



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL CANTÓN BIBLIÁN,
PROVINCIA DEL CAÑAR Y PROPUESTA DE RELLENO SANITARIO

Trabajo de titulación previo a la obtención
del título de Ingeniero Ambiental

AUTORES: GEOVANNY LEONARDO ANGAMARCA QUINDE
RICHAR PAÚL SANTANDER CÁRDENAS
TUTOR: ING. JUAN EDUARDO CARPIO SACOTO

Cuenca - Ecuador
2022

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Geovanny Leonardo Angamarca Quinde con documento de identificación N° 0105187322 y Richar Paúl Santander Cárdenas con documento de identificación N° 0302628599; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 18 de julio del 2022

Atentamente,



Geovanny Leonardo Angamarca Quinde

0105187322



Richar Paúl Santander Cárdenas

0302628599

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Geovanny Leonardo Angamarca Quinde con documento de identificación N° 0105187322 y Richar Paúl Santander Cárdenas con documento de identificación N° 0302628599, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Trabajo Experimental: “Caracterización de residuos sólidos del cantón Biblián, provincia del Cañar y propuesta de relleno sanitario”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Ambiental, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 18 de julio del 2022

Atentamente,

Geovanny Leonardo Angamarca Quinde

0105187322

Richar Paúl Santander Cárdenas

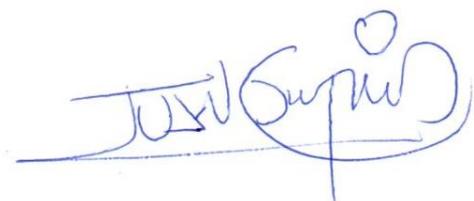
0302628599

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Juan Eduardo Carpio Sacoto con documento de identificación N° 0102185568, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL CANTÓN BIBLIÁN, PROVINCIA DEL CAÑAR Y PROPUESTA DE RELLENO SANITARIO**, realizado por Geovanny Leonardo Angamarca Quinde con documento de identificación N° 0105187322 y por Richar Paúl Santander Cárdenas con documento de identificación N° 0302628599, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Trabajo Experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 18 de julio de 2022

Atentamente,



Ing. Juan Eduardo Carpio Sacoto

0102185568

DEDICATORIA

Este trabajo primeramente se lo dedico a Dios por haberme dado salud, fuerzas y sabiduría para culminar con esta etapa importante de mi vida.

A mis padres Luis y María por el apoyo incondicional desde el primer momento, por sus palabras de aliento, por estar siempre presente, gracias por guiarme y apoyarme en todo este proceso, son y serán mi ejemplo y el motor de mi vida para salir adelante.

A mi hermana, sobrinos, primos, tías y abuelitos por siempre estar ahí cuando más los necesitaba, por apoyarme en todo momento por siempre decirme si se puede, los llevo siempre en mi corazón

Finalmente, a mis amigos y compañeros que formaron parte del proceso y que de una u otra manera me han apoyado a cumplir con este objetivo, gracias.

Richar Santander.

DEDICATORIA

La presente dedicatoria va dirigida principalmente a mi padre Leonardo el que con su esfuerzo ha hecho posible que todos mis sueños se vayan cumpliendo en el transcurso de mi vida cotidiana y académica a pesar de las adversidades de mi pasado, con su apoyo incondicional y moral, le estoy agradecido infinitamente.

A mi madre Mercedes, aunque no estés presente físicamente, te dedico esta tesis con todo el corazón y consciencia. Agradeciéndote por las enseñanzas, virtudes, afecto emocional, moral y apoyo incondicional, te doy gracias eternas.

Hermano Franklin te dedico esta tesis porque has sido un pilar fundamental no solamente en el desarrollo de mis capacidades como ser humano, sino que me has enseñado a ser más humilde, sincero con los demás y a mejorar cada día en muchos aspectos.

A mi tutor, Ing. Juan Carpio. Le dedico esta tesis y agradezco por el tiempo invertido, paciencia y las enseñanzas que han ayudado a que este proyecto sea posible y por todo el conocimiento adquirido durante esta etapa.

Geovanny Angamarca

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecemos a Dios por permitirnos culminar esta etapa y ser un guía en nuestro camino académico.

En segundo lugar, a nuestros familiares que han sido un apoyo importante y un pilar fundamental en la motivación de nuestros estudios

Finalmente, a los docentes por sus enseñanzas impartidas día a día, de manera especial a nuestro tutor, Ing. Juan Carpio. por el tiempo invertido, paciencia y las enseñanzas que han ayudado a que este proyecto sea posible y por todo el conocimiento adquirido durante esta etapa.

RESUMEN

En el presente trabajo inicialmente se evalúa la situación actual de los residuos generados en el cantón Biblián, se realiza una caracterización de los residuos sólidos municipales y finalmente se presenta un pre diseño de relleno sanitario para la disposición final de los residuos.

Para el estudio de la caracterización se utilizó la Guía metodológica recomendada por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) “Procedimientos Estadísticos para los Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos”, el tamaño de la muestra fue de 94 viviendas repartidas en las 5 parroquias del cantón Biblián, y la caracterización no domiciliaria un total de 61 muestras de esta manera se procedió a calcular la generación per cápita, densidad y tipos de residuos domiciliarios que se producen.

Para el pre diseño del relleno sanitario se utilizó la Guía para el diseño, construcción y operación de relleno sanitarios manuales” (Jaramillo, 2002), se utilizara el método de zanjas o trincheras y se planteó un tratamiento para los lixiviados. El trabajo consta con tres etapas: análisis de la situación actual de los residuos sólidos en el cantón Biblián, caracterización de los residuos sólidos y el pre diseño del relleno sanitario para la disposición final los desechos.

ABSTRACT

In the present work, the current situation of the waste generated in the Biblián canton is initially evaluated, and a characterization of the municipal solid waste is carried out and finally a pre-design of a sanitary landfill is presented for the final disposal of the waste.

For the characterization study, the methodological guide recommended by the Pan American Center for Sanitary Engineering and Environmental Sciences (CEPIS) "Statistical Procedures for Solid Waste Characterization Studies" was used, the sample size was 94 homes distributed in the 5 parishes of the Biblián canton, in this way we proceeded to calculate the generation per capita, density and types of household waste produced.

For the pre-design of the sanitary landfill, the Guide for the design, construction and operation of manual sanitary landfills was used" (Jaramillo, 2002), the method of ditches or trenches was used and a treatment for leachates was proposed. The work has three stages: analysis of the current situation of solid waste in the Biblián canton, characterization of solid waste and pre-design of the sanitary landfill for the final disposal of waste.

TABLA DE CONTENIDO

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	II
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	III
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	IV
CAPITULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Formulación del problema	4
1.2.1. Problema General	4
1.2.2. Problema Específicos	4
1.3. Justificación	4
1.4. OBJETIVOS	5
1.4.1. OBJETIVOS GENERAL	5
1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	5
1.5. Alcance	5
1.6. Limitaciones.....	6
1.7. Delimitación Fronteriza.	6
CAPITULO II.....	8
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Antecedentes.....	8
2.2. Aspectos de la generación de residuos	9
2.3. Propiedades de los residuos sólidos.....	11
2.4. Gestión de los residuos solidos	12
2.4.1. Relleno Sanitario	13
2.4.2. Selección del método de relleno.....	15
2.5. Consideraciones preliminares para la ubicación de los rellenos sanitarios	16
2.6. Parámetros para el diseño del relleno Sanitario	17
2.7. Definiciones de términos básicos.....	19
CAPITULO III	20
3. MARCO LEGAL	20
3.1. Constitución de la República del Ecuador	20
3.2. Reglamento al Código Orgánico del Ambiente	21

3.3.	Ley de Salud	22
3.4.	Ordenanza municipal	22
CAPITULO IV		23
4.	METODOLOGÍA	23
4.1.	Diagnóstico del estado actual del manejo de los residuos sólidos en el cantón Biblián.....	23
4.2.	Caracterización domiciliaria y no domiciliaria.....	24
4.2.1.	Cálculo del número viviendas actuales	24
4.2.2.	Cálculo del número de muestras domiciliarias.....	25
4.2.3.	Materiales a utilizar	29
4.2.4.	Socialización del proyecto.....	30
4.2.5.	Recolección de las muestras	30
4.2.6.	Determinación de parámetros.....	31
4.3.	Pre diseño para el relleno sanitario	34
4.3.1.	Parámetros de diseño	34
4.3.2.	Aplicar una metodología para evaluación de posibles sitios para la ubicación de un relleno sanitario.....	35
4.3.3.	Dimensionamiento.....	35
CAPITULO V		36
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
5.1.	RESULTADO DE LA EVALUACIÓN DEL DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CANTÓN BIBLIÁN	36
5.2.	RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DEL CANTÓN BIBLIÁN	45
5.2.1.	Generación per cápita de los residuos domiciliarios	45
5.2.2.	Generación per cápita de los residuos no domiciliarios	46
5.2.3.	Generación per cápita de los residuos domiciliarios y no domiciliarios ..	48
5.2.4.	Generación total diaria de los residuos.....	49
5.2.5.	Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios.....	49
5.2.6.	Caracterización de residuos no domiciliarios.....	52
5.2.7.	Densidad de los residuos solidos	54
5.3.	RESULTADOS DEL PRE DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO	55
5.3.1.	Parámetros de diseño	55
5.3.1.1.	Proyección per cápita de los residuos sólidos.....	55
5.3.1.2.	Cobertura de servicio	55

5.3.1.3.	Proyección total de residuos sólidos	55
5.3.1.4.	Proyección de los residuos sólidos no domiciliarios diarios.....	56
5.3.4.5.	Generación Total de los residuos sólidos municipales anuales.....	57
5.3.4.6.	Cálculo Del Volumen Necesario Para El Relleno Sanitario	58
	Volumen diario de los residuos sólidos.....	58
5.3.4.7.	Cálculo Del Área Requerida	62
5.3.5.	Resultados de la evaluación de posibles sitios para el relleno sanitario... 63	
5.3.5.1.	Estudio referencial del entorno del cantón Biblián	64
5.3.6.	Descripción de los sitios alternativos	71
5.3.6.1.	Descripción alternativa/opción 1.....	72
5.3.6.2.	Descripción alternativa/opción 2.....	74
5.3.6.3.	Descripción alternativa/opción 3.....	75
5.3.7.	Evaluación de los posibles sitios	77
5.3.8.	Dimensionamiento.....	86
5.3.8.1.	Cálculos de la zanja.....	86
5.3.8.2.	Cálculo de la celda diaria	90
5.3.9.	Generación de lixiviados	94
5.3.10.	Obras complementarias.....	104
CAPITULO VI.....		105
6.1.	CONCLUSIONES	105
6.2.	RECOMENDACIONES.....	106
BIBLIOGRAFIA		107

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Delimitación Fronteriza del cantón Biblián	7
Ilustración 2. Punto de muestreo de los residuos sólidos en el Cantón Biblián	27
Ilustración 3. Socialización en las zonas de estudio	30
Ilustración 4. Recolección de las muestras	31
Ilustración 5. Procedimiento para el método de cuarteo.	33
Ilustración 6. Generación per cápita de residuos no domiciliarios	47
Ilustración 7. Valores en Base al tipo de residuo sólido.	50
Ilustración 8. Valore porcentual promedio de residuos	52
Ilustración 9. Valores porcentuales promedio de la caracterización no domiciliaria.	54
Ilustración 10. Mapa del cantón Biblián	64
Ilustración 11. Mapa de pendientes del cantón Biblián.	66
Ilustración 12. Mapa de la hidrología del cantón Biblián	66
Ilustración 13. Mapa de Isotermas del cantón Biblián.	67
Ilustración 14. Mapa de Isoyetas del cantón Biblián.	67
Ilustración 15. Mapa de Permeabilidad- Hidrogeología	68
Ilustración 16. Mapa de centros poblados.	69
Ilustración 17. Mapa de texturas del suelo.	69
Ilustración 18. Mapa de senderos y vías.	70
Ilustración 19. Mapa de uso de suelos.	71
Ilustración 20. Sitios alternativos para la ubicación.	71
Ilustración 21. Sitio alternativo 1.	72
Ilustración 22. Sitio alternativo 2.	74
Ilustración 23. Sitio Alternativo 3.	75
Ilustración 24. Dimensiones de la tubería para los lixiviados	96
Ilustración 25. Pozo de Almacenamiento	98
Ilustración 26. Tanque séptico	99
Ilustración 27. Tanque séptico con tratamiento de precipitación química.	100
Ilustración 28 Esquema de un humedal de flujo superficial.	102
Ilustración 29. Dimensionamiento del humedal.	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla2.	Tipos de residuos y sus fuentes	10
Tabla3.	Factores a tener en cuenta para la selección del sitio.....	17
Tabla4.	Número de muestras distribuidas por parroquias.....	27
Tabla5.	Registro de pesos diarios y generación per cápita.....	28
Tabla6.	Registro de composición de residuos sólidos.....	28
Tabla7.	Materiales utilizados para la caracterización y equipos de protección personal.	29
Tabla8.	Clasificación de los residuos sólidos.....	33
Tabla9.	Número de personas por hogar.....	36
Tabla10.	Resultados Pregunta No 2.	37
Tabla11.	Resultados Pregunta No 3.	38
Tabla12.	Resultado Pregunta No 4.	39
Tabla13.	Resultados Pregunta No 5.	40
Tabla14.	Resultados Pregunta No 6.	41
Tabla15.	Resultados Pregunta No 7.	42
Tabla16.	Resultados Pregunta No 8.	43
Tabla17.	Resultado Pregunta No. 9.	44
Tabla18.	Generación per cápita por parroquia.	45
Tabla19.	Generación per cápita de los residuos no domiciliarios	46
Tabla20.	Resultados de la PPC de los residuos domiciliarios y no domiciliarios...	48
Tabla21.	Valores porcentuales del proceso de caracterización por parroquia.....	49
Tabla22.	Caracterización de residuos no domiciliarios	52
Tabla23.	Resultado de la densidad promedio de los residuos domiciliarios.	54
Tabla24.	Resultados de la generación total de residuos sólidos municipales.....	57
Tabla25.	Resultados del volumen necesario para el diseño del relleno sanitario....	61

Tabla26.	Resultado del área total para el relleno sanitario.....	62
Tabla27.	Coordenadas centrales de los sitios alternativos.....	72
Tabla28.	Coordenadas poligonales sitio alternativo 1.....	72
Tabla29.	Coordenadas poligonales sitio alternativo 3.....	76
Tabla30.	Factores y Parámetros Opción 1.....	77
Tabla31.	Factores y Parámetros Opción 2.....	80
Tabla32.	Factores y Parámetros Opción 3.....	83
Tabla33.	Resultados de Ponderación.....	86
Tabla34.	Datos del cálculo de la zanja.....	89
Tabla35.	Resultados de la celda diaria.....	92

ÍNDICE DE GRAFICOS

Grafico1.	Resultados pregunta No. 1.....	36
Grafico2.	Resultados Pregunta No 2.	37
Grafico3.	Resultado Pregunta No 3.	38
Grafico4.	Resultados Pregunta No 4.	39
Grafico5.	Resultados Pregunta No 5.	40
Grafico6.	Resultados Pregunta No 6.....	41
Grafico7.	Resultados Pregunta No 7.	42
Grafico8.	Resultados Pregunta No 8.	43
Grafico9.	Resultados Pregunta No 9.	44

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

En Ecuador, según las proyecciones de población del INEC para el 2019, con base en el último censo del 2010, los datos muestran que el 64% de la población vive en zonas urbanas. mientras que el 36% se ubican en zonas rurales. Como resultado, estas cifras muestran que el 58% de los hogares cuentan con un servicio de recolección de basura, lo que demuestra una falta de enfoque ante la importancia del manejo y disposición de los residuos sólidos.(Ministerio del Ambiente, 2021).

Los residuos sólidos pueden llegar a ser un problema para la ciudadanía y para la salud humana en el caso que estos no sean dispuestos y gestionados adecuadamente por parte de una entidad encargada ya sea gubernamental o privada. Teniendo en cuenta esto se sabe que los gases contaminantes de los residuos sólidos generados en el ambiente al estar dispuestos por largos periodos de tiempo pueden generar algunos factores de riesgo para la contaminación del lugar ya sean en agua, suelo, aire. Debido a la cantidad de gases generados se pueden ver un efecto en la destrucción de la ozonosfera, la disminución de la biodiversidad, también la generación de plásticos puede aportar a la invasión del territorio de alguna especie marítima o de agua dulce y por ende causar varias muertes logrando así desequilibrar dichos ecosistemas.

