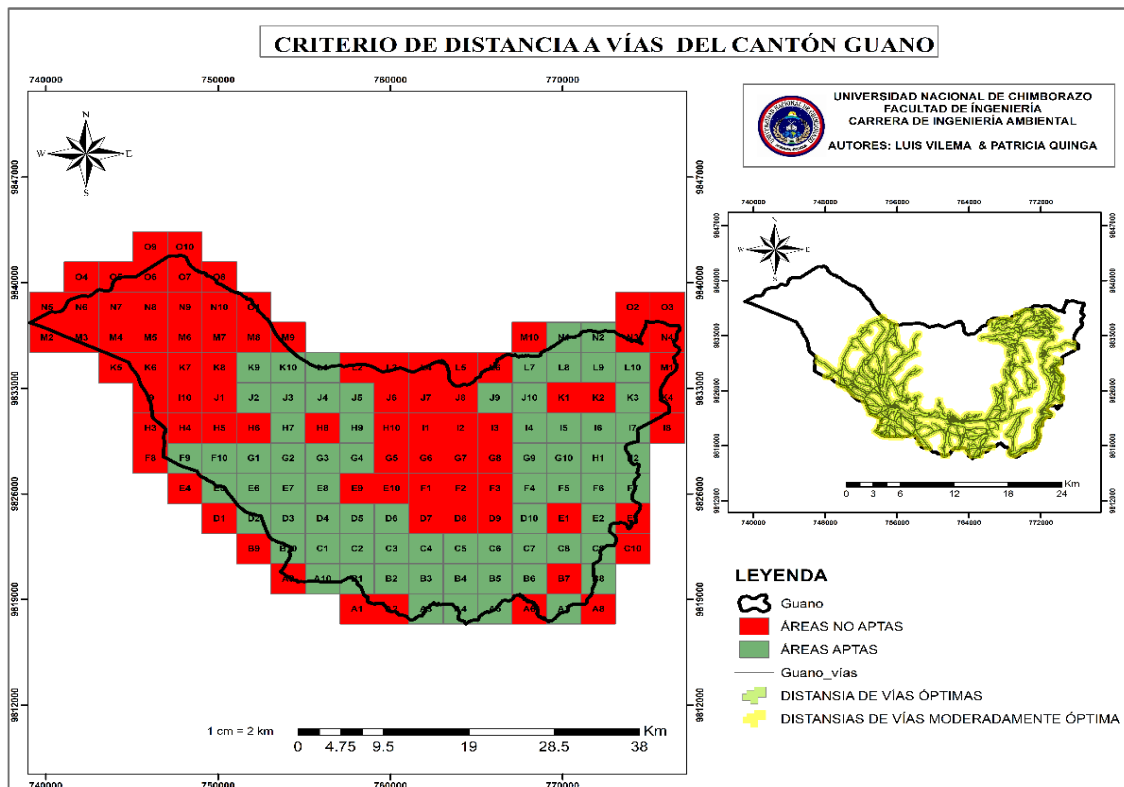
Anexo C

Mapa de Criterio de Distancia a Aeropuertos



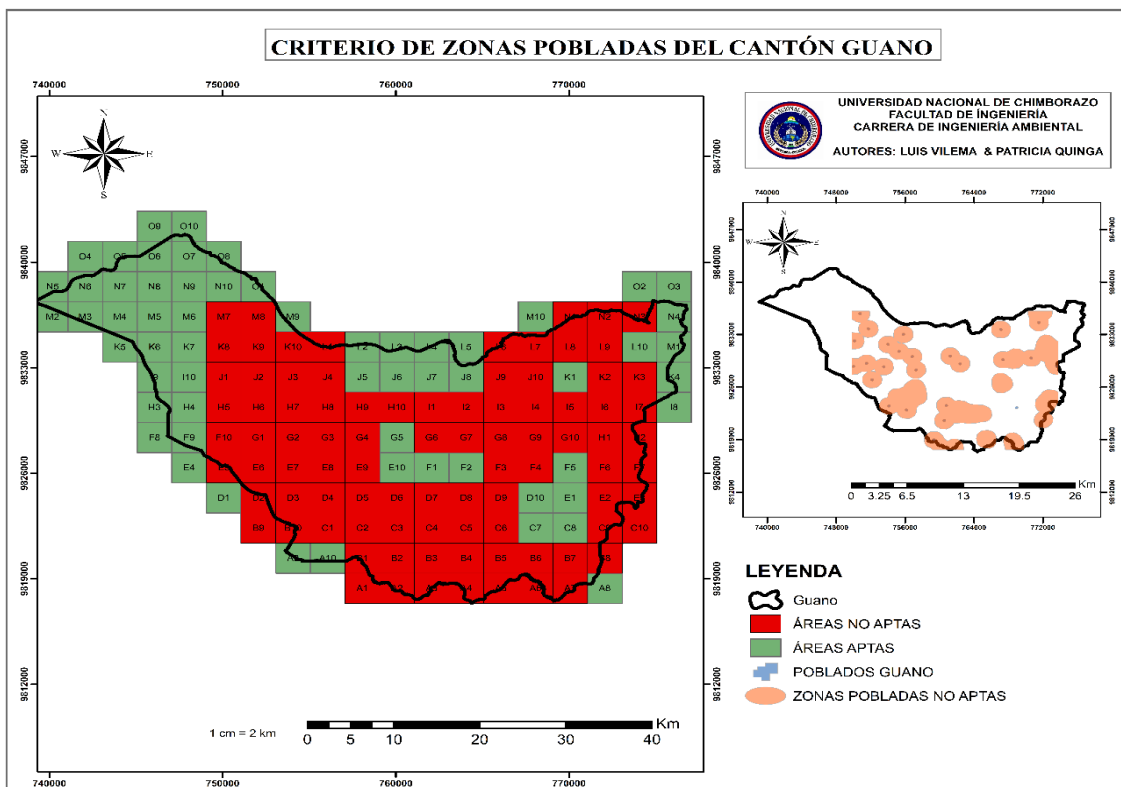
Anexo D

Mapa de Criterio de Vías



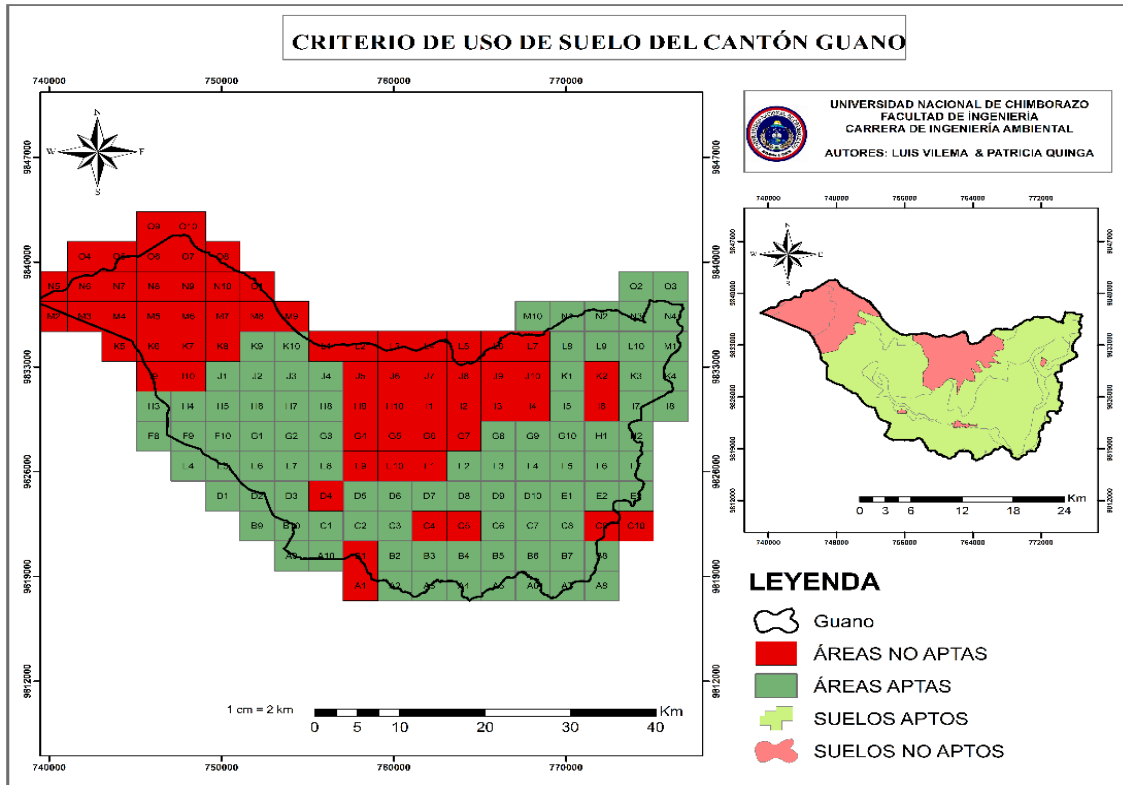
Anexo E

Mapa de Criterio de Distancia a Zonas Pobladas



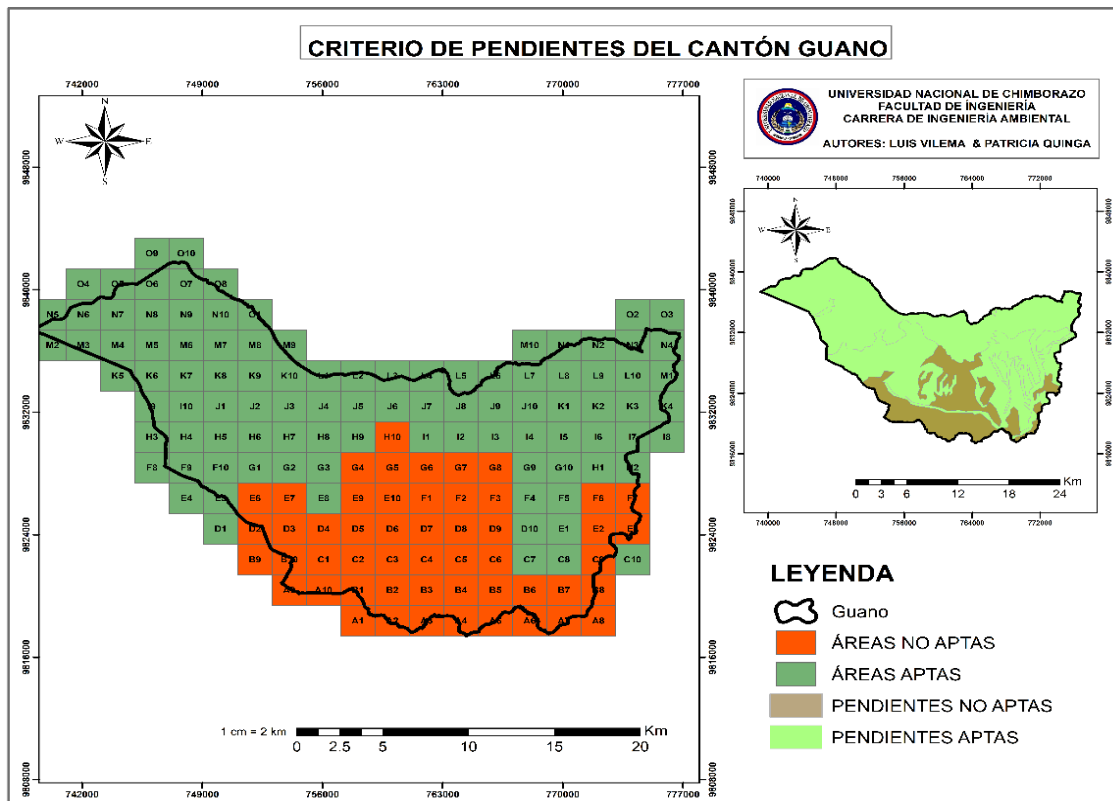
Anexo F

Mapa de Criterio de Uso y Ocupación del Suelo



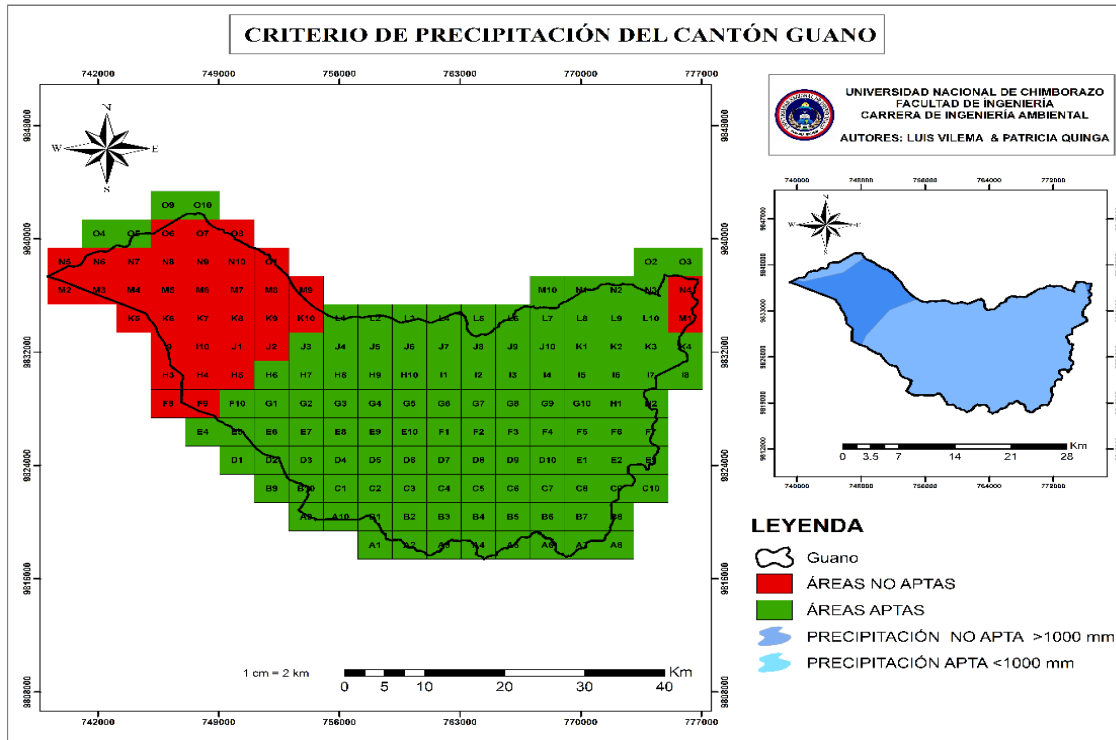
Anexo G

Mapa de Criterio de Pendiente



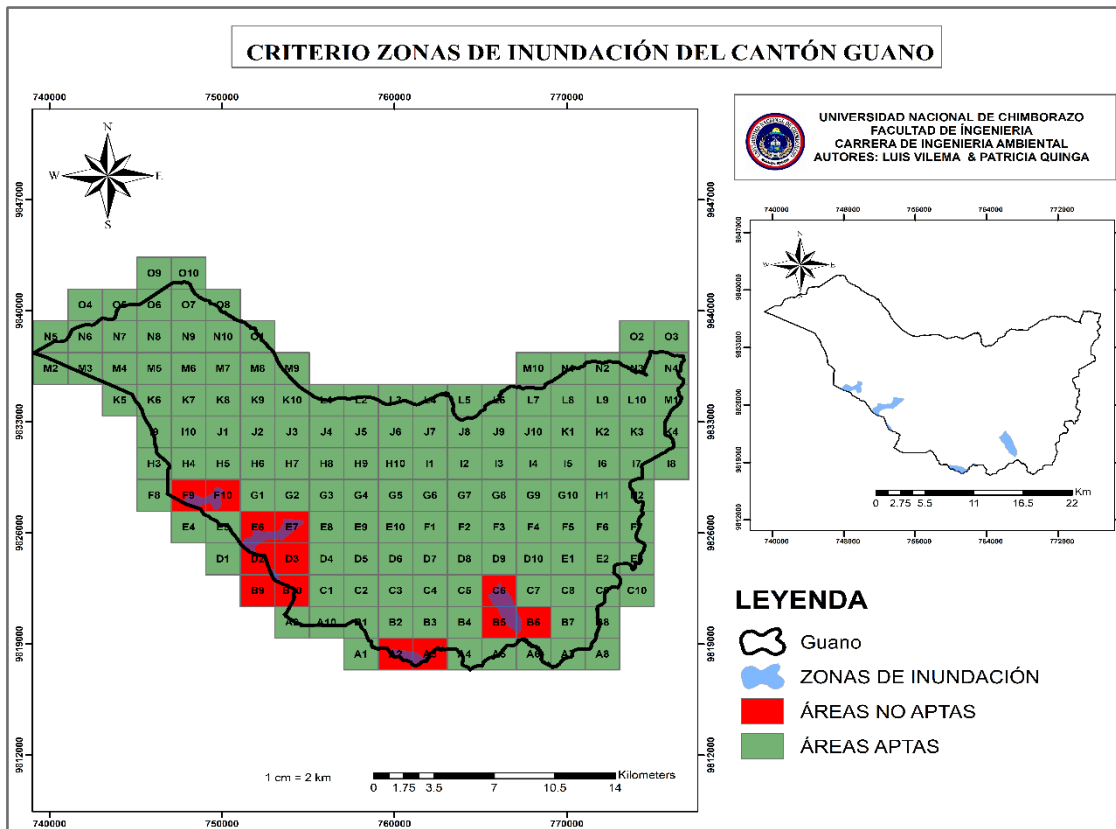
Anexo H

Mapa de Criterio de Precipitación



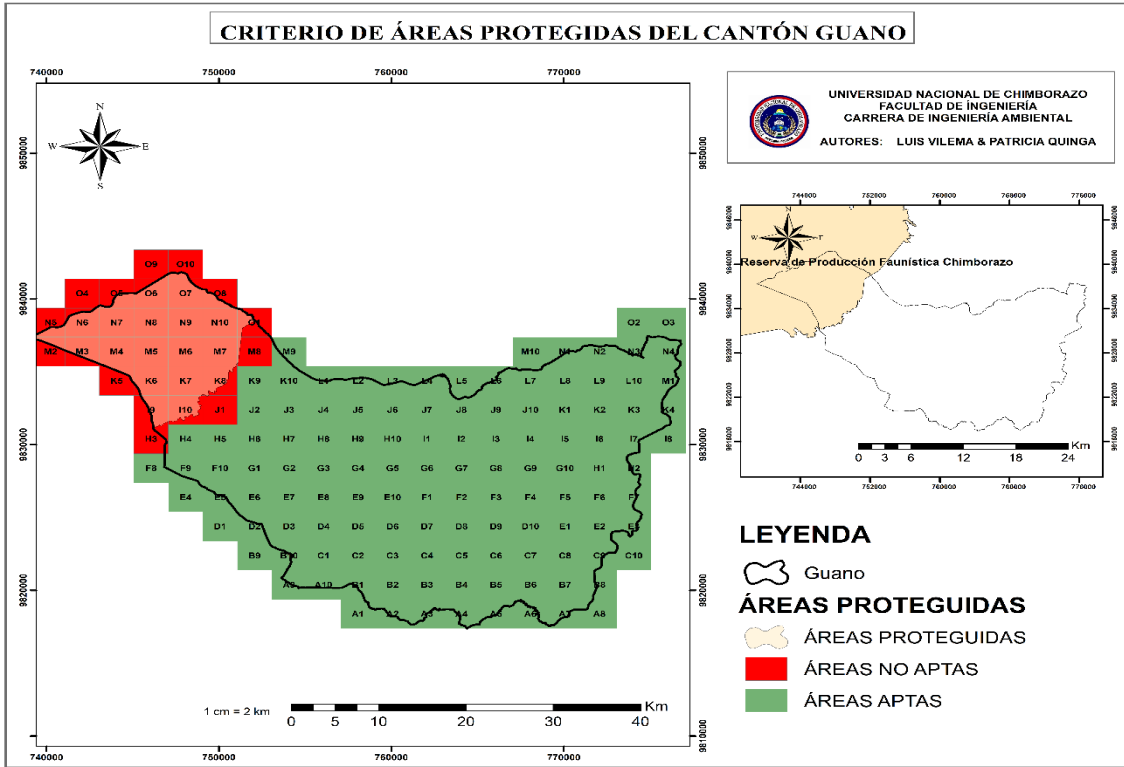
Anexo I

Mapa de Criterio de Precipitación