Para buscar medidas ante las problemáticas generadas por los gases de efecto invernadero, lo cual implica a los generados por los residuos sólidos en general, se crearon algunos acuerdos internacionales con el objetivo de buscar soluciones ante las problemáticas ambientales. En el año 2016 el Ecuador decidió formar parte del Acuerdo de París que busca la reducción de emisión de los gases de efecto invernadero (GEI), siendo nuestro país el generador del 0,15 % en comparación a escala mundial.(García, 2019)

“La medida más común para la disposición de grandes cantidades de residuos sólidos

comúnmente conocidos como basura son los rellenos sanitarios”. El relleno sanitario permite aplicar técnicas para disponer las cantidades enormes de basura en un suelo con las características adecuadas, ya sea, en grandes ciudades como en pequeños municipios y se debe buscar causar el menor daño posible al medio ambiente circundante y también a la seguridad de las personas o comunidades aledañas mediante las técnicas ingenieriles aplicadas

La metodología que se aplica en un relleno sanitario es de base de la ingeniería, buscando disponer la basura en la menor área posible mediante la reducción del volumen de la basura y el cubrimiento de la misma con una capa de tierra. La unidad de recolección de basura está dividida en varios compartimentos, en los cuales se almacenan, nivelan y compactan los residuos sólidos, que al final del día serán cubiertos con tierra inerte. Dentro del relleno sanitario se encuentran ciertos subproductos que son generados por la digestión anaerobia de los desechos dispuestos en las celdas, donde tenemos el biogás y el más común son los lixiviados, ya que su nivel de generación depende de muchos factores como el clima y la más importante; la precipitación. Por eso se debe disponer de un tratamiento final para los subproductos generados para que estos no generen efectos adversos alrededor del relleno sanitario ni al medio ambiente circundante.

1.1.Planteamiento del problema

El manejo y la gestión final de los residuos sólidos se ha convertido en uno de los mayores retos ambientales, económicos y sociales en el mundo actual, debido a que la cantidad de residuos aumenta a un ritmo más acelerado que el número de habitante; la gestión y el manejo de residuos municipales es una situación grave tanto en áreas urbanas como rurales de algunos países latinoamericanos. La mayor parte de estos residuos se vierten en vertederos, a orillas de los ríos, que da origen a la polución ambiental, y amenazando la salud pública.

En el aspecto nacional, según datos suministrados por el Programa Nacional de Gestión Integral de Desechos Sólidos determinaron (Ministerio del Ambiente, 2021) que el servicio de recolección de residuos sólidos tiene una cobertura nacional promedio de 84,2% en las áreas urbanas y 54,1% en las áreas rurales, y en el Ecuador solo el 28% de residuos se dispone en rellenos sanitarios, mientras el 72% se dispone en botaderos a cielo abierto.

El principal inconveniente que se presenta en el Cantón Biblián es la falta de estudios, medidas técnicas e infraestructura para la gestión de los residuos sólidos, a pesar que en la actualidad el servicio de recolección de los residuos generados por la población del cantón está al mando de la Empresa Municipal Mancomunada de Aseo Integral del Pueblo Cañarí EMMAIPC EP, la cual dispone finalmente estos residuos en el relleno sanitario de Yurak Kasha que se encuentra en la ciudad de Cañar, se presenta problemas para la recogida de basura ya que se da de una manera poco tecnificada y reducida planificación estratégica generando que el costo de dichas operaciones sea mucho más elevado lo que implica mayores costos de pago al GAD Municipal del Cantón Biblián .

Las parroquias aledañas al cantón Biblián, que son Nazón, Turupamba, San Francisco de Sageo y Jerusalén son sectores con un menor servicio de recolección lo cual generan más botaderos de basura y un aumento en el índice de contaminación de los cuerpos de agua, suelo y aire; estas zonas que representa el 70% total de la superficie presentan una recolección precaria de los residuos ya que este proceso se realiza una sola vez a la semana o cada 15 días, produciendo esto un amontonamiento de residuos en los hogares, residuos en la orilla del río o en otro caso la población procede a quemar la basura generando una contaminación al aire y suelo.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿La caracterización de los residuos municipales y el pre diseño del relleno sanitario contribuirá a mejorar la gestión de los residuos en el cantón Biblián?

1.2.2. Problema Específicos

¿Cuál es la situación actual de los residuos sólidos municipales en el Cantón Biblián?

¿Dónde debería ser el sitio adecuado para la ubicación de la infraestructura del relleno sanitario del Cantón Biblián?

¿Qué tipo de relleno sanitario es el adecuado para el cantón Biblián y cuál será el área, volumen y vida útil?

1.3. Justificación

Según datos del (INEC, 2014) en el Ecuador, 183 Municipios gestionan sus residuos sólidos a través de unidades o departamentos del GAD, 22 mediante Empresas Públicas Mancomunadas, que son aquellas empresas donde intervienen dos o más municipalidades, 10 con Empresas Públicas y 5 en mancomunidad.

El proceso de desarrollo urbano significa crecimiento de la población, cambios en los hábitos de consumo y aumento de los salarios. Estos son los principales factores que explican la mayor generación de residuos sólidos urbanos tal es el caso del Cantón Biblián que a pesar que forma parte de la Empresa Mancomunada del Pueblo Cañarí (EMMAIPC-EP) desde el 2010, viene acarreado problemas con los residuos generados y su disposición final.

Según datos del (PDOTCB, 2014) tan solo el 46% de las viviendas eliminan la basura a través del carro recolector, el 43% de las personas proceden a quemar la basura, el 4% lo depositan en un terreno baldío o en una quebrada, el 4,2% lo entierra, y los demás lo botan a un río o le dan otra disposición final, según las autoridades del cantón esto se debe a

que la recolección solo se realiza dos veces a la semana en el sector urbano y cabecera cantonal y cada 15 a 21 días en el sector rural, trayendo problemas de contaminación del aire y fuentes de agua.

Debido a la problemática mencionada y junto al GAD Municipal del Cantón Biblián a nacido el interés de realizar el proyecto de caracterización de los residuos sólidos y una el planteo de una infraestructura para la disposición de los residuos, como alternativa para la disposición final y manejo de residuo sólidos producidos en el Cantón Biblián, evitando así problemas ambientales y de salud a las personas de los sectores.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVOS GENERAL

- Caracterizar y cuantificar los residuos sólidos producidos por la población del cantón Biblián y propuesta de la implantación de un relleno sanitario.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diagnosticar la situación actual del manejo de los residuos sólidos en el cantón Biblián.
- Determinar la cantidad y clasificación de residuos sólidos mediante la caracterización domiciliaria y no domiciliaria.
- Aplicar una metodología para evaluación de posibles sitios para la ubicación de un relleno sanitario.
- Plantear una propuesta de pre diseño para el relleno sanitario.

1.5. Alcance

Se analizará el estado actual de los residuos sólidos del cantón Biblián, además la caracterización de la basura en el cantón y finalmente un pre diseño de los componentes de un relleno sanitario mediante estudios básicos.

1.6.Limitaciones

El desarrollo del estudio de un proyecto de diseño de un relleno sanitario requiere de estudios de ingeniería muy compleja, por lo que el proyecto se limita tanto por la situación económica, el tiempo y el apoyo de las entidades gubernamentales.

1.7.Delimitación Fronteriza.

El cantón Biblián ubicado en la provincia del Cañar, está delimitado al norte con la ciudad de Cañar, al sur con Deleg y provincia del Azuay, al este con Cañar y al oeste con las ciudades de Azogues y Cañar. Tomando en cuenta el casco urbano, políticamente se reconoce a Biblián como parroquia la misma que se encuentra rodeado por 4 parroquias aledañas que se componen al noroeste con Jerusalén y Nazón, al sureste con la parroquia San Fransisco de Sageo y al suroeste con la parroquia Turupamba. El cantón Biblián en

su gran extensión cubre 232 km² de área, con una altitud de 2600 m.s.n.m - 3800 m.s.n.m y con una ubicación geográfica presentada en la siguiente tabla:

Tabla1. Ubicación geográfica del cantón Biblián.

	<i>Latitud Sur</i>	<i>Longitud Oeste</i>
<i>Norte</i>	2°35 36	78°54 98
<i>Sur</i>	2°44 39	78°54 21
<i>Este</i>	2°39 23	78°52 33
<i>Oeste</i>	2°42 43	79°05 34

Fuente: SEMPLADES

En la siguiente grafica se visualiza muestra la delimitación fronteriza para el cantón Biblián

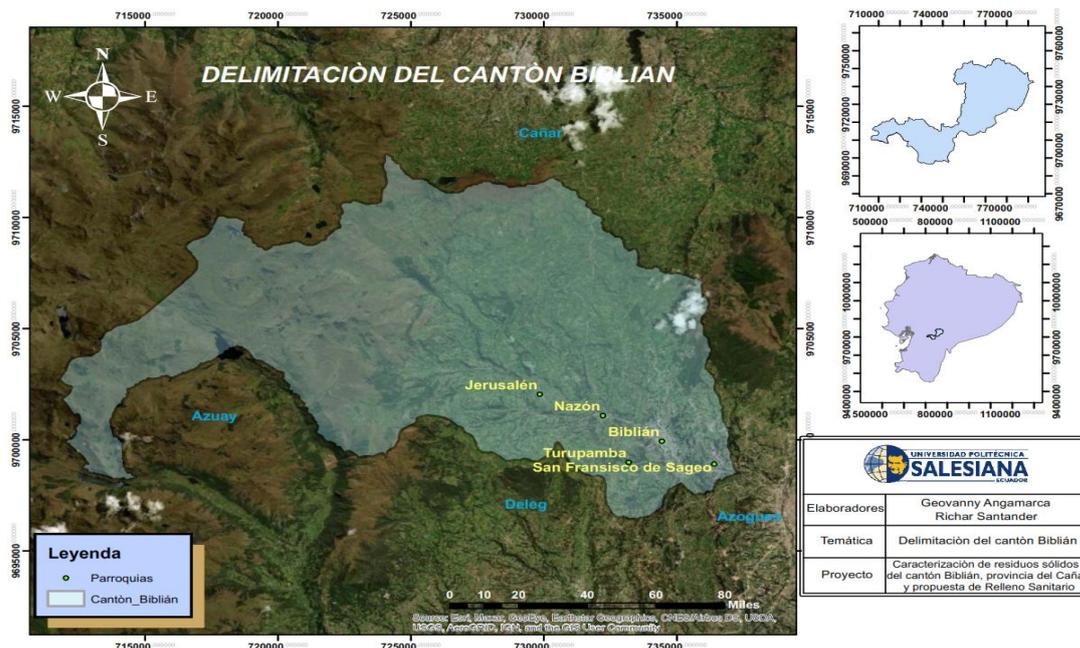


Ilustración 1. Delimitación Fronteriza del cantón Biblián
Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

A nivel mundial, y especialmente en las principales ciudades de América Latina y el Caribe, la gestión de residuos sólidos es un problema asociado con las grandes cantidades de residuos sólidos generados por los residentes; si no se maneja adecuadamente, puede afectar la salud pública y el medio ambiente (Ojeda, 2013).

La gestión y disposición de residuos sólidos nos hace darnos cuenta de que los rellenos sanitarios son uno de los métodos de disposición más adaptables, siendo una óptima gestión integrada de las operaciones relacionadas con la formación, almacenamiento, separación y procesamiento en general, incluida la disposición final, que permitan trabajar eficientemente en los rellenos sanitarios, estos aspectos deben relacionarse directamente con los principios de salud pública, economía, ingeniería y oportunidades ambientales. El autor nos muestra que la descarga manual o convencional son métodos factibles y brindan beneficios no solo ambientales sino también económicos. (Benavides, 2016).

Para el futuro diseño y elaboración de un relleno sanitario se debe tomar en cuenta algunos puntos, entre los cuales y más importantes; hay que escoger un lugar adecuado para la elaboración del relleno sanitario. Un terreno debe ser estudiado desde su tipo de suelo hasta otras características como la impermeabilidad, cantidad de material de cobertura que pueda ser de fácil extracción, la ubicación, los registros de lluvias de las zonas de estudio para poder realizar el respectivo diseño de los canales para poder interceptar el agua de escorrentía superficial, tener un adecuado saneamiento del terreno para la óptima construcción. (Hidalgo, 2014)

En Ecuador, en las últimas décadas se ha podido desarrollar avances en el tratamiento de los residuos, a pesar de ser muy pocas las iniciativas de proponer y elaborar rellenos sanitarios donde se procese el tratamiento de los desechos sólidos, hay iniciativas presentadas en investigaciones bibliográficas. Así (Maldonado & Jimenez, 2020) en su trabajo en el año 2017 detalla que la Corporación de líderes para Gobernar hizo la entrega a los cantones de la Empresa Pública Municipal Mancomunada de Aseo Integral del Pueblo Cañari – EMMAIPC-EP de un premio debido a las buenas prácticas ambientales de tratamiento para los desechos sólidos y su debida gestión

2.2.Aspectos de la generación de residuos

Según (Boyacá, 2016) “Un residuo es aquel material destinado al abandono por su productor o poseedor, pudiendo resultar de un proceso de fabricación, transformación, utilización, consumo o limpieza”. También se puede expresar como todos aquellos residuos producto de las actividades domiciliarias, comerciales y de servicio, de limpieza urbana, industrial, construcciones, excavaciones y en general todos aquellos cuya recogida, transporte y almacenamiento o eliminación corresponda a una entidad autorizada. (Pacheco et al., 2016)

En el Ecuador el libro VI de la Norma de Calidad Ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos, clasifica a los residuos de forma general y de forma específica por su origen (TULSMA, 2017).

Así los desechos sólidos de acuerdo a su origen se clasifican en:

- a) Domiciliarios.
- b) Comerciales.
- c) De demolición.
- d) Barrido de calles.

- e) Limpieza de parques y jardines.
- f) Hospitalarios.
- g) Institucionales.
- h) Industriales.
- i) Especiales.

“Por su origen, los residuos se clasifican en urbanos, agrarios, clínicos, radioactivos, industriales, especiales, tóxicos y peligrosos” (Gómez, 1995). Donde dentro de los residuos urbanos se encuentran los domiciliarios, especiales, comerciales, de servicios, de red diaria y dentro de los residuos agrarios se encuentran, los agrícolas, forestales, ganaderos e industrias agrarias (Mero, 2021).

La evolución de la composición de los residuos urbanos está íntimamente relacionada con el poder adquisitivo de cada colectividad, cuanto más desarrollado es un país, mayor es la tendencia a consumir los bienes elaborados reduciendo la fracción típicamente orgánica e incrementando las fracciones complementarias de vidrio, papel, cartón y plásticos, esta misma tendencia también se observa cuando se analizan las diferencias entre las grandes urbes y las localidades y pueblos que las rodean. (Cifuentes & Vega, 2014)

A continuación, la tabla 2 presenta el tipo de residuo y sus fuentes

Tabla2. *Tipos de residuos y sus fuentes*

Tipo	Fuente
Orgánico	Sobras de comida, restos de jardinería, remanentes del cosecha de madera
Papel y cartón	Remanentes de papel y cartón, periódicos, revistas y libros
Plástico	Envases plásticos de gaseosa, recipientes de shampoo, botellas de yogurt, cubeta de pintura, tubos, juguetes.

Vidrio	Envases transparentes, ámbar, verde y azul, bombillas, cristal de ventanas
Metal	Papel aluminio, aparatos de hierro y acero, barandas, tarros, latas.
Otros	Textiles, cuero, caucho, laminados, material de construcción y otros materiales.

Fuente: (Cifuentes & Vega, 2014).

2.3. Propiedades de los residuos sólidos

Propiedades físicas

“Las características físicas más importante de los residuos sólidos urbanos incluyen peso específico, contenido de humedad, tamaño de la partícula y distribución del tamaño, capacidad de campo y porosidad de los residuos compactados” (PAHO, 2010).

Peso específico

“Se define como el peso de un material por unidad de volumen (ejemplo, kg/m³), los datos sobre el peso específico a menudo son necesarios para valorar la masa y el volumen total de los residuos que tienen que ser gestionados” (Yugual, 2019).