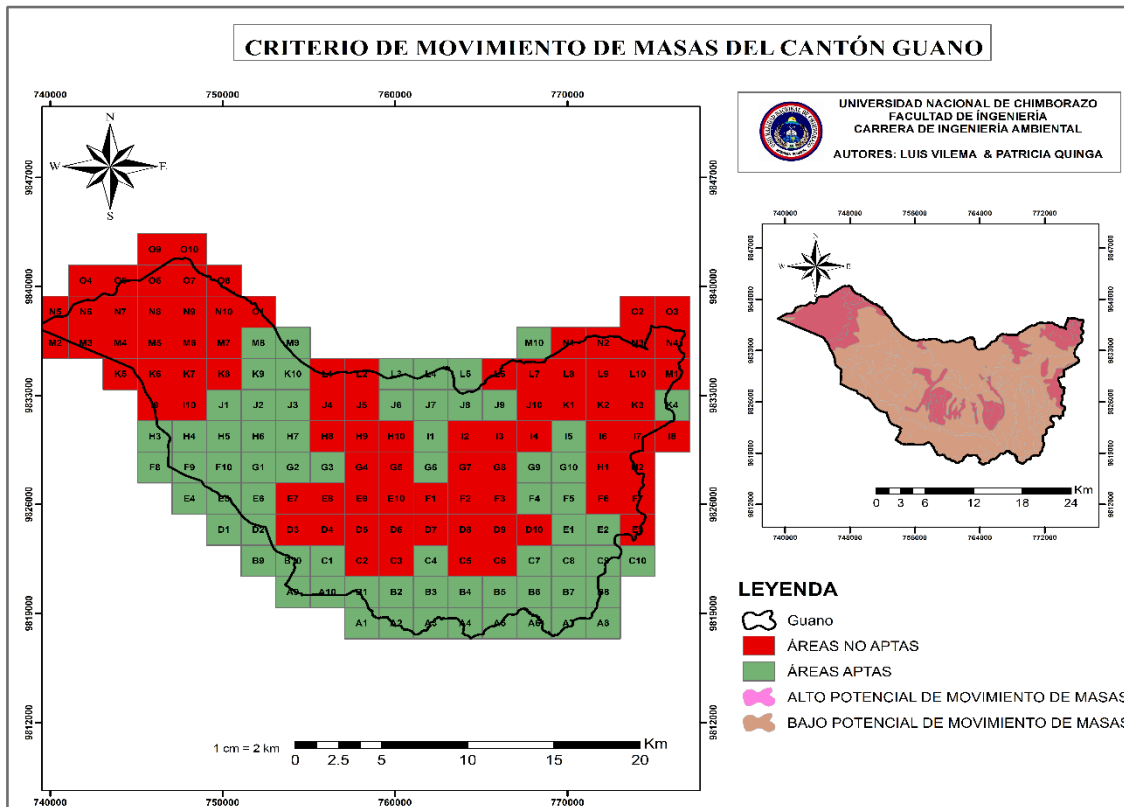
Anexo J

Mapa de Criterio de Áreas Protegidas



Anexo K

Mapa de Criterio de Movimiento de Masas



Anexo L

Encuesta Aplicada a la Población



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL



Objetivo: Determinar la aceptación de la comunidad respecto a la implementación de un relleno sanitario en el cantón Guano

ENCUESTA DIRIGIDA A LA COMUNIDAD

1. ¿Conoce usted cuál es la diferencia entre un relleno sanitario y un botadero de basura a cielo abierto?
SI NO
2. ¿Usted tiene conocimiento respecto al tratamiento y disposición final que se da a los residuos sólidos por parte del municipio del cantón Guano?
SI NO
3. ¿Usted conoce las actividades que realiza actualmente el municipio del cantón Guano para implementar un relleno sanitario?
SI NO
4. ¿Usted como morador del cantón Guano conoce cuales serían los beneficios que tendría el sector en caso de que se llegaría a construir un relleno sanitario?
SI NO
5. ¿Está usted de acuerdo que se construya un relleno sanitario en su sector ubicado a una distancia mayor a 500 metros?
SI NO

Anexo M

Encuesta aplicada a la población



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL



Objetivo: Determinar la aceptación de la comunidad respecto a la implementación de un relleno sanitario en el cantón Guano

ENCUESTA DIRIGIDA A LA COMUNIDAD

1. ¿Conoce usted cuál es la diferencia entre un relleno sanitario y un botadero de basura a cielo abierto?
SI NO
2. ¿Usted tiene conocimiento respecto al tratamiento y disposición final que se da a los residuos sólidos por parte del municipio del cantón Guano?
SI NO
3. ¿Usted conoce las actividades que realiza actualmente el municipio del cantón Guano para implementar un relleno sanitario?
SI NO
4. ¿Usted como morador del cantón Guano conoce cuales serían los beneficios que tendría el sector en caso de que se llegaría a construir un relleno sanitario?
SI NO
5. ¿Está usted de acuerdo que se construya un relleno sanitario en su sector ubicado a una distancia mayor a 500 metros?
SI NO

Anexo N

Aplicación de Encuesta a la Población



Anexo O

Aplicación de Encuesta a la Población



Anexo P

Vistas de Campo a la Zona Apta en la Comunidad San José de Chocón²



Anexo Q

Vistas de Campo a la Zona Apta en la Comunidad San José de Chocón con Acompañamiento Técnico



Anexo R

Vistas de Campo a la Zona Apta en la Comunidad San José de Chocón con Acompañamiento Técnico



Anexo S

Revisión de Información Primaria y Secundaria del Estudio de Impacto Ambiental para ubicar un relleno sanitario en el Cantón Guano