Contenido de humedad

La humedad es el contenido de agua que posee un residuo, estos residuos contienen un porcentaje considerable de agua, que varía de acuerdo a la composición del residuo, el lugar geográfico donde se genera, y la estación del año, es así como hay estudios que indican que se encuentra entre un 25 y un 60 % de humedad, influyendo directamente sobre el poder calorífico de los residuos, sobre todo los que provienen principalmente de la materia. (Sandra et al., 2016)

Capacidad de campo

Es la cantidad total de humedad que puede ser retenida por una muestra de residuo sometida a la acción de la gravedad, la capacidad de campo de los residuos es de

importancia crítica para determinar la formación de lixiviados en los vertederos (Sandra et al., 2016).

Densidad

La densidad es la relación entre la masa de los residuos y el volumen que ocupa, representando generalmente en Kg/m³, dicha propiedad va depender de la constitución y humedad de los residuos estos son valores que nos permiten determinar o seleccionar las unidades de transporte, acopio temporal, volúmenes de recipientes, aforo de equipos, tolvas de recepción, capacidad de celdas, reciclaje, entre otras. (Sandra et al., 2016)

Propiedades Químicas

“Estas propiedades químicas se pueden tomar en cuenta según su grado de relevancia como son: cantidad de materia volátil, cenizas totales, porcentaje de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, poder calorífico, pH y relación C-N” (Sandra et al., 2016).

2.4.Gestión de los residuos solidos

La gestión de los residuos hace referencia a que los residuos que se generan, son recolectados, transportados, procesados, y cumplen con la disposición final en un lugar seguro, eso con el fin de reducir los efectos que perjudican al medio ambiente y la salud humana como consecuencia de la mala gestión de los residuos, el ser humano ha optado por implementar las medidas pertinentes para la adecuada gestión, en la gestión se pueden aplicar diferentes metodologías para los diferentes tipos de sustancias líquidas, sólidas y gaseosas (Velez et al., 2019).

“En la mayoría de casos para llevar el proceso de gestión de los residuos se realiza la caracterización que es la actividad que consiste en determinar la composición de un residuo en diferentes fracciones” (Velez et al., 2019).

Mientras que la última etapa del ciclo de residuos o de la gestión, es la disposición final que es aquel lugar donde se destinan los residuos sólidos sean o no en condiciones

controladas con el fin de evitar daños al ambiente, es la última fase de la gestión de los desechos sólidos (Jaramillo, 2002).

Ecuador cuenta con un Programa Nacional de Gestión de Residuos Sólidos ((PNGIDS), 2010)cuyo principal propósito es “promover la gestión de residuos sólidos en las ciudades autónomas del Ecuador, brindar un enfoque integral y sustentabilidad, disminuyendo la contaminación del medio ambiente. A través de estrategias, planes y actividades que reduzcan y promover la conservación de los medios de vida de los ciudadanos y los ecosistemas, capacitar, sensibilizar y fomentar incentivos para las partes interesadas.”

2.4.1. Relleno Sanitario

Una tecnología importante para la disposición final de los residuos sólidos es el relleno sanitario que según (CEPIS, 2005) es una técnica de eliminación final de los desechos sólidos en el suelo, que no causa molestia ni peligro para la salud y seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de terminado el mismo. “Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más pequeña posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen” (Pacheco et al., 2016).

El relleno debe contar con:

- Una excelente compactación de los desechos sólidos, antes y después de cubrirlos con tierra.
- Recubrimiento cada día de la basura con una capa de tierra
- Vigilar con drenajes y otras técnicas los líquidos y los gases que se origina en el relleno, para conservar la calidad de operación y proteger el ambiente.
- Evitar por medio drenajes que la precipitación afecte al relleno sanitario.

- Inspecciona miento constante del personal encargado del relleno. (Velez et al., 2019).

Ventajas de los rellenos sanitarios

- El relleno es un procedimiento completo y definitivo para la eliminación de todo tipo de desechos sólidos.
- Bajos precios de operación y mantenimiento.
- Produce empleo para mano de obra no calificada.
- Puede situarse cercano a una zona urbana, disminuyendo los costos de transporte y facilitando la supervisión por parte de la comunidad.
- Permite utilizar terrenos considerados improductivos, convirtiéndolos luego en parque o campos de juegos. (Velez et al., 2019).

Clasificación de los rellenos sanitarios

Los rellenos sanitarios pueden ser manuales, semi-mecanizados y mecanizados.

Relleno Sanitario Manual

El relleno sanitario manual es una técnica de disposición final de los residuos sólidos en el suelo, tanto para población rurales y urbanas menores de 40,000 habitantes y para ciudades que generan menos de 20 toneladas diarias de basura, mediante el método manual solo se requiere de equipo pesado para la adecuación del sitio y la construcción de caminos internos y excavación de las trincheras y el material de cobertura; mientras para los demás trabajos todo puede ser de forma manual lo cual permite a estas ciudades de bajos recursos que no pueden adquirir y dar mantenimiento a equipos pesados disponer adecuadamente los residuos y utilizar la mano de obra local que en países en desarrollo es abundante (Fernandez, 2010).

Relleno Sanitario Semi- Mecanizado.

Este diseño es para ciudades con una población de hasta 100.000 habitantes, y para ciudades que generan de 20 a 40 toneladas de desechos por día, se requiere equipo pesado para adaptar el sitio, considerando el manejo de desechos como esparcir, compactar y cubrir se realiza con la ayuda de equipos mecánicos, incluso utilizando herramientas manuales para completar el procesamiento final de residuos (Lascano, 2007).

Relleno Sanitario Mecanizado

Las operaciones en el relleno sanitario se realizan en su totalidad con vehículos pesados, este equipo se utiliza cuando la producción diaria de residuos sólidos es de 40 toneladas o más, y es un proyecto de ingeniería bastante complejo para sus necesidades, no solo trabajar con equipos pesados sino con varias tecnologías más (Lascano, 2007).

2.4.2. Selección del método de relleno

El método está determinado principalmente por la topografía del terraplén, que también depende del tipo de suelo y la profundidad del nivel freático.

Método de trinchera o zanja

Este método generalmente se utiliza en terrenos con pendientes planas y en suelos no rocosos para una fácil excavación, consiste en la excavación de zanjas con determinadas dimensiones empleando maquinaria pesada, se cubren previamente con membrana sintética o con arcilla de baja permeabilidad o con la combinación de ambas, para limitar la movilidad de los gases u/o lixiviados que pueden generarse como resultado de la descomposición de los residuos (Torri, 2017).

Método de área

Normalmente se elige el método de área cuando el sitio elegido es semiplano y la excavación es un poco complicada, donde no sea factible excavar fosas o trincheras para la disposición final de los residuos, la basura se deposita directamente sobre el suelo

el que debe elevarse algunos metros, previamente se realiza la impermeabilización del suelo, el material de cobertura en este método se debe transportar de otros sitios (Fernandez, 2010).

Combinación de ambos métodos

Este método combinado se aplica en terrenos planos, se inicia por el método de zanjas y se culmina por el método de área, solo es posibles su aplicación en lugares donde se puede excavar sin afectar el nivel freático y el suelo cuente con características apropiadas y cuente con material apropiado de cobertura (Fernandez, 2010).

2.5.Consideraciones preliminares para la ubicación de los rellenos sanitarios

Definir el sitio para un relleno sanitario es una de las partes más importantes y complejas para poder iniciar un proyecto de disposición final de residuos, desde un punto de vista de gestión integral, la disponibilidad del sitio define o no la viabilidad del proyecto (Gutierrez, 2012).

Los datos básicos con los que tiene que contar un gobierno municipal para iniciar el proceso de selección y ubicación del relleno sanitario son: población servida, producción per cápita de residuos, caracterización o composición de los residuos, vida útil planificada del relleno, aspectos ambientales del municipio (precipitaciones pluviales, temperaturas, dirección predominante del viento), plano catastral del cantón (Gutierrez, 2012).

Además, en cuanto a la selección del sitio para instalar un relleno sanitario, es fundamental analizar el sitio dando condiciones y criterios apropiados para la ubicación y funcionamiento del relleno sanitario. La siguiente tabla muestra los aspectos a considerar para la implementación de relleno sanitario.

Tabla3. Factores a tener en cuenta para la selección del sitio.

Factores ambientales	Factor Técnico	Factor económico	Factores legales	Factores Sociales
- Proximidad a centros poblados	-Uso del suelo	- Recorrido en el transporte de residuos	- Propiedad del terreno	Tipo de asentamientos
- Proximidad a otras instalaciones- Presencia de zonas de recarga de agua	- Vida útil del terreno	- Material de cobertura	- Estado jurídico	- Opinión pública
- Afectación paisajística	- Topografía del terreno	- Caminos de acceso		- Interés en el proyecto
-Barreras naturales	-Permeabilidad	- Disponibilidad de servicios básicos		- Camino de accesos comunitario o de servidumbre
- Flora y Fauna	- Barrera geológica	- Uso actual del terreno y sus colindantes		
- Áreas protegidas- Área arqueológica	- Humedad			
- Dirección del viento	- Fallas geológicas			

Fuente: (Gutierrez, 2012).

2.6. Parámetros para el diseño del relleno Sanitario

Crecimiento Poblacional

Conocer el número de habitantes es necesario, porque permite conocer el aumento de la cantidad de los residuos sólidos, para una adecuada planificación de la disposición final de los residuos, se determina mediante la información del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), estimando así la proyección de crecimiento poblacional.

Ecuación 1. Proyección de Crecimiento Poblacional, (Fórmula geométrica)

$$Pf = Po(1 + r)^n$$

Donde:

Pf: Población final

Po: Población inicial

r: Tasa de crecimiento

n: (t final – t inicial) intervalo de años

Producción Total de los Residuos

La producción total de los residuos debe ser estimada en base a la proyección de la población y la producción per cápita, y se recomienda calcular la producción per cápita total con un crecimiento de 0.5 a 1% anual.

Ecuación 2. Producción total de los residuos

$$DS_d = Pob * PPC$$

Donde:

DSd: Cantidad de residuos sólidos producidos por día (Kg/día).

Pob tot: Población total

PPC: Producción Per Cápita

Material de Cobertura

Los terrenos planos, que cuentan con un suelo limo-arcilloso y el nivel freático a una profundidad tal que no haya posibilidad de contaminar las aguas subterráneas por la disposición de residuos, pueden ofrecer una buena cantidad de material de cobertura, en especial si se decide usar el relleno en zanjas (Jaramillo, 2002). El material de cobertura equivale al 20 a 25% del volumen de los residuos recién compactados.

Ecuación 3. Material de cobertura.

$$m. c = V \text{ anual compactado} * 0,25\%$$

Área Requerida

La superficie requerida para construir un relleno se puede estimar teniendo en cuenta la profundidad o altura de este, cuando se conoce la topografía del área, se calcula utilizando la siguiente fórmula:

Ecuación 4. Área requerida para el relleno sanitario

$$ARS = \frac{VTRA}{Hrs}$$

Donde:

ARS: Área requerida

VTRA: Volumen total de residuos acumulados

Hrs: Altura del relleno sanitario

2.7. Definiciones de términos básicos

Botadero:

“Aglomeración inadecuada de residuos sólidos municipales en vías y lugares públicos, así como en ciudades, áreas rurales o en terrenos baldíos, representa un riesgo para la salud y/o el medio ambiente” (Organización Panamericana de la Salud, 2004).

Disposición final:

“Operaciones o actividades de tratamiento y/o disposición de residuos sólidos in situ, constituye la etapa final del sistema de gestión de residuos se da de forma sostenible, saludable y respetuosa con el medio ambiente,” (Organización Panamericana de la Salud, 2004).

Caracterización de residuos sólidos:

“Es un proceso destinado al conocimiento exhaustivo de un conjunto integrado de características del residuo complementado por la toma de muestras, e identificación de los componentes físicos, químicos, biológicos y microbiológicos” (PAHO, 2010).

Producción per cápita

Es la cantidad de residuos sólidos generados por habitante en un día (kg/hab/día), y es la base de cálculo para el diseño e implementación de un sistema de gestión integral de residuos sólidos, esta se puede medir en valores unitarios como kilogramos por habitante por día, kilogramos por vivienda por día, kilogramos por cuadra por día, kilogramos por tonelada de cosecha o kilogramos por número de animales por día (Pacheco et al., 2016).

CAPITULO III

3. MARCO LEGAL

El marco legal ecuatoriano incluye una serie de instrumentos interrelacionados, los cuales fueron elaborados por la máxima dirección del estado ecuatoriano, por lo que este estudio se sujeta a las siguientes normas las cuales se explican a continuación:

3.1. Constitución de la República del Ecuador

La Constitución es la norma suprema que rige las leyes de la República del Ecuador, a través de los *artículos 14 y 15*, reconoce la naturaleza como esencial para nuestra existencia y para tener una vida digna, Sumak Kawsai.

El *artículo 15* fomenta el uso de tecnologías amigables con el medio ambiente, no contaminantes y de bajo impacto, y prohíbe la producción, tenencia y comercio de sustancias tóxicas y radiactivos que pongan en peligro el ecosistema.

En virtud del *artículo 264*, numeral 4, responsabiliza a los GAD's municipales por la prestación de servicios tales como agua potable, alcantarillado, manejo de residuos sólidos, saneamiento ambiental y todos los demás servicios requeridos por la ley.

El *Artículo 415* establece que el Estado central y los gobiernos autónomos descentralizados adoptarán políticas integrales y participativas de ordenamiento territorial urbano y de uso del suelo. s. Los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán programas de uso racional del agua, y de reducción reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos.

3.2.Reglamento al Código Orgánico del Ambiente

El reglamento al Código Orgánico del Ambiente documentación vigente desde el 12 de junio del 2019 mediante varios artículos establece la correcta gestión de los residuos sólidos, es así que dentro del Capítulo III Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos No Peligrosos, se estable lo siguiente:

El *artículo 579* establece que el manejo de los residuos y desperdicios inocuos es responsabilidad de los GAD's municipales, según el modelo que se adopte conforme a la ley.

El *artículo 596* establece que la disposición final está a cargo del municipio descentralizado municipal obligando a que los residuos sólidos no peligrosos sean dispuestos en un relleno sanitario u otra alternativa que cumpla con las especificaciones de responsabilidad y requerimientos operacionales aprobados para este propósito

3.3.Ley de Salud

El *artículo 97 inciso 1* establece que las autoridades sanitarias nacionales ordenarán gestionar todo tipo de residuos y residuos que afecten a la salud humana siendo regla obligatoria tanto para personas físicas como jurídicas.

El *Artículo 98 inciso 3*, la autoridad sanitaria nacional, en acuerdo con los municipios directamente dependientes del gobierno central, dicta reglas, normas y procesamiento de cumplimiento técnico, obligatorio para la correcta gestión de los residuos infecciosos generados en establecimientos de salud públicas o privados.

El *Artículo 100 inciso 4*, dicta que los municipios implementan a gestión son responsables de la disposición final de los residuos, de conformidad con las leyes, normas y reglamentos dictados al efecto, y de acuerdo con las normas de control y bioseguridad establecidas por las autoridades sanitarias nacionales y el estado proveerá los medios necesarios para dar cumplimiento a lo dispuesto en este artículo.

3.4.Ordenanza municipal Ordenanza para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos de la Mancomunidad EMMAIP-EP

En el *Artículo.3* referente a las Políticas de Gestión establece que la EMMAIPC-EP promoverá la gestión de los residuos a través una mayor responsabilidad del productor, educación ambiental, uso de tecnología entre otras.

De la gestión integral de residuos y/o desechos sólidos

En el *Artículo 12* indica que gestión de los residuos operada y manejada directamente por la EMMAIPC-EP encargada de dar el destino más adecuado desde el punto técnico, ambiental y socioeconómico, además es responsable de las etapas de gestión de residuos

De la disposición final de residuos y desechos sólidos

En el *Artículo 44* indica que la disposición de los residuos o desechos se realizar en lugares autorizados por al EMMMAIPC-EP con la aprobación de la Autoridad Ambiental Nacional, cualquier persona que deposite en lugares no autorizados será sancionado, e indica que todo lugar donde se depositan los residuos deberá requerir los requerimientos establecidos por la autoridad nacional.

CAPITULO IV

4. METODOLOGÍA

El desarrollo de la metodología del trabajo se dividió en tres etapas que se explican a continuación:

4.1. Diagnóstico del estado actual del manejo de los residuos sólidos en el cantón Biblián.

Enfoque

Para conocer es estado actual de la gestión de los residuos sólidos del cantón Biblián, se tendrá un enfoque cualitativo y cuantitativo basado en datos de encuestas realizadas a los habitantes del cantón.