Anexo T

Revisión de Información Primaria y Secundaria del Estudio de Impacto Ambiental para ubicar un relleno sanitario en el Cantón Guano



Anexo U

Levantamiento de Coordenadas Geográficas en los Camiones Recolectores



Anexo V

Levantamiento de Coordenadas Geográficas hacia la Zona Apta C8



Anexo W

Base de Datos de las Codificación Sectorizadas con el Cumplimiento de los Criterios de Selección para Ubicar un Relleno Sanitario

Sectorización	Distancia a recursos hídricos	Distancia a aeropuertos	Distancia a vías	Distancia a la población más cercana	Uso y ocupación del suelo	Zonas de inundación	Pendiente	Precipitación	Áreas naturales protegidas	Movimientos de masa	Rechazo de la comunidad	Asentamientos humanos	Apto o no Apto	Porcentaje de Aceptación
A1	No	Si	No	No	No	Si	No	Si	Si	Si	No	No	No apto	40%
A10	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	No	No	No apto	70%
A2	No	Si	No	No	Si	No	No	Si	Si	Si	No	No	No apto	40%
A3	No	Si	Si	No	Si	No	No	Si	Si	Si	No	No	No apto	50%
A4	No	Si	Si	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	No	No	No apto	60%
A5	Si	Si	Si	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	No	No	No apto	70%
A6	No	Si	No	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	No	No	No apto	50%
A7	No	Si	Si	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	No	No	No apto	60%
A8	Si	Si	No	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	No	Si	No apto	80%
A9	No	Si	No	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	No	Si	No apto	70%
B1	No	Si	Si	No	No	Si	No	Si	Si	Si	No	No	No apto	50%

Sectorización	Distancia a recursos hídricos	Distancia a aeropuertos	Distancia a vías	Distancia a la población más cercana	Uso y ocupación del suelo	Zonas de inundación	Pendiente	Precipitación	Áreas naturales protegidas	Movimientos de masa	Rechazo de la comunidad	Asentamientos humanos	Apto o no Apto	Porcentaje de Aceptación
B10	No	Si	Si	No	Si	No	No	Si	Si	Si	No	No	No apto	50%
B2	Si	Si	Si	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	No	No	No apto	70%
B3	Si	Si	Si	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	No	No	No apto	70%
B4	No	Si	Si	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	No	No	No apto	60%
B5	No	Si	Si	No	Si	No	No	Si	Si	Si	No	No	No apto	50%
B6	No	Si	Si	No	Si	No	No	Si	Si	Si	No	No	No apto	50%
B7	Si	Si	No	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	No	Si	No apto	70%
B8	Si	Si	Si	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	No	Si	No apto	80%
B9	No	Si	No	No	Si	No	No	Si	Si	Si	No	No	No apto	40%
C1	No	Si	Si	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	No	No	No apto	60%
C10	No	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No apto	50%
C2	No	Si	Si	No	Si	Si	No	Si	Si	No	No	No	No apto	50%
C3	No	Si	Si	No	Si	Si	No	Si	Si	Np	No	No	No apto	50%

Sectorización	Distancia a recursos hídricos	Distancia a aeropuertos	Distancia a vías	Distancia a la población más cercana	Uso y ocupación del suelo	Zonas de inundación	Pendiente	Precipitación	Áreas naturales protegidas	Movimientos de masa	Rechazo de la comunidad	Asentamientos humanos	Apto o no Apto	Porcentaje de Aceptación
C4	No	Si	Si	No	No	Si	No	Si	Si	Si	No	No	No apto	50%
C5	No	Si	Si	No	No	Si	No	Si	Si	No	No	No	No apto	40%
C6	No	Si	Si	No	Si	No	No	Si	Si	No	No	No	No apto	40%
C7	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No apto	80%
C8	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Apto	100%
C9	No	Si	Si	No	No	Si	No	Si	Si	Si	No	Si	No apto	60%
D1	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No apto	80%
D10	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	No apto	80%
D2	No	Si	Si	No	Si	No	No	Si	Si	Si	No	No	No apto	50%
D3	No	Si	Si	No	Si	No	No	Si	Si	No	No	No	No apto	40%
D4	No	Si	Si	No	No	Si	No	Si	Si	No	No	No	No apto	40%
D5	No	Si	Si	No	Si	Si	No	Si	Si	No	No	No	No apto	50%
D6	No	Si	Si	No	Si	Si	No	Si	Si	No	No	No	No apto	50%
D7	No	Si	No	No	Si	Si	No	Si	Si	No	No	Si	No apto	50%

Sectorización	Distancia a recursos hídricos	Distancia a aeropuertos	Distancia a vías	Distancia a la población más cercana	Uso y ocupación del suelo	Zonas de inundación	Pendiente	Precipitación	Áreas naturales protegidas	Movimientos de masa	Rechazo de la comunidad	Asentamientos humanos	Apto o no Apto	Porcentaje de Aceptación
D8	No	Si	No	No	Si	Si	No	Si	Si	No	No	Si	No apto	50%
D9	No	Si	No	No	Si	Si	No	Si	Si	No	No	Si	No apto	50%
E1	No	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	No apto	80%
E10	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No	Si	No apto	50%
E2	No	Si	Si	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	No	No	No apto	60%
E3	No	Si	No	No	Si	Si	No	Si	Si	No	No	No	No apto	40%
E4	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	No apto	90%
E5	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No apto	70%
E6	No	Si	Si	No	Si	No	No	Si	Si	Si	No	No	No apto	50%
E7	No	Si	Si	No	Si	No	No	Si	Si	No	No	No	No apto	40%
E8	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No	No apto	60%
E9	No	Si	No	No	No	Si	No	Si	Si	No	No	No	No apto	30%
F1	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No	Si	No apto	50%

Sectorización	Distancia a recursos hídricos	Distancia a aeropuertos	Distancia a vías	Distancia a la población más cercana	Uso y ocupación del suelo	Zonas de inundación	Pendiente	Precipitación	Áreas naturales protegidas	Movimientos de masa	Rechazo de la comunidad	Asentamientos humanos	Apto o no Apto	Porcentaje de Aceptación
F10	No	Si	Si	No	Si	No	Si	Si	Si	Si	No	No	No apto	60%
F2	No	Si	No	Si	Si	Si	No	Si	Si	No	No	Si	No apto	60%
F3	No	Si	No	No	Si	Si	No	Si	Si	No	No	No	No apto	40%
F4	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No apto	70%
F5	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No apto	80%
F6	No	Si	Si	No	Si	Si	No	Si	Si	No	No	Si	No apto	60%
F7	No	Si	Si	No	Si	Si	No	Si	Si	No	No	No	No apto	50%
F8	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	No	No	No apto	70%
F9	No	Si	Si	Si	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No	No apto	60%
G1	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No apto	70%
G10	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No apto	70%
G2	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No apto	70%
G3	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No apto	70%

Sectorización	Distancia a recursos hídricos	Distancia a aeropuertos	Distancia a vías	Distancia a la población más cercana	Uso y ocupación del suelo	Zonas de inundación	Pendiente	Precipitación	Áreas naturales protegidas	Movimientos de masa	Rechazo de la comunidad	Asentamientos humanos	Apto o no Apto	Porcentaje de Aceptación
G4	No	Si	Si	No	No	Si	No	Si	Si	No	No	No	No apto	40%
G5	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No	Si	No apto	50%
G6	No	Si	No	No	No	Si	No	Si	Si	Si	No	No	No apto	40%
G7	No	Si	No	No	No	Si	No	Si	Si	No	No	Si	No apto	40%
G8	No	Si	No	No	Si	Si	No	Si	Si	No	No	No	No apto	40%
G9	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No apto	70%
H1	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	No apto	70%
H10	No	Si	No	No	No	Si	No	Si	Si	No	No	No	No apto	30%
H2	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No	No apto	60%
H3	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	No	Si	No apto	70%
H4	No	Si	No	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	No	Si	No apto	70%
H5	No	Si	No	No	Si	Si	Si	No	Si	Si	No	No	No apto	50%
H6	No	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No apto	60%

Sectorización	Distancia a recursos hídricos	Distancia a aeropuertos	Distancia a vías	Distancia a la población más cercana	Uso y ocupación del suelo	Zonas de inundación	Pendiente	Precipitación	Áreas naturales protegidas	Movimientos de masa	Rechazo de la comunidad	Asentamientos humanos	Apto o no Apto	Porcentaje de Aceptación
H7	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No apto	70%
H8	No	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No	No apto	50%
H9	No	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	No	No	No	No apto	50%
I1	No	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	No apto	60%
I10	No	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No	No	No	No	No apto	30%
I2	No	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	No apto	50%
I3	No	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	No apto	50%
I4	No	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	No	No	No	No apto	50%
I5	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No apto	70%
I6	No	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	No	No	No	No apto	50%
I7	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No	No apto	60%
I8	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No	No apto	70%
I9	No	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No	No	No	Si	No apto	40%

Sectorización	Distancia a recursos hídricos	Distancia a aeropuertos	Distancia a vías	Distancia a la población más cercana	Uso y ocupación del suelo	Zonas de inundación	Pendiente	Precipitación	Áreas naturales protegidas	Movimientos de masa	Rechazo de la comunidad	Asentamientos humanos	Apto o no Apto	Porcentaje de Aceptación
J1	No	Si	No	No	Si	Si	Si	No	No	Si	No	No	No apto	40%
J10	No	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	No	No	No	No apto	50%
J2	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	No	Si	Si	No	No	No apto	60%
J3	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No apto	70%
J4	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No	No apto	60%
J5	No	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	No apto	70%
J6	No	Si	No	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	No apto	70%
J7	No	Si	No	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	No apto	70%
J8	No	Si	No	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	No apto	70%
J9	No	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	No apto	70%
K1	No	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No	No apto	60%
K10	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	No	Si	Si	No	No	No apto	60%
K2	No	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	No	No	No	No apto	40%

Sectorización	Distancia a recursos hídricos	Distancia a aeropuertos	Distancia a vías	Distancia a la población más cercana	Uso y ocupación del suelo	Zonas de inundación	Pendiente	Precipitación	Áreas naturales protegidas	Movimientos de masa	Rechazo de la comunidad	Asentamientos humanos	Apto o no Apto	Porcentaje de Aceptación
K3	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No	No apto	60%
K4	No	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No apto	70%
K5	No	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No	No	No	Si	No apto	40%
K6	No	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No	No	No	Si	No apto	40%
K7	No	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No	No	No	Si	No apto	40%
K8	No	Si	No	No	No	Si	Si	No	No	No	No	No	No apto	20%
K9	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	No	Si	Si	No	No	No apto	60%
L1	No	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	No	No	No	No apto	50%
L10	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No	No apto	70%
L2	No	Si	No	Si	No	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	No apto	60%
L3	No	Si	No	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	No apto	70%
L4	No	Si	No	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	No apto	70%
L5	No	Si	No	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	No apto	70%