Plan de recolección de información

Las encuestas fueron realizadas tanto en los domicilios y locales comerciales de todo el cantón, la encuesta contaba con 9 preguntas y en total se tomaron 100 muestras.

Plan de procesamiento y análisis de información

Se analizó los datos recolectados mediante gráficas estadísticas en función de la cuantificación de las encuestas realizadas.

4.2. Caracterización domiciliaria y no domiciliaria.

Para determinar la generación y caracterización de los residuos sólidos en el cantón Biblián, se utilizará la metodología recomendada por el Centro Panamericano de Salud Ambiental, en donde se indica los procedimientos estadísticos para el estudio de caracterización de los residuos sólido (CEPIS, 2005).

Entre el muestreo y el análisis de datos, se han establecido varios pasos para caracterizar los residuos sólidos como se muestra.:

4.2.1. Cálculo del número viviendas actuales

Para el cálculo de viviendas actuales en el cantón Biblián, se realizó primero la proyección del crecimiento poblacional que se detalla a continuación

La tasa de crecimiento se calculó utilizando datos de los últimos censos (2001 y 2010) con la siguiente fórmula:

$$r = \sqrt[n]{\frac{Pf}{Po}} - 1$$

Donde:

r: Tasa de crecimiento

n: número de años entre población final e inicial

Pf: Población final 21883 habitantes

Po: Población inicial 20727 habitante

$$r = \sqrt[9]{\frac{21883}{20727}} - 1$$

$$r = 0,0060\%$$

La tasa de crecimiento de Biblián es 0,0060%, usando este dato se pronostica la población en el año actual al año actual, con la siguiente formula.

$$Pf = Po(1 + r)^n \quad \text{Ecuación (1)}$$

Donde:

Pf: Población final

Po: Población inicial

r: Tasa de crecimiento

n: (t final – t inicial) intervalo de años

$$Pf_{2022} = 21883(1 + 0,0060)^{12}$$

$$Pf = 23525 \text{ habitantes}$$

Teniendo el dato de la población en el año 2022 se calcula el número de viviendas con la siguiente formula:

$$Nviviendas = Pob\ 2022 / \text{promedio habitante por vivienda}$$

$$Nviviendas = \frac{23525 \text{ hab}}{3,3 \text{ hab} * \text{vivienda}} = 7129 \text{ viviendas}$$

4.2.2. Cálculo del número de muestras domiciliarias

Para el cálculo del número de muestras, se determina mediante el número de viviendas de todo el cantón a muestrear, para lo cual se aplicará la formula recomendada por el (CEPIS, 2005).

Ecuación 5. Cálculo del número de muestras.

$$n = \frac{Z^2 p * q * N}{\epsilon^2 (N - 1) + Z^2 p * q}$$

Donde

n= Tamaño de la muestra

N= Población o universo

Z= Nivel de confianza

P= Probabilidad a favor.

q= Probabilidad en contra.

e= Error muestral (por lo general debe ser entre 1 y 15 % del valor de la media poblacional que se va a estimar.

Aplicación de la fórmula:

Así se tiene el número de muestras.

$$n = \frac{1,96^2 0,50 * 0,50 * 7129}{0,10^2(7129 - 1) + 1,96^2 0,50 * 0,50}$$

$$n = 94 \text{ muestras}$$

Este estudio se realizó utilizando un total de 94 muestras distribuidas en varias parroquias de Biblián.

En cuanto al muestras para establecimiento se tomó una cantidad de 61 muestras, mayormente fueron tomadas en el sector urbano ya que es aquí en donde existen mayor concentración de establecimiento como tiendas, restaurantes entre otros negocios.

Distribución aleatoria de muestras

Una vez teniendo el número de muestras se seleccionaron los sitios de muestreo identificando las diferentes viviendas; esto hizo mediante un muestreo aleatorio, para este

estudio las muestras serán divididas en las 5 parroquias que conforma el cantón Biblián, así como se muestra en la tabla

Tabla 4. Número de muestras distribuidas por parroquias.

ZONA	NÚMERO DE VIVENDAS	PORCENTAJE	NUMERO DE MUESTRAS
BIBLIÁN	4654	65,6%	62
NAZON	834	11,6%	11
SAGEO	560	7,7%	7
TURUPAMBA	458	6,4%	6
JERUSALEN	623	8,7%	8
Total	7129 viviendas	100	94 muestras

Fuente: Elaboración propia

En la ilustración se visualiza los puntos en donde fueron tomado las muestras

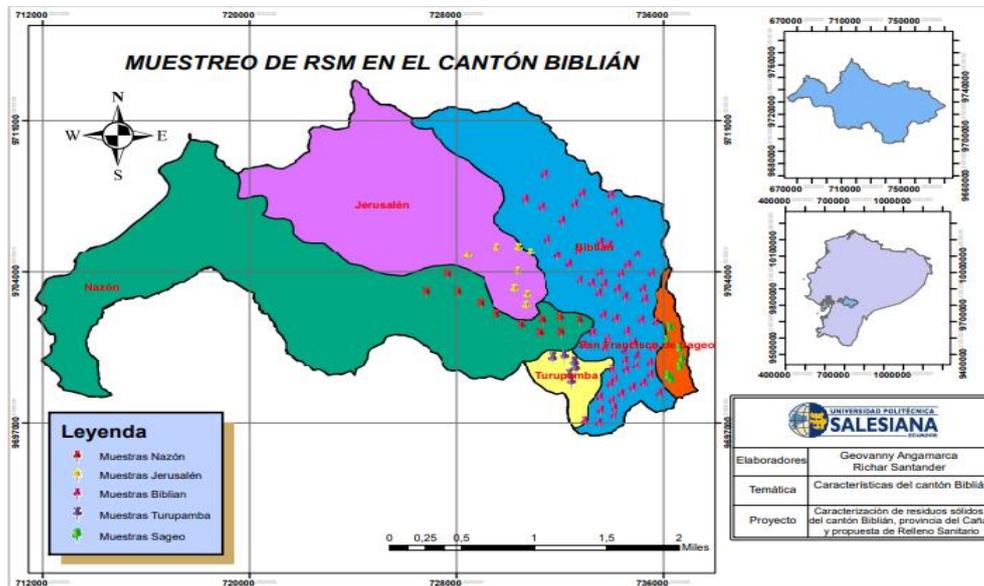


Ilustración 2. Punto de muestreo de los residuos sólidos en el Cantón Biblián

Fuente: Elaboración propia

Elaboración de documento

En esta etapa se elaboran los diversos documentos y formatos necesarios para recopilar información para el desarrollo de la investigación.

Registro de datos

En esta tabla. 5 se colocarán los datos de pesos diarios registrados y generación per cápita calculados en cada una de las parroquias del cantón Biblián.

Tabla5. Registro de pesos diarios y generación per cápita.

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL CANTÓN BIBLIÁN, PROVINCIA DEL CAÑAR Y PROPUESTA DE RELLENO SANITARIO												
FICHA DE MUESTREO												
PESOS DÍA RIO – GENERACION PER CAPITA												
N°	ZONA	CODIGO	N° HAB	DÍA 1 (Kg)	DÍA 2 (Kg)	DÍA 3 (Kg)	DÍA 4 (Kg)	DÍA 5 (Kg)	DÍA 6 (Kg)	DÍA 7 (Kg)	PROM	MEDÍA (GPC)

Fuente: Elaboración propia

Registro de composición de los residuos

La tabla está diseñada para establecer los valores encontrados durante la caracterización de los residuos, las cantidades diarias de residuos estarán disponibles según el tipo.

Tabla6. Registro de composición de residuos sólidos.

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL CANTÓN BIBLIÁN, PROVINCIA DEL CAÑAR Y PROPUESTA DE RELLENO SANITARIO						
FICHA DE MUESTREO						
COMPOSICIÓN DE RESIDUOS						
DÍA	M.O	Papel y cartón	Platico	Vidrio	Metales	Total
1						
2						
3						
4						

5						
6						
7						
TOTAL DE CADA COMPONENTE						

Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Materiales a utilizar

En este apartado se describen los materiales utilizados para llevar a cabo el proceso de caracterización y toma de datos, así como explicación de los equipos de protección. En la tabla 7 se muestran los materiales y equipos:

Tabla 7. *Materiales utilizados para la caracterización y equipos de protección personal.*

Materiales	Equipos de protección personal
Fundas plásticas	Mascarillas
Balanza	Guantes
Hojas de campo	Botas de caucho
Esferos	Overoles
Escobas	
Plástico para el piso	
Vehículo	
Pala, lampón	
Tanque de plástico	

Fuente: Elaboración propia

4.2.4. Socialización del proyecto

En el proceso de socialización del proyecto se visitó a las distintas personas en sus viviendas, dándoles a conocer el objetivo por el cual se elabora el proyecto, con el fin de establecer un compromiso para realizar la separación de residuos de una manera correcta ayudando a que el proyecto tenga mejores resultados.

Una vez socializado los objetivos del proyecto, se procedió a explicar que el muestreo tendrá una duración de 7 días, estableciendo los horarios de recolección de las muestras en cada parroquia, se entregó las fundas diferenciadas por colores, verde para residuos orgánicos y negra para los residuos inorgánicos.



Ilustración 3. Socialización en las zonas de estudio
Fuente: Elaboración Propia

4.2.5. Recolección de las muestras

Para el desarrollo de esta etapa se debe seguir correctamente los pasos, se debe tener la información de todos los lugares a muestrear y las diferentes rutas que se va a seguir, esta etapa es una de las más importante, por ende, se tendrá a lo que logística se refiere, todos los materiales y equipos de protección que se vamos a utilizar listos, el sitio en donde se realizará la caracterización, formularios, etc.

Luego se dirige a las diferentes zonas en donde se recolectan las muestras, se etiqueta con un adhesivo que contiene el número de la vivienda la zona y el número de muestras.

Después de tener la muestra nos dirigimos al lugar en donde se realizará la caracterización, se pesó cada una de las muestras por zonas y se colocaron los valores en los formularios para el registro del peso y la producción per cápita diaria.

Posterior al pesaje se coloca una membrana de plástico en el suelo, en donde se dispone de los residuos sobre el plástico para obtener los valores de la composición y posteriormente de la densidad de los residuos de cada zona muestreada.



Ilustración 4. Recolección de las muestras
Fuente: Elaboración propia

4.2.6. Determinación de parámetros

En el presente trabajo se estudiará los siguientes parámetros

- Generación per cápita
- Composición de los residuos
- Densidad

Estos parámetros son importantes en el desarrollo de propuestas para mejorar o reducir el problema de los desechos sólidos generados por la población.

Generación per cápita

“Las bolsas recogidas serán pesadas diariamente (W_i) durante el tiempo de muestreo, este peso representa (W_t) la cantidad de basura diaria generada en todas las viviendas (kg/Viv. /Día), para este proceso utilizara una balanza de pie” (CEPIS, 2005).

Hay que tener en cuenta que la primera fecha o día de muestreo en cada área es rechazada esta recolección es una operación de limpieza falsa.

En función a información recolectada sobre el total de habitantes por vivienda, se determina el número total (N_t) que va a intervenir en el muestreo.

Ecuación 6. Generación per-cápita.

$$\text{Generacion per capita (gpc)} = \frac{\text{Peso total de residuos (Wt)}}{\text{Numero total de persona (Nt)}}$$

Y para el cálculo total de la generación diaria de residuos se utiliza la siguiente formula:

Ecuación 7. Generación Total diaria de los residuos

$$\text{Generacion total diaria de residuos} = \text{gpc} * N_t \left(\frac{\text{kg}}{\text{dia}} \right)$$

Determinación de la composición física de los residuos

Para determinar la composición de los residuos generados en el cantón Biblián se utilizará de igual manera el procedimiento según el (CEPIS, 2005).

- Se usaron muestras de cada día y se esparce sobre una membrana de plástico grande.
- Se hace una pila de todos los desechos y se divide en 4 partes (por el método de cuarteo) y se seleccionan dos partes opuestas como se muestra en la ilustración 2, creando una pila más pequeña. La muestra se vuelve a mezclar y se divide en 4 partes nuevamente, luego se seleccionan las partes opuestas y se forman en

otra muestra más pequeña, el proceso se repite hasta obtener una muestra con una masa de aproximadamente 50 kg

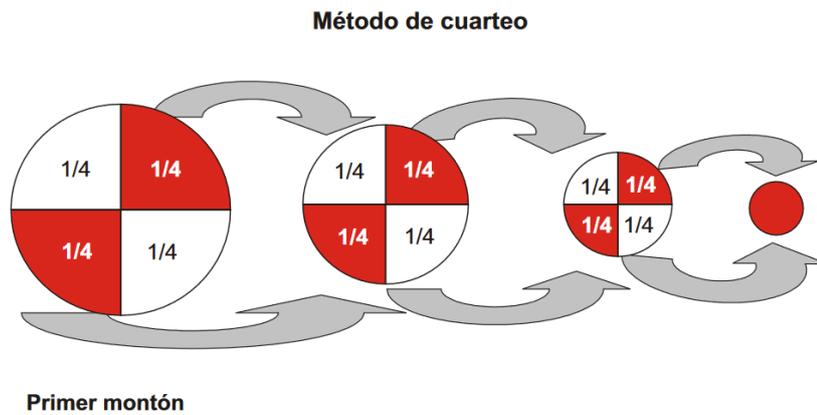


Ilustración 5. Procedimiento para el método de cuarteo.

Fuente: (CEPIS, 2005).

- De esta última muestra se separó los componentes realizando la clasificación en base a la tabla 8.

Tabla 8. Clasificación de los residuos sólidos.

Tipo de residuos	Componente de desechos
Residuos Orgánicos	Restos de alimentos
Papel y cartón	Revistas, papel blanco, Cartón sucio, liso y cartulina
Plástico	Bolsas y/o fundas
Vidrio	Botellas
Otros	Caucho, cuero, etc.

Fuente: Elaboración propia

- Cada componente se colocó en otros recipientes y se procedió al pesaje de cada uno de ellos
- Se calculó el porcentaje de cada uno del componente con la siguiente formula

Ecuación 8. Porcentaje de cada componente en la clasificación de los residuos

$$\text{Porcentaje} = \frac{P_i}{W_t} * 100$$

Donde

P_i= Peso de cada componente.

W_t= Peso total de los residuos recolectados.

Determinación de la densidad de los residuos sólidos

Para determinar la densidad de los residuos un recipiente de plástico que sirva como depósito estándar a fin de definir el volumen que ocupará el residuo.

Se pesó el contenedor vacío y se determinó el volumen a partir de los datos del contenedor que son la altura y el diámetro.

Ecuación 9. Volumen del recipiente.

$$\text{Volumen} = 0,7854 * d^2 * h$$

Luego de esto con la siguiente formula se calcula la densidad de los residuos

Ecuación 10. Densidad de los residuos.

$$\text{Densidad} \left(\frac{Kg}{m^3} \right) = \frac{\text{Peso del residuo (W)Kg}}{\text{Volumen de la basura (V)m}^3}$$

4.3.Pre diseño para el relleno sanitario

4.3.1. Parámetros de diseño

Este estudio se abocará en el pre diseño de la infraestructura para la disposición final de los residuos mediante la “Guía para el diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales” (Jaramillo, 2002) la cual contemplará:

- Proyección de la población

- Volumen del relleno sanitario
- Cantidad de material de cobertura
- Área total requerida

4.3.2. Aplicar una metodología para evaluación de posibles sitios para la ubicación de un relleno sanitario.

Para realizar la selección del sitio o área se siguió la “Guía para el diseño, construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios” en donde se toma en cuenta lo siguiente:

- Se debe realizar un estudio de referencia a como base para las evaluaciones del sitio.
- Se debe elegir dos o más sitios como alternativas para la evaluación de los mismos.
- La evaluación de los sitios se realizará mediante una matriz teniendo en cuenta una escala de calificación y varios factores ambientales, técnicos, económicos y sociales.
- Después de evaluar los posibles sitios se identifica la opción con mayor puntaje.

4.3.3. Dimensionamiento

En este apartado se detallará el dimensionamiento de los componentes el relleno sanitario que son:

- Dimensiones de zanjas
- Celda diaria
- Tratamiento de lixiviados
- Obras complementarias

CAPITULO V

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1.RESULTADO DE LA EVALUACIÓN DEL DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CANTÓN BIBLIÁN

Análisis e interpretación de los resultados

1. ¿Cuántas personas habitan en su hogar?

Tabla9. Número de personas por hogar

Pregunta	Opciones	PARROQUIAS				
		BIBLIÁN	SAGEO	TURUPAMBA	JERUSALEN	NAZON
¿Cuántas personas habitan en su hogar?	1 a 2	33	3	2	6	7
	3a4	28	4	4	2	4
	4 a 5	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Análisis e interpretación: La gráfica No. 1 representa el número de personas habitan en cada hogar representando el 54 % se encuentra en el rango de 1 a 2 personas, y el 46% en el rango de 3 a 4 personas por hogar.

2. ¿Cuenta con el servicio de recolección?

Tabla 10. Resultados Pregunta No 2.

Pregunta	Opciones	PARROQUIAS				
		BIBLIÁN	SAGEO	TURUPAMBA	JERUSALEN	NAZON
¿Cuenta con el servicio de recolección?	Si	62	7	6	8	11
	No	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Resultados Pregunta No 2.



Fuente: Elaboración propia

Análisis e interpretación: La gráfica No. 2 representa el servicio de recolección e indicando que el 100 % de la población encuestada si cuenta con el servicio de recolección de los residuos sólidos.

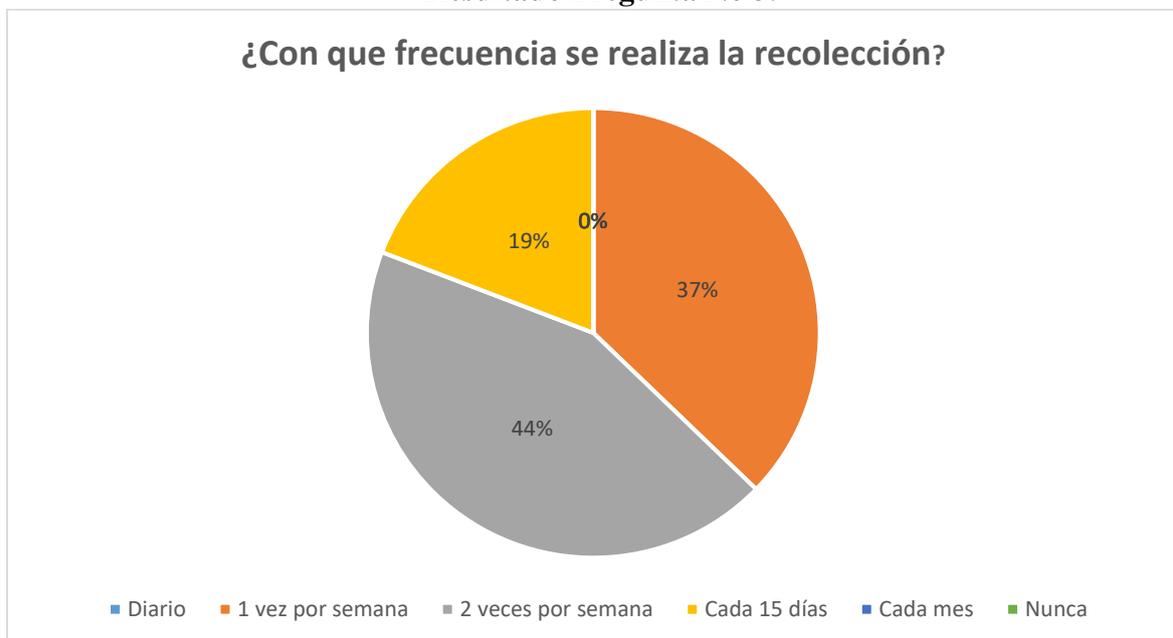
3. ¿Con que frecuencia se realiza la recolección?

Tabla 11. Resultados Pregunta No 3.

Pregunta	Opciones	PARROQUIAS				
		BIBLIÁN	SAGEO	TURUPAMBA	JERUSALEN	NAZON
¿Con que frecuencia se realiza la recolección?	Día rio	0	0	0	0	0
	1 vez por semana	14	0	6	8	7
	2 veces por semana	34	5	0	0	2
	Cada 15 días	14	2	0	0	2
	Cada mes	0	0	0	0	0
	Nunca	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Resultado Pregunta No 3.



Fuente: Elaboración propia

Análisis e interpretación: El gráfico No. 3 define el intervalo de tiempo en el que el recolector transita por las parroquias del Cantón Biblián teniendo como resultado el 44 %

con frecuencia de 41 veces que el camión transita 2 veces por semana, la mayor frecuencia se presenta en las parroquias de Biblián y Sageo.

El 37% con frecuencia de 35 el tránsito de camión de 1 vez por semana, se presenta más en las parroquias rurales como Turupamba, Nazón y Jerusalén, el 19% con frecuencia de 18 el tránsito de cada 15 días y finalmente.

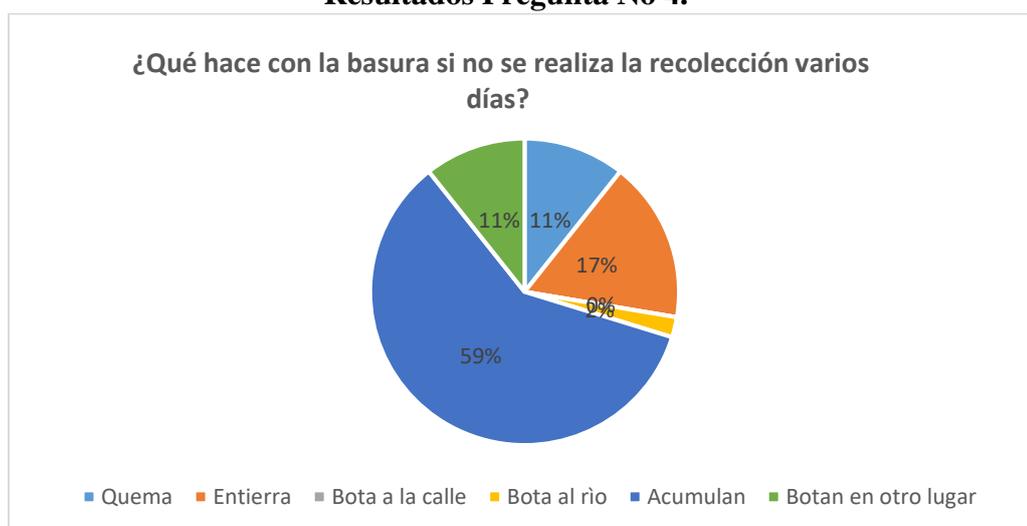
4. ¿Qué hace con la basura si no se realiza la recolección varios días?

Tabla 12. Resultado Pregunta No 4.

Pregunta	Opciones	PARROQUIAS				
		BIBLIÁN	SAGEO	TURUPAMBA	JERUSALEN	NAZON
¿Qué hace con la basura si no se realiza la recolección varios días?	Quema	4	2	1	1	2
	Entierra	7	2	2	2	3
	Bota a la calle	0	0	0	0	0
	Bota al río	0	1	0	0	1
	Acumulan	41	2	3	5	5
	Botan en otro lugar	10	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Resultados Pregunta No 4.



Fuente: Elaboración propia

Análisis e interpretación: El grafico No. 4 determina la gestión de los residuos cuando el camión de la basura no recorre o por algún problema por lo cual la recolección no se realiza, el 59 % con frecuencia de 56 acumulan los residuos para cuando pase nuevamente el camión recolecte esto ocurre en todas las parroquias del cantón Biblián, el 17 % con frecuencia de 16 entierran mayormente residuos orgánicos.

El 11 % con frecuencia de 10 queman los residuos esto ocurre en todas las parroquias del cantón, mientras que con el mismo 11% botan en otro lugar, esto ocurre solo en la parroquia Biblián, finalmente con el 3% con frecuencia de 2 botan al rio esto ocurre en la parroquia de Sageo y Nazón.

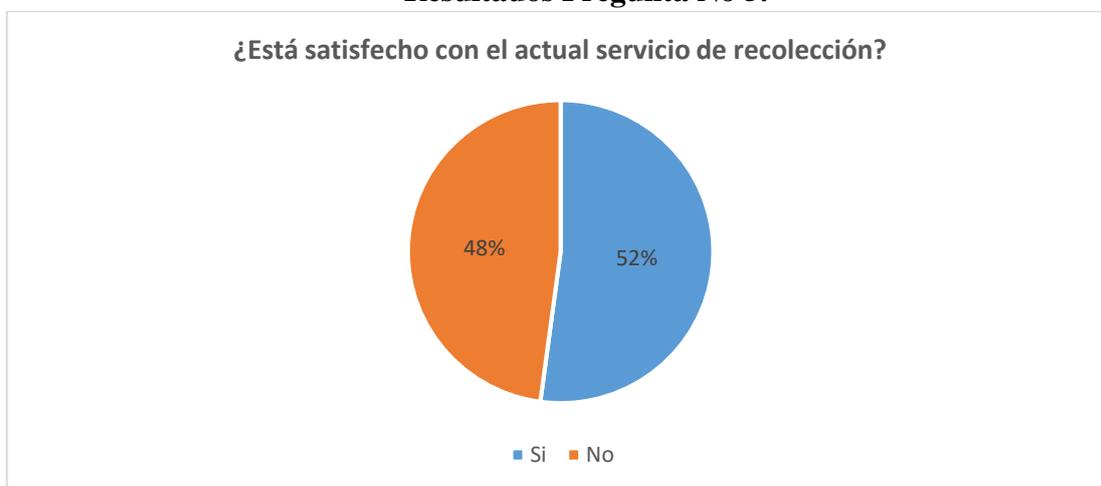
5. ¿Está satisfecho con el actual servicio de recolección?

Tabla13. Resultados Pregunta No 5.

Pregunta	Opciones	PARROQUIAS				
		BIBLIÁN	SAGEO	TURUPAMBA	JERUSALEN	NAZON
¿Está satisfecho con el actual servicio de recolección?	Si	40	3	1	1	4
	No	22	4	5	7	7

Fuente: Elaboración propia

Resultados Pregunta No 5.



Fuente: Elaboración propia

Análisis e interpretación: El gráfico No. 5 revela que el 52% de la población encuestada con frecuencia de 49, si está satisfecha con el sistema recolección de los residuos, mientras que el 48% con frecuencia de 45 no estas satisfecho con el proceso de recolección, la mayor insatisfacción del actual proceso de recolección se encuentra en las parroquias rurales como Sageo, Turupamba, Jerusalén y Nazón que son lugares en donde la recolección se realiza una sola vez por semana y/o cada 15 días.

6. ¿Ha recibido alguna capacitación sobre la correcta separación de los residuos?

Tabla14. Resultados Pregunta No 6.

		PARROQUIAS				
		BIBLIÁN	SAGEO	TURUPAMBA	JERUSALEN	NAZON
¿Ha recibido alguna capacitación sobre la correcta separación de los residuos?	Si	12	0	0	1	2
	No	31	6	5	5	8

Fuente: Elaboración propia

Resultados Pregunta No 6



Fuente: Elaboración propia

Análisis e interpretación: En la gráfica No. 6 determina que el 76% de la población encuestada no ha recibido capacitación sobre algún mecanismo de separación o reciclaje de los residuos producidos en los hogares, mientras que el 24% si ha recibido capacitación, algunos encuestados supieron decir que van varios años que no reciben instrucción sobre la separación de residuos, la mayoría de la población que no ha recibido capacitación son de las parroquias rurales del cantón.

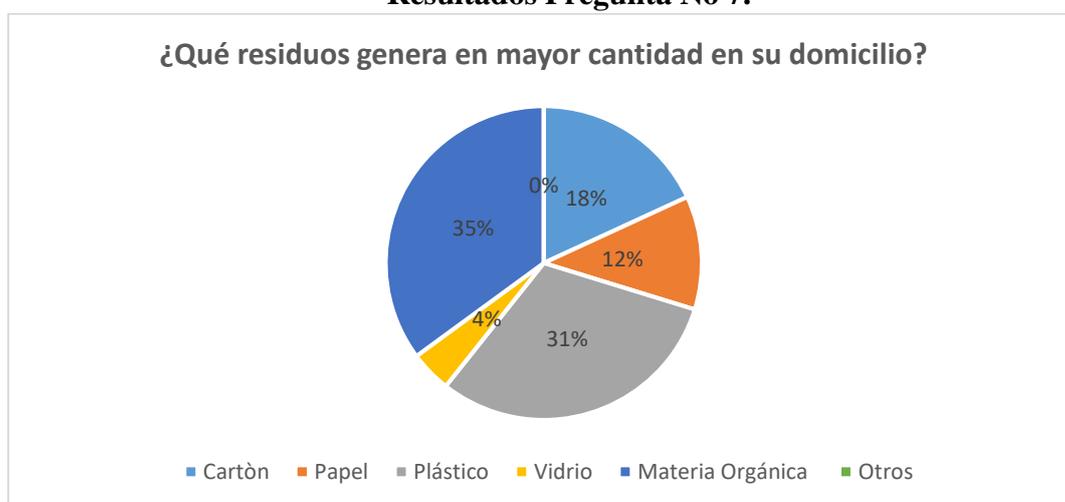
7. ¿Qué residuos genera en mayor cantidad en su domicilio?

Tabla 15. Resultados Pregunta No 7.

Pregunta	Opciones	PARROQUIAS				
		BIBLIÁN	SAGEO	TURUPAMBA	JERUSALEN	NAZON
¿Qué residuos genera en mayor cantidad en su domicilio?	Cartón	15	0	0	0	2
	Papel	5	1	2	1	2
	Plástico	20	2	1	4	2
	Vidrio	3	0	0	0	1
	Materia Orgánica	19	4	3	3	4
	Otros	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Resultados Pregunta No 7.



Fuente: Elaboración propia

Análisis e interpretación: En la gráfica No. 7 se determina que el residuo que mayor se genera son las sobras de comida con un 35% con frecuencia 33 y en todas las parroquias del cantón, con el 31% el plástico es el siguiente residuo de mayor generación e igual se genera en todo el cantón. El 18% corresponde a los residuos de cartón con frecuencia de 17 con mayor presencia en la parroquia de Biblián, los menores porcentajes son el 12% y el 4% correspondiente a papel y vidrio respectivamente.

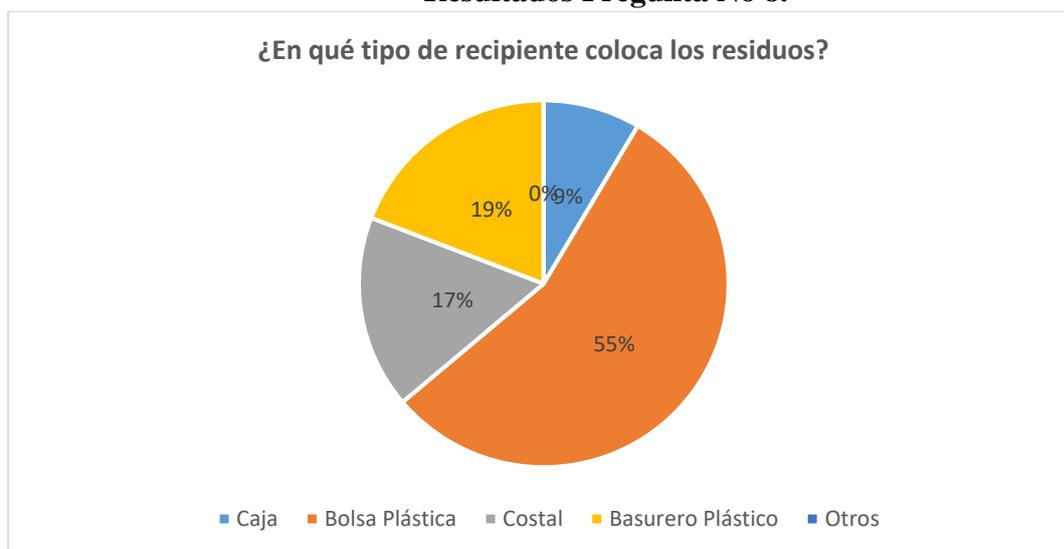
8. ¿En qué tipo de recipiente coloca los residuos?

Tabla 16. Resultados Pregunta No 8.