Sectorización	Distancia a recursos hídricos	Distancia a aeropuertos	Distancia a vías	Distancia a la población más cercana	Uso y ocupación del suelo	Zonas de inundación	Pendiente	Precipitación	Áreas naturales protegidas	Movimientos de masa	Rechazo de la comunidad	Asentamientos humanos	Apto o no Apto	Porcentaje de Aceptación
L6	No	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	No apto	50%
L7	No	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	No	No	No	No apto	50%
L8	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No	No apto	60%
L9	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No	No apto	60%
M1	No	Si	No	Si	Si	Si	Si	No	Si	No	No	No	No apto	50%
M10	No	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No apto	70%
M2	Si	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No	No	No	Si	No apto	50%
M3	Si	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No	No	No	Si	No apto	50%
M4	Si	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No	No	No	Si	No apto	50%
M5	No	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No	No	No	Si	No apto	40%
M6	No	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No	No	No	Si	No apto	40%
M7	No	Si	No	No	No	Si	Si	No	No	No	No	No	No apto	20%
M8	No	Si	No	No	No	Si	Si	No	No	Si	No	No	No apto	30%

Sectorización	Distancia a recursos hídricos	Distancia a aeropuertos	Distancia a vías	Distancia a la población más cercana	Uso y ocupación del suelo	Zonas de inundación	Pendiente	Precipitación	Áreas naturales protegidas	Movimientos de masa	Rechazo de la comunidad	Asentamientos humanos	Apto o no Apto	Porcentaje de Aceptación
M9	No	Si	No	Si	No	Si	Si	No	Si	Si	No	No	No apto	50%
N1	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No	No apto	60%
N10	No	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No	No	No	Si	No apto	40%
N2	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No	No apto	60%
N3	No	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	No apto	60%
N4	No	Si	No	Si	Si	Si	Si	No	Si	No	No	Si	No apto	60%
N5	Si	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No	No	No	Si	No apto	50%
N6	Si	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No	No	No	Si	No apto	50%
N7	Si	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No	No	No	Si	No apto	50%
N8	No	NO	No	Si	No	Si	Si	No	No	No	No	Si	No apto	30%
N9	No	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No	No	No	Si	No apto	40%
O1	No	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No	No	No	Si	No apto	40%
O10	No	Si	No	Si	No	Si	Si	Si	No	No	No	Si	No apto	50%

Sectorización	Distancia a recursos hídricos	Distancia a aeropuertos	Distancia a vías	Distancia a la población más cercana	Uso y ocupación del suelo	Zonas de inundación	Pendiente	Precipitación	Áreas naturales protegidas	Movimientos de masa	Rechazo de la comunidad	Asentamientos humanos	Apto o no Apto	Porcentaje de Aceptación
02	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	No apto	80%
03	No	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No	No apto	60%
04	Si	Si	No	Si	No	Si	Si	Si	No	No	No	Si	No apto	60%
05	Si	Si	No	Si	No	Si	Si	Si	No	No	No	Si	No apto	60%
06	No	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No	No	No	Si	No apto	40%
07	No	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No	No	No	Si	No apto	40%
08	No	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No	No	No	Si	No apto	40%
09	No	Si	No	Si	No	Si	Si	Si	No	No	No	Si	No apto	50%

Anexo X

Avalúo Catastral de los Predios Cercanos a la Zona Apta C8



**GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO
MUNICIPAL DEL CANTÓN GUANO
JEFATURA DE AVALUOS Y CATASTROS**



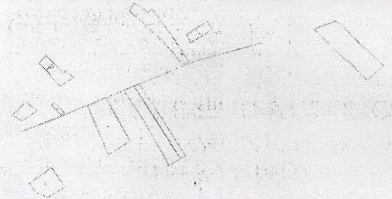
OFICIO N° 508-DGP- AVALUOS Y CATASTROS-2021

Guano, 12 de octubre de 2021

**Sr.
Luis David Vilema Quinilin**
Presente. -

De mi consideración:

En atención a su solicitud de fecha Guano, 12 de octubre del 2021 donde solicitan el avalúo catastral de los predios cercanos a las coordenadas adjuntas; cabe mencionar que el GAD MUNICIPAL se encuentra en actualización catastral, por tanto, se adjuntan los avalúos de los predios que tenemos al momento catastrados.



VALORES REFERENCIALES		
CLAVE CATASTRAL	AREA (M2)	VALOR M2
060702510108483000	2178	1,27
060702510107585000	506	2,45
060702510107403000	5633	1,14
060702510104693000	11352	1,07
060702510108969000	3866	1,21
060702510107877000	8281	1,14
060702510108588000	2286	1,31
060702510105335000	14717	1,07
060702510101759000	9550	0,74
060702510101765000	4775	1,21

Por tal razón comunico para los fines pertinentes.

Atentamente;

Ing. Iván Lara Logroño.
JEFE DE AVALÚOS Y CATASTROS