Pregunta	Opciones	PARROQUIAS				
		BIBLIÁN	SAGEO	TURUPAMBA	JERUSALEN	NAZON
¿En qué tipo de recipiente coloca los residuos?	Caja	5	0	1	0	2
	Bolsa Plástica	35	4	3	5	5
	Costal	7	2	2	3	2
	Basurero Plástico	15	1	0	0	2
	Otros	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Resultados Pregunta No 8.



Fuente: Elaboración propia

Análisis e interpretación: En la gráfica No. 8 se determina que el 55% de la población encuestada coloca los residuos en bolsas plásticas esto se da en todas las parroquias del cantón, los basureros plásticos y los costales son los siguientes recipientes en donde se colocan los residuos estos representan el 19% y 17% con frecuencia de 18 y 16 respectivamente, finalmente el 9% de encuestados depositan en cajas.

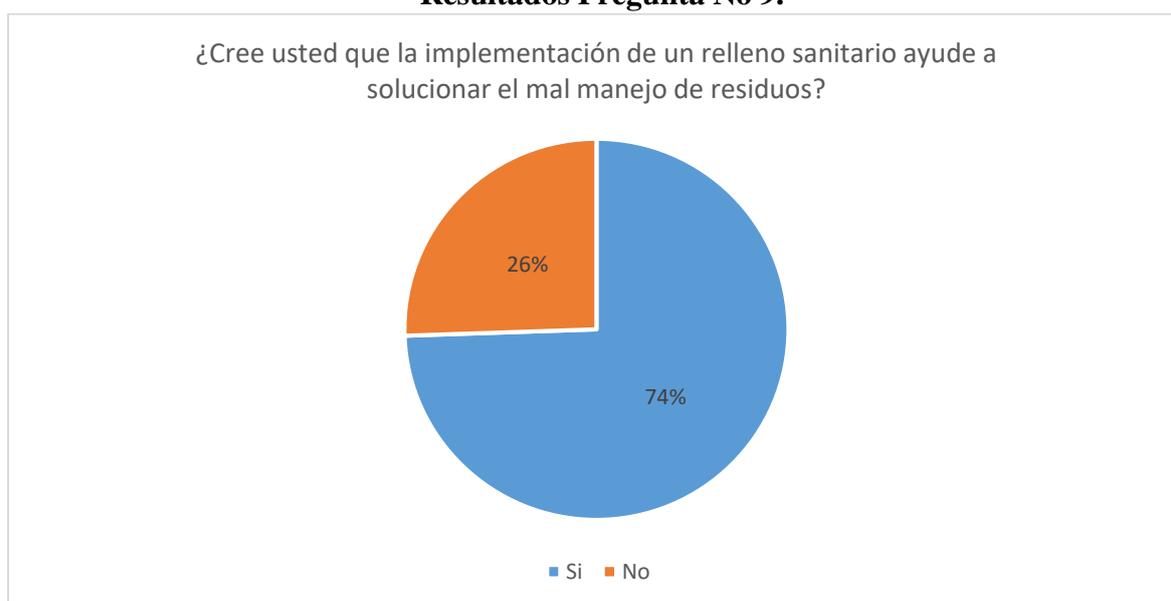
9. ¿Cree usted que la implementación de un relleno sanitario ayude a solucionar el mal manejo de residuos?

Tabla 17. Resultado Pregunta No. 9.

Pregunta	Opciones	PARROQUIAS				
		BIBLIÁN	SAGEO	TURUPAMBA	JERUSALEN	NAZON
¿Cree usted que la implementación de un relleno sanitario ayude a solucionar el mal manejo de residuos?	Si	48	5	4	5	8
	No	14	2	2	3	3

Fuente: Elaboración propia

Resultados Pregunta No 9.



Fuente: Elaboración propia

Análisis e interpretación: La gráfica No. 9 indica que el 74% de la población del cantón Biblián considera que la implementación de un relleno sanitario manejado por el GAD de Biblián sería opción para mejorar el precario manejo de los residuos, mientras que el 26 % cree que el actual manejo de los residuos está correcto y no ven como buena opción un relleno sanitario dentro del cantón.

5.2.RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DEL CANTÓN BIBLIÁN

5.2.1. Generación per cápita de los residuos domiciliarios

En la tabla 18 se detalla los valores alcanzados de la generación por habitante en las parroquias del cantón Biblián, donde se identifica también el número de personas por zona, número de muestras y el total en kilos de residuos generados durante los días de caracterización.

Tabla 18. Generación per cápita por parroquia.

ZONA	NÚMERO DE PERSONAS	NÚMERO DE MUESTRAS	TOTAL (Kg/7 días)	GPC
BIBLIÁN	156	62	652,28	0,66
NAZÓN	26	11	100,29	0,64
SAGEO	18	7	67,07	0,60
TURUPAMBA	17	6	70,72	0,60
JERUSALEN	19	8	75,78	0,61
Total	236	94	966,13	0,62

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 18 se detalla los datos encontrados de la generación por habitante en cada zona, la parroquia con mayor generación per cápita es Biblián con 0,6 kg/hab/día, generando un total de 652,28 kilos de residuos sólidos.

En la parroquia de Nazón, poseen una producción per cápita de 0,64 kg/hab/día, la parroquia produjo un total de 100,29 kilos, con un numero de muestras de 11 y 26 personas.

La parroquia de Sageo, cuenta con un total de 7 muestras y 18 personas es la que menor generación por habitante que posee, con un valor de 0,60 kg/hab/día, genero un total de 67,07 kilos de residuos sólidos.

La parroquia de Turupamba cuenta con un total de 6 muestras y 17 personas, posee una generación por habitante de 0,60 kg/hab/día y produjo un total de 70,72 kilos durante la semana de caracterización.

Finalmente, en la parroquia Jerusalén se trabajó con 8 muestras y 19 personas, esta parroquia genero 75,78 kilos de residuos y posee una generación por habitante de 0,61 kg/hab/día.

En total durante toda la semana de desarrollo del proyecto de genero un total de 966,13 Kilos de residuos, trabando con un total de 94 muestras y 236 personas, finalmente se tiene que todo el cantón Biblián posee una generación por habitante de 0,62 kg/hab/día.

5.2.2. Generación per cápita de los residuos no domiciliarios

En la 19 se muestra el número de establecimientos muestreados, el peso final en kilogramos y la generación por habitante de los residuos de todo el cantón Biblián de todos los diferentes establecimientos.

Tabla19. *Generación per cápita de los residuos no domiciliarios*

PREDIOS NO DOMICILIARIOS			
TIPO DE PREDIO	NÚMERO DE MUESTRAS	TOTAL (Kg/7 días)	GPC
Farmacias	4	22,14	0,99

Venta de alimentos	17	164,44	1,46
Peluquería	4	17,903	0,81
Tienda	18	164,42	1,43
Ferretería	2	16,881	1,30
Panadería	4	27,171	1,17
Venta de ropa	4	18,482	0,72
Librerías/fotocopia	3	16,230	0,82
Mercado	1	12,5	1,79
Minimarket	2	16,460	1,26
Total	61	477,62	1,17

Fuente: Elaboración propia

En total en establecimientos comerciales se trabajó con 61 muestras repartidas en 10 tipos de establecimientos: 18 muestras en tiendas de abarrotes, 17 muestras en restaurantes y puestos de comida, 4 muestras en farmacias, peluquería, panadería, puestos de venta de ropa, 3 muestras en librerías y/o fotocopias, 2 muestras en ferreterías y minimarket y 1 muestra en el mercado.

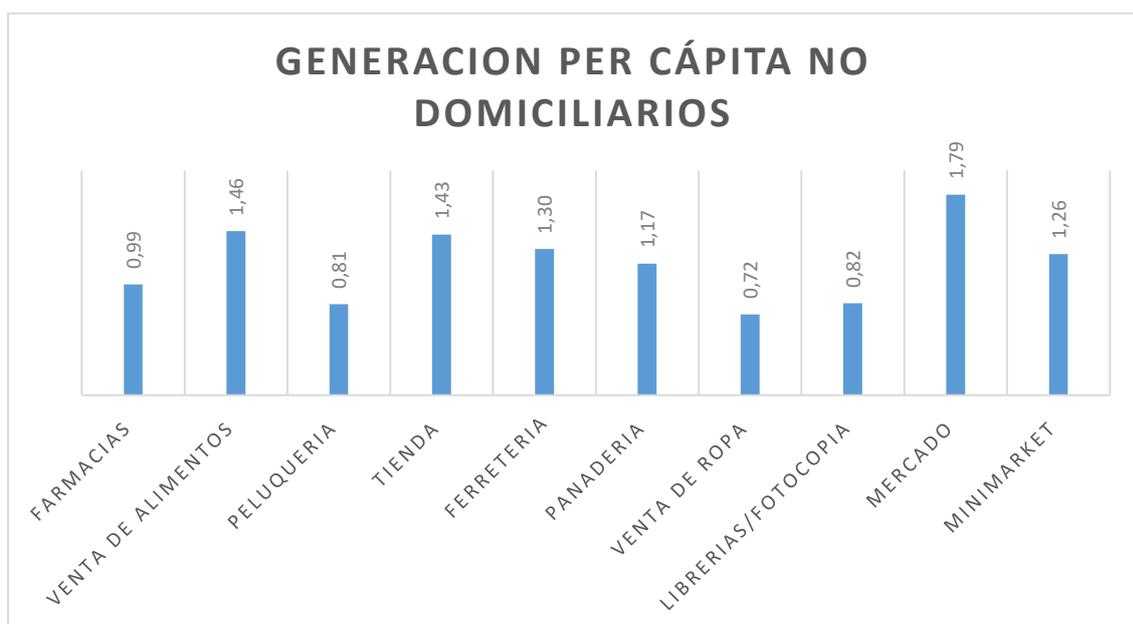


Ilustración 6. Generación per cápita de residuos no domiciliarios
Fuente: Elaboración propia

En la ilustración No 3. se identifica que el mercado posee el valor más alto a diferencia de los demás, con 1,79 kg/hab/día, seguido de la venta de alimentos con un 1,46 kg/hab/día, luego las tiendas de abarrotes con 1,43 kg/hab/día, las ferreterías con 1,30 kg/hab/día, seguido del minimarket con 1,26 kg/hab/día, las panaderías con 1,17 kg/hab/día, y con valores menores se encuentra las farmacias, librerías, peluquerías y/o fotocopiadoras, venta de ropa con 0,99,0,82, 0,81 y 0,72 kg/hab/día respectivamente.

5.2.3. Generación per cápita de los residuos domiciliarios y no domiciliarios

Es importante contar con la información acerca de la generación por habitante tanto de los residuos domiciliarios y los no domiciliarios debido a las variaciones que estos van a presentar a causa de diferentes factores e igual para plantear un sistema de gestión de los residuos sólidos estos datos son primordiales.

Los valores obtenidos de la generación per cápita de los domicilios y los establecimientos comerciales se presentan en la tabla 20

Tabla20. *Resultados de la PPC de los residuos domiciliarios y no domiciliarios.*

Tipo de Fuente	Tipos de residuos	PPC(Kg/Hab*Día)	N° Establecimientos
Domiciliarios	Viviendas	0,62	7064
No Domiciliarios Comercios	Tienda	1,43	50
	Ferretería	1,30	6
	Panadería	1,17	11
	Venta de ropa	0,72	12
	Librerías/fotocopia	0,82	9
	Mercados	1,79	1
	Minimarket	1,26	5
	Farmacia	0,99	15
	Venta de alimentos	1,46	45

No Domiciliarios Servicios	Peluquería	0,81	10
Total			7228

Fuente: Elaboración propia

Para determinar la producción per cápita total se determinó mediante la siguiente formula:

$ppctotal$

$$ppctotal = \frac{(ppc_{dom} * Nt_{vivi}) + (ppc_{tien} * Nt_{tien}) + (ppc_{ferr} * Nt_{ferr}) + (ppc_{pan} * Nt_{pan}) + (ppc_{vropa} * Nt_{vropa}) + (ppc_{libr} * Nt_{libr}) + (ppc_{mer} * Nt_{mer}) + (ppc_{min} * Nt_{min}) + (ppc_{far} * Nt_{far}) + (ppc_{vali} * Nt_{vali}) + (ppc_{pel} * Nt_{pel})}{Numero\ total\ de\ establecimientos}$$

$$ppctotal = \frac{(0,62 * 7064) + (1,43 * 50) + (1,30 * 6) + (1,17 * 11) + (0,72 * 12) + (0,82 * 9) + (1,79 * 1) + (1,26 * 5) + (0,99 * 15) + (1,46 * 45) + (0,81 * 10)}{7228}$$

$$ppctotal = \frac{0,64kg}{hab} * dia$$

5.2.4. Generación total diaria de los residuos

Determinamos la generación total de los residuos diario con la siguiente formula

$$Generacion\ total\ diaria\ de\ residuos = 0,64 \frac{kg}{hab} * dia * 23525\ habitantes = 15001,60kg/dia$$

5.2.5. Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios

En la tabla 21 se muestra los datos de la caracterización de los residuos sólidos en todas las parroquias del cantón Biblián.

Tabla21.	<i>Valores porcentuales del proceso de caracterización por parroquia.</i>					
Tipo de residuo	Biblián	Nazón	Sageo	Turupamba	Jerusalén	PROMEDIO TOTAL
Papel y cartón	14,62%	14,14%	15,07%	11,34%	12,79%	13,59%
Materia Orgánica	52,51%	69,42%	60,29%	55,23%	52,03%	57,90%

Plástico	23,26%	11,68%	10,42%	11,26%	16,95%	14,71%
Vidrio	5,17%	1,45%	9,39%	12,58%	9,47%	7,61%
Metales	4,44%	3,31%	4,83%	9,60%	8,76%	6,19%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 7 se muestra los valores encontrados en base al tipo de residuo sólido generado.

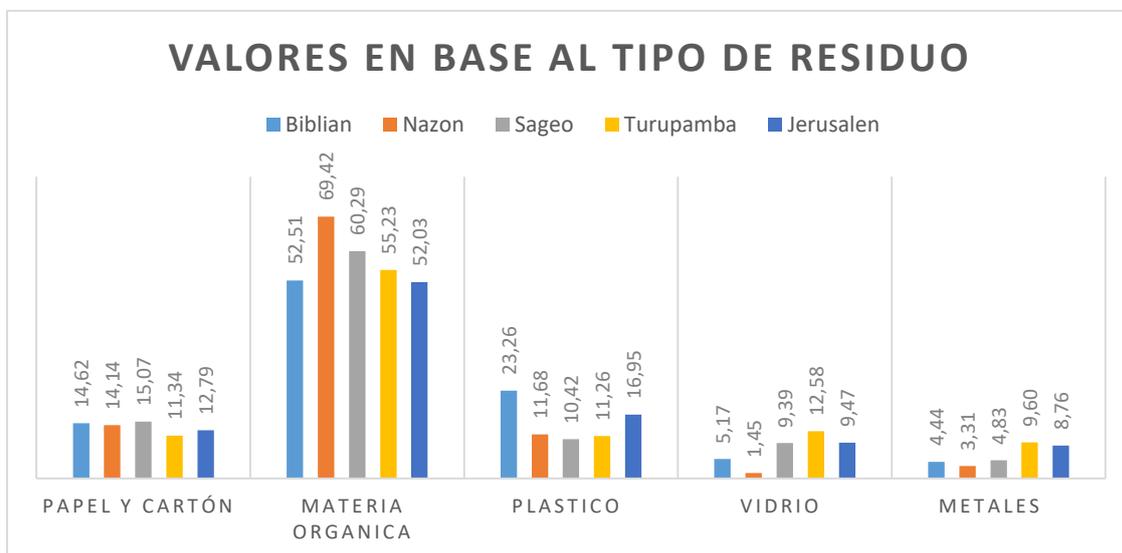


Ilustración 7. Valores en Base al tipo de residuo sólido.
Fuente: Elaboración propia

Igual se muestra los resultados de la caracterización en cada parroquia acorde a cada tipo de residuo, la materia orgánica es el residuo que mayor porcentaje representa en cada una de las parroquias, así Nazon es la zona con mayor representación del 69,42%, seguido de Sageo con el 60,29%, seguido de Turupamba con el 55,23%, luego Biblián con el 52,21% y finalmente Jerusalén con el 52,03%.

Respecto al papel y cartón la parroquia con mayor generación es Sageo con el 15,07%, seguido de Biblián con el 14,62%, luego la zona de Nazón con el 14,14% y finalmente están las parroquias de Jerusalén y Turupamba con el 12,79% y 11,34% respectivamente.

En cuanto al residuo plástico la parroquia con mayor generación es la de Biblián con un 23,26%, luego la zona de Jerusalén con 16,95%, seguido de Nazón con 11,68%, finalmente con los porcentajes menores de encuentran Turupamba y Sageo con 11,26 y 10,42% respectivamente.

Referente al vidrio, Turupamba es la parroquia que mayor porcentaje presenta con el 12,58%, seguido de Sageo y Jerusalén con porcentajes de 9,39% y 9,475% respectivamente, luego esta Biblián con 5,17%, y finalmente con el porcentaje menor esta Nazón con 1,45%. En el caso del metal las parroquias con mayor generación son Turupamba y Jerusalén con el 9,60% y 8,76%, seguido de Sageo, Biblián y Nazón con el 4,83%, 4,44% y 3,31% respectivamente

En la ilustración 8 se identifica los datos porcentuales totales de los residuos en las cinco parroquias que conforman el cantón Biblián, en donde se obtuvieron los siguientes resultados, 57,90% de materia orgánica, 14,71% de plástico, 13,59% de papel y cartón, finalmente el vidrio y metal con 7,61% y 6,19% respectivamente.

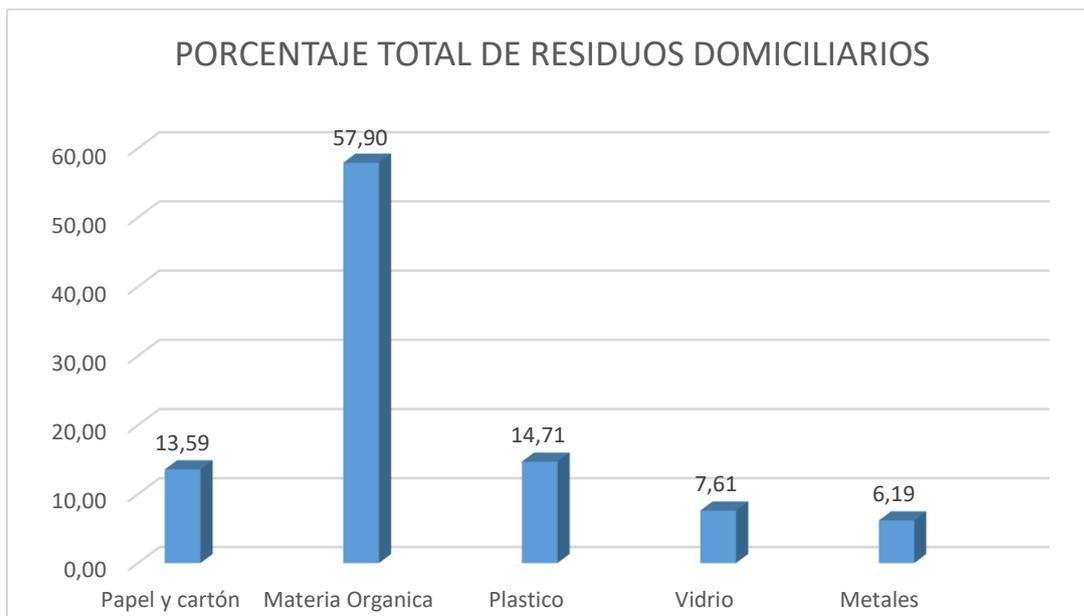


Ilustración 8. Valore porcentual promedio de residuos
Fuente: Elaboración propia

5.2.6. Caracterización de residuos no domiciliarios

En el siguiente apartado se presenta los resultados de la caracterización no domiciliaria, se dividió según el tipo de fuente, en residuos no domiciliarios comerciales y de servicios, teniendo así, en los no domiciliarios comerciales el 41,1% de residuos plásticos, el 38,9% orgánicos, 11,2% de papel y el 4,4% en cartón y vidrio. En los residuos no domiciliarios de servicios el 52,6% orgánicos, 19,2% de plástico, 15,75% de papel, 8,2% de cartón y finalmente el 4,25% de vidrio.

Tabla 22. Caracterización de residuos no domiciliarios
CARACTERIZACION DE RESIDUOS NO DOMICILIARIOS

Tipo de fuente	Tipo de residuos	Orgánicos	Plástico	Papel	Cartón	vidrio
Tienda		38,9%	41,1%	11,2%	4,4%	4,4%
	Ferretería					

No	Panadería					
Domiciliarios	Venta de					
Comercios	ropa					
	Librerías					
	Mercados					
	Minimarket					
No	Farmacia					
Domiciliarios	Venta de					
Servicios	alimentos	52,6 %	19,2%	15,75%	8,2%	4,25%
	Peluquería					

Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 9 se presentan los datos porcentuales promedio de la caracterización de residuos no domiciliario en donde se observa a los residuos orgánicos que poseen el mayor porcentaje con un 45,75%, seguido del plástico con un 30,15% el papel con un 13,46 %, finalmente el cartón y el vidrio con un promedio de 6,3% y 4,33% respectivamente.

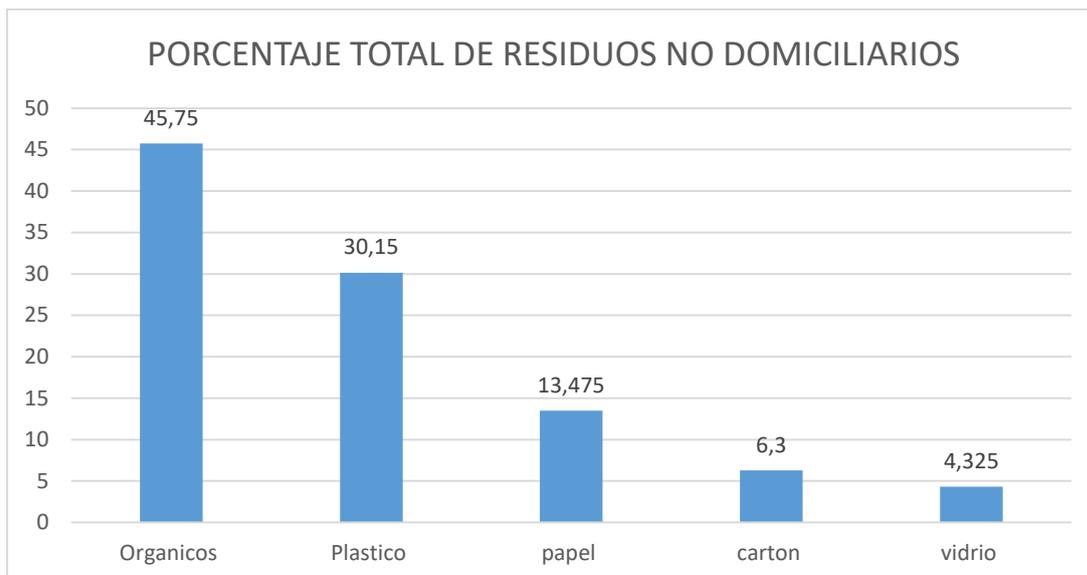


Ilustración 9. Valores porcentuales promedio de la caracterización no domiciliaria.
Fuente: Elaboración propia

5.2.7. Densidad de los residuos solidos

La tabla 23 representan los datos promedio de la densidad de los residuos sólidos en las áreas de estudio, la parroquia Biblián es el área de mayor generación de densidad con 235 Kg/m³, seguido de Nazón con 166,63 Kg/m³, continua Jerusalén con 129,54 Kg/m³, finalmente esta Turupamba y Sageo con 126,83 Kg/m³ y 120,20 Kg/m³ respectivamente. La densidad promedio de los residuos de todas las zonas de estudio del cantón es de 155,75 Kg/m³.

Tabla 23. Resultado de la densidad promedio de los residuos domiciliarios.

ZONA	Densidad media de los residuos (Kg/m ³)
BIBLIÁN	235,54
NAZÓN	166,63
SAGEO	120,20
TURUPAMBA	126,83
JERUSALEN	129,54
TOTAL	155,75

Fuente: Elaboración propia

5.3.RESULTADOS DEL PRE DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO

5.3.1. Parámetros de diseño

5.3.1.1. Proyección per cápita de los residuos sólidos.

“Se estima que la producción per cápita de los residuos aumente en 1% anual debido al desarrollo y crecimiento poblacional” (Jaramillo, 2002), se estima una proyección de 20 años, teniendo en cuenta que la gpc en el año 2022 es de 0,64 kg/hab/día.

$$GPC_0 = 0,64 \text{ kg/hab/día.}$$

$$GPC_{20} = 0,77 \frac{\text{kg}}{\text{hab} * \text{día}} * 1,01 = 0,78 \frac{\text{kg}}{\text{hab} * \text{día}}.$$

Teniendo ya la proyección GPC para 20 años, en el 2042 la generación per cápita será de 0,78 kg/hab*día los resultados se detallan en la columna 5 de la tabla 24.

5.3.1.2. Cobertura de servicio

“Según datos provistos por el Programa Nacional de Gestión integral de Desechos Sólidos, el MIDUVI y otras instituciones, se determinó que el servicio de recolección de residuos sólidos tiene una cobertura nacional promedio de 70%” ((PNGIDS), 2010), este dato se utilizara como valor de partida e ira aumentando el 0,5% cada 2 años hasta el 2030 lograr el 90% de cobertura de servicio en todo el cantón Biblián, la información se detalla en la columna 3 de la tabla 24.

5.3.1.3. Proyección total de residuos sólidos

Proyección de los residuos sólidos domiciliarios diarios

La proyección de residuos diarios se calcula a partir de la población de servicio con la generación per cápita correspondiente para cada año utilizando la siguiente ecuación:

Ecuación 11. Proyección de residuos domiciliarios.

$$DS_d = Pob_{ser} * GPC$$

Donde:

DSD: Cantidad de residuos sólidos producidos por día (Kg/día).

Pob ser: Población tota servida

GPC: Generación Per Cápita

$$DSD_{d2022} = 16468 \text{ hab} * 0,64 \frac{\text{kg}}{\text{hab} * \text{dia}} = 10539,31 \text{ Kg/dia}$$

$$DSD_{d2042} = 23887 \text{ hab} * 0,78 \frac{\text{kg}}{\text{hab} * \text{dia}} = 18653,60 \text{ Kg/dia}$$

Se calcula la producción diaria de los residuos sólido diarios para 20 años, los resultados se detallan en la columna 6 de la tabla 24.

5.3.1.4. Proyección de los residuos sólidos no domiciliarios diarios

La proyección de los residuos sólidos no domiciliarios comprende los residuos generados en fuentes no domiciliarios, para este cálculo se considera entre el 20 a 30% de los generado en los domicilios dependiendo del tamaño de la ciudad y del contexto socio económico (Flores, 2009).

Ecuación 12. Proyección residuos no domiciliarios.

$$DSND_d = DSD_d * 0,20\%$$

$$DSND_{d2022} = 10539,31 \frac{\text{Kg}}{\text{dia}} * 0,20\% = \frac{2107,86\text{Kg}}{\text{dia}}$$

$$DSND_{d2042} = 18653,60 \frac{\text{Kg}}{\text{dia}} * 0,20\% = \frac{3730,72 \text{ Kg}}{\text{dia}}$$

Se calcula la producción diaria de los residuos sólido diarios para 20 años, los resultados se presentan en la columna 7 de la tabla 24.

5.3.4.5. Generación Total de los residuos sólidos municipales anuales

“La generación de los residuos municipales es la suma de la generación de los residuos domiciliarios diarios y la generación de los residuos no domiciliarios” (Jaramillo, 2002).

Ecuación 13. Generación total de residuos.

$$GTR = DSD + DSND$$

$$GTR_{2022} = 10539,31 \frac{Kg}{dia} + 2107,66Kg * \frac{1Tn}{1000Kg} * \frac{365días}{1 año} = 4616,22Tn /año$$

$$GTR_{2042} = 18653,60 \frac{Kg}{dia} + 3730,72Kg * \frac{1Tn}{1000Kg} * \frac{365días}{1 año} = 8170,28 Tn /año$$

Se calcula la producción diaria de los residuos sólido diarios para 20 años, los resultados se detallan en la columna 8 de la tabla 24.

Tabla24. Resultados de la generación total de residuos sólidos municipales.

Año	Población (ha)	Cobertura	Población Servida	PPC	Cantidad de Residuos Sólidos		
					Residuos Sólidos Diarios (kg/día)	Residuos Sólidos No Domiciliarios (Ton)	Residuos Anuales
2022	23525	0,70	16468	0,64	2107,86	12647,17	4616,22
2023	23668	0,70	16567	0,65	2141,82	12850,90	4690,58
2024	23811	0,75	17858	0,65	2331,77	13990,63	5106,58
2025	23955	0,75	17966	0,66	2369,33	14216,00	5188,84
2026	24100	0,80	19280	0,67	2568,00	15408,01	5623,92
2027	24245	0,80	19396	0,67	2609,37	15656,22	5714,52
2028	24392	0,85	20733	0,68	2817,12	16902,70	6169,49
2029	24540	0,85	20859	0,69	2862,50	17174,99	6268,87
2030	24688	0,90	22219	0,69	3079,70	18478,23	6744,55
2031	24837	0,90	22354	0,70	3129,32	18775,89	6853,20
2032	24988	0,90	22489	0,71	3179,73	19078,35	6963,60

2033	25139	0,90	22625	0,71	3230,95	19385,69	7075,78
2034	25291	0,90	22762	0,72	3283,00	19697,97	7189,76
2035	25444	0,90	22899	0,73	3335,88	20015,29	7305,58
2036	25598	0,90	23038	0,74	3389,62	20337,71	7423,27
2037	25752	0,90	23177	0,74	3444,22	20665,33	7542,85
2038	25908	0,90	23317	0,75	3499,71	20998,23	7664,35
2039	26065	0,90	23458	0,76	3556,08	21336,49	7787,82
2040	26223	0,90	23600	0,77	3613,37	21680,20	7913,27
2041	26381	0,90	23743	0,77	3671,58	22029,45	8040,75
2042	26541	0,90	23887	0,78	3730,72	22384,32	8170,28

Fuente: Elaboración propia

5.3.4.6. Cálculo Del Volumen Necesario Para El Relleno Sanitario

Volumen diario de los residuos sólidos

Ecuación 14. Volumen diario de residuos.

$$V_{diario} = \frac{DS_p}{D_{rsm}}$$

Donde:

V_{diario}: Volumen diario (m³/día)

DS_p: Cantidad de RSM producidos (Kg/día)

D_{rsm}: Densidad de los RSM recién compactados, varía entre (400-500 Kg/m³)

$$V_{diario_{2022}} = \frac{12647,17 \text{ Kg/día}}{500 \text{ Kg/m}^3} = \frac{25,30 \text{ m}^3}{\text{día}}$$

$$V_{diario_{2042}} = \frac{22384,32 \text{ Kg/día}}{500 \text{ Kg/m}^3} = \frac{44,77 \text{ m}^3}{\text{día}}$$

Se calcula el volumen diario de los residuos sólido compactados para 20 años, los resultados se detallan en la columna 1 de la tabla 25.

Volumen anual

Ecuación 15. Volumen anual de residuos.

$$V_{\text{anual}} = V_{\text{diario}} * 365 \text{ dias}$$

$$V_{\text{anual}_{2022}} = \frac{25,30 \text{ m}^3}{\text{dia}} * 365 \text{ dias} = 9232,43 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}$$

$$V_{\text{anual}_{2042}} = \frac{44,77 \text{ m}^3}{\text{dia}} * 365 \text{ dias} = 16340,56 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}$$

Se calcula el volumen anual de los residuos sólido compactados para 20 años, los resultados se detallan en la columna 2 de la tabla 25.

Volumen de material de cobertura anual

Ecuación 16. Volumen del material de cobertura.

$$m. c = V_{\text{anual compactado}} * 0,25\%$$

$$m. c_{2022} = 9232,43 \frac{\text{m}^3}{\text{año}} * 0,25\% = 2308,11 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}$$

$$m. c_{2042} = 16340,56 \frac{\text{m}^3}{\text{año}} * 0,25\% = 4085,14 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}$$

Se estimó el volumen del material de cobertura para 20 años, los resultados se detallan en la columna 4 de la tabla 25.

Volumen anual de residuos estabilizados

Ecuación 17. Volumen anual de residuos estabilizados.

$$VAE = \frac{RSM_{\text{anual}}}{Drsm}$$

Donde:

VAE: Volumen anual estabilizado (m³/año)

RSM anual: Residuos sólidos municipales anuales

Drsm: Densidad de los residuos sólidos estabilizados (500-600Kg/m³).

$$VAE_{2022} = \frac{4616,22 \frac{Tn}{año} * \frac{1000Kg}{1Tn}}{600Kg/m^3} = 7693,69m^3$$

$$VAE_{2042} = \frac{8170,28 \frac{Tn}{año} * \frac{1000Kg}{1Tn}}{600Kg/m^3} = 13617,13 m^3$$

Se calcula el volumen de los residuos estabilizados para 20 años, los resultados se detallan en la columna 5 de la tabla 25.

Residuos estabilizados más material de cobertura

$$VAEms = VAE + m.c$$

$$VAEms_{2022} = 7693,69m^3 + 2308,11 \frac{m^3}{año} = 10001,80m^3/año$$

$$VAEms_{2042} = 13617,13 m^3 + 4085,14 \frac{m^3}{año} = 17702,27 m^3/año$$

Se calcula el volumen de los residuos estabilizados para 20 años, los resultados se detallan en la columna 6 de la tabla 25.

Volumen total de residuos acumulados

$$VTRA = VAEms + TRA \text{ año anterior}$$

$$VTRA_{2023} = \frac{10162,92 m^3}{año} + 10001,80 = 20164,73$$

$$VTRA_{2042} = \frac{17702,27 m^3}{año} + 285748,22 = 303450,49$$

Se calcula el volumen de los residuos estabilizados para 20 años, los resultados se presentan en la columna 7 de la tabla 25.

Tabla 25. *Resultados del volumen necesario para el diseño del relleno sanitario.*

Año	Volumen						
	Volumen Diario (m3)	Volumen Anual (m3)	Material de Cobertura	Material de Cobertura anual	Residuos Estabilizados	Residuos Estabilizados más material de cobertura	Total de Residuos Acumulados
2022	25,294	9232,43	6,324	2308,11	7693,69	10001,80	10001,80
2023	25,702	9381,159	6,425	2345,29	7817,63	10162,92	20164,73
2024	27,981	10213,158	6,995	2553,29	8510,96	11064,25	31228,98
2025	28,432	10377,682	7,108	2594,42	8648,07	11242,49	42471,47
2026	30,816	11247,846	7,704	2811,96	9373,21	12185,17	54656,64
2027	31,312	11429,038	7,828	2857,26	9524,20	12381,46	67038,09
2028	33,805	12338,971	8,451	3084,74	10282,48	13367,22	80405,31
2029	34,350	12537,740	8,587	3134,43	10448,12	13582,55	93987,86
2030	36,956	13489,105	9,239	3372,28	11240,92	14613,20	108601,06
2031	37,552	13706,401	9,388	3426,60	11422,00	14848,60	123449,66
2032	38,157	13927,198	9,539	3481,80	11606,00	15087,80	138537,46
2033	38,771	14151,552	9,693	3537,89	11792,96	15330,85	153868,31
2034	39,396	14379,519	9,849	3594,88	11982,93	15577,81	169446,12
2035	40,031	14611,159	10,008	3652,79	12175,97	15828,76	185274,88
2036	40,675	14846,531	10,169	3711,63	12372,11	16083,74	201358,62
2037	41,331	15085,694	10,333	3771,42	12571,41	16342,84	217701,45
2038	41,996	15328,710	10,499	3832,18	12773,92	16606,10	234307,56
2039	42,673	15575,640	10,668	3893,91	12979,70	16873,61	251181,17
2040	43,360	15826,549	10,840	3956,64	13188,79	17145,43	268326,59
2041	44,059	16081,499	11,015	4020,37	13401,25	17421,62	285748,22
2042	44,769	16340,556	11,192	4085,14	13617,13	17702,27	303450,49

Fuente: Elaboración propia

5.3.4.7. Cálculo Del Área Requerida

Cálculo del área por rellenar

Ecuación 18. Área de las zanjas o trincheras.

$$ARS = \frac{VTRA}{Hrs}$$
$$ARS_{2042} = \frac{303450,49 \text{ m}^3}{5m} = 60690,10 \text{ m}^2$$

Los resultados se detallan en la columna 1 de la tabla 26.

5.3.4.8. Cálculo del área total

Ecuación 19. Área total del relleno sanitario.

$$At = ARS * Fa$$

Donde:

At: Área total

ARS: Área por rellenar

Fa: Factor de aumento adicional (20-30%)

$$At_{2042} = 60690,10 \text{ m}^2 * 1,3$$

$$At_{2042} = 78897,13 \text{ m}^2$$

$$At_{2042} = 7,89 \text{ Ha}$$

Los resultados para los 20 años detallan en la columna 2 en la tabla 26

Tabla 26. Resultado del área total para el relleno sanitario.

Año	Área Celdas (m ²)	Área Total (m ²)
-----	-------------------------------	------------------------------

2022	2000,36	2600,47
2023	4032,95	5242,83
2024	6245,80	8119,53
2025	8494,29	11042,58
2026	10931,33	14210,73
2027	13407,62	17429,90
2028	16081,06	20905,38
2029	18797,57	24436,84
2030	21720,21	28236,28
2031	24689,93	32096,91
2032	27707,49	36019,74
2033	30773,66	40005,76
2034	33889,22	44055,99
2035	37054,98	48171,47
2036	40271,72	52353,24
2037	43540,29	56602,38
2038	46861,51	60919,96
2039	50236,23	65307,10
2040	53665,32	69764,91
2041	57149,64	74294,54
2042	60690,10	78897,13

Fuente: Elaboración propia

5.3.5. Resultados de la evaluación de posibles sitios para el relleno sanitario

Los aspectos básicos del área para poder ubicar el relleno sanitario deben aportar información con detalles específicos para que el buen vivir de las comunidades no se vea afectadas tomando en consideración la preservación de los recursos naturales como agua, aire y suelo. De acuerdo a la información obtenida se debe proceder a examinar cada una de las características del terreno y hacer una comparación

basándonos en las respectivas normativas establecidas para que así se pueda proceder al diseño y construcción. (Ministerio del Ambiente, 2021)

5.3.5.1. Estudio referencial del entorno del cantón Biblián

El cantón Biblián ubicado dentro de la provincia de Cañar posee características culturales y naturales los mismos que hacen de este lugar un entorno con una gran cobertura vegetal, con un gran movimiento en la agricultura y la ganadería, cuerpos de agua, zonas paisajísticas y áreas protegidas muy importantes para la preservación, áreas de senderismo y páramos que cubren una gran parte del cantón.



Ilustración 10. Mapa del cantón Biblián

Fuente: Google Earth

Antes de seguir con el diseño, se hicieron visitas de campo y se realizaron mapas específicos de los parámetros necesarios utilizando las herramientas Google Earth y ArcGis 10.6 y así poder seleccionar el sitio final. Textura, uso de suelo, hidrogeología, centros poblados, ríos, vías, senderos, permeabilidad, isoyetas, isothermas, lagos y lagunas, límites fronterizos y muy importante la pendiente del terreno son algunos parámetros tomados en consideración. Toda esta información se

obtuvo de las entidades gubernamentales y otras fuentes confiables que son actualizadas durante ciertos periodos de tiempo, entre estos tenemos: Geoportal IGM Ecuador, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Secretaría Nacional de información (SNI), Ministerio de Educación (MINEDUC), Ministerio de Salud Pública (MSP), Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC), La Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), Ministerio del Ambiente (MAE), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGAP).

A continuación, se presenta los mapas realizados:

Topografía

Se puede observar los diferentes valores de pendiente los cuales van de 0 a 64,5. La forma del terreno y visto que en la mayoría se cuenta con zonas de pendiente 0 a 25 se puede decir que las condiciones para la construcción se encuentran dentro del rango establecido. Por otra parte, las pendientes de mayor pronunciación se encuentran cerca de zonas altas y zonas de ríos y quebradas, además que forman parte del páramo.

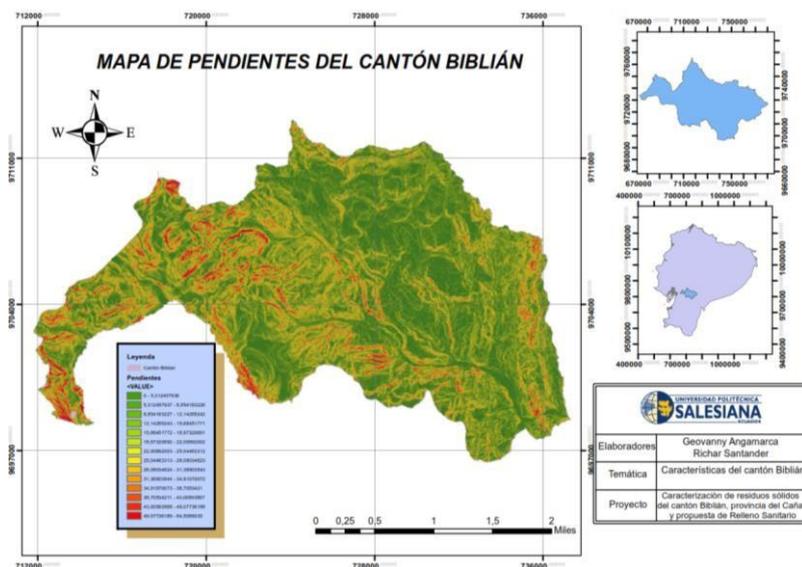


Ilustración 11. Mapa de pendientes del cantón Biblián.
Fuente: Elaboración propia

Hidrología

En el mapa se visualiza los ríos principales y secundarios que se encuentran dentro del cantón Biblián, esto nos permite tener un enfoque más claro de dónde se debe hacer la selección del sitio para evitar el daño paisajístico y sobre todo los daños a los ríos que si no se realiza un buen análisis de la ubicación estos podrían arrastrar los lixiviados que se pueden generar por la acumulación en el relleno sanitario de los residuos, desencadenando problemas en otros ámbitos



Ilustración 12. Mapa de la hidrología del cantón Biblián
Fuente: Elaboración propia

Isotermas

El mapa de isotermas nos muestra valores entre 2 a 14 Grados centígrados promedio en las zonas del cantón Biblián. Las temperaturas en el cantón Biblián influye de manera directa en el desarrollo del proyecto de la disposición final de los residuos, pero se realizó como referencia para poder llenar las respectivas tablas de factores y parámetros.

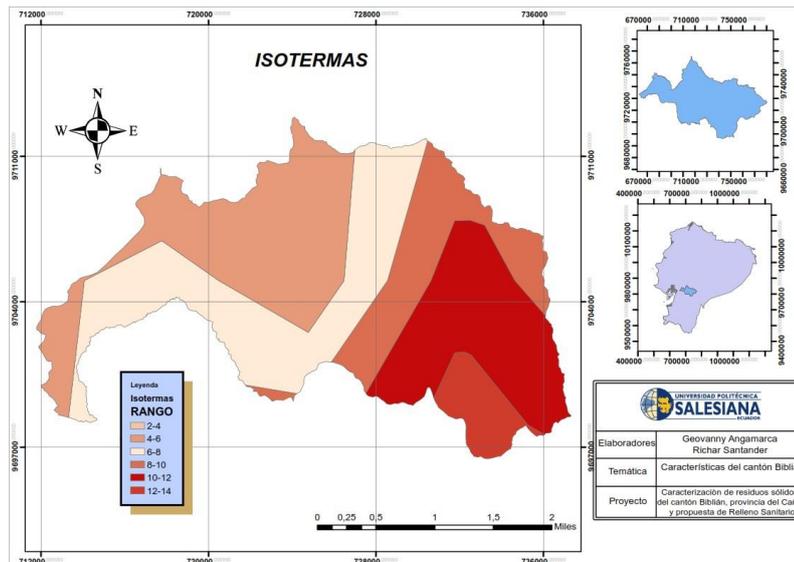


Ilustración 13. Mapa de Isothermas del cantón Biblián.
Fuente: Elaboración propia

5.3.5.5. Isoyetas

El mapa de Isoyetas del cantón nos muestra valores anuales de lluvias en 3 rangos diferentes, rangos que van desde 500 a 1500 mm/año de precipitación, lo cual nos aporta la idea de donde sería mejor construir el relleno sanitario y medir las ventajas y desventajas de escoger cierto lugar para evitar los arrastres y filtraciones de lixiviados como consecuencia de la influencia de las lluvias.

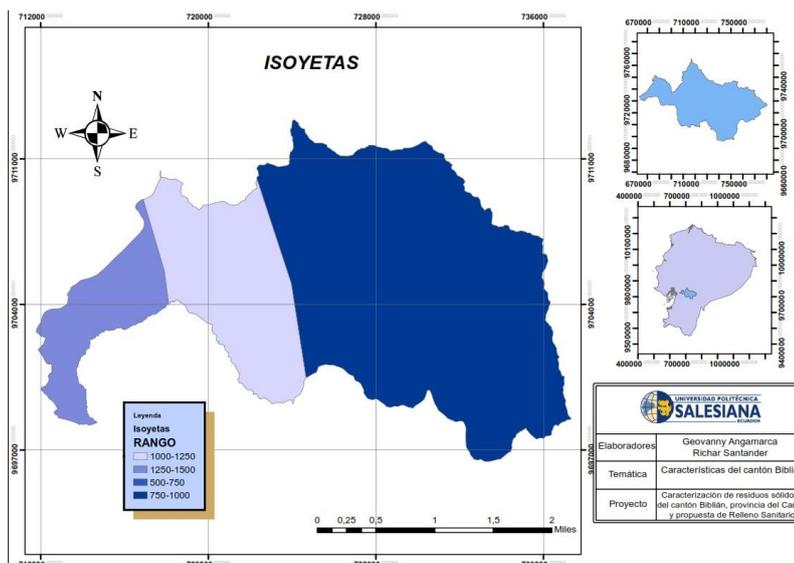


Ilustración 14. Mapa de Isoyetas del cantón Biblián.
Fuente: Elaboración propia

Hidrogeología – Permeabilidad

El mapa de hidrogeología y permeabilidad nos indica valores que se encuentran entre muy baja hasta generalmente baja siendo la valoración media con una porosidad intergranular el valor óptimo para los terrenos escogidos, esto quiere decir que la filtración de lixiviados y líquidos generados en el relleno sanitario no tendrán un efecto grave sino mediano ya que la capacidad de transmitir dichos elementos no será perjudicialmente importante para el suelo y sus alrededores. Según el límite permisible este debería ser menor a 10^{-6} .

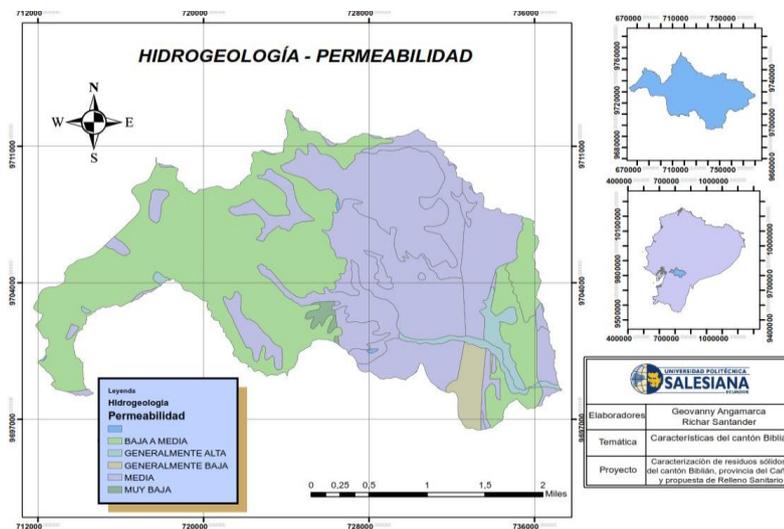


Ilustración 15. Mapa de Permeabilidad- Hidrogeología
Fuente: Elaboración propia

Centros Poblados

Tener en cuenta los centros poblados es muy importante al momento de elegir la ubicación del sitio por lo cual se creó un mapa para tener una referencia sobre los puntos habitados más cercanos y lejanos a los terrenos elegidos y así poder realizar la respectiva gestión para la futura elección del sitio final. Este mapa se realiza con el objetivo de elegir un lugar que no perjudique a las comunidades por medio de olores desagradables que sean dispersados con el viento local.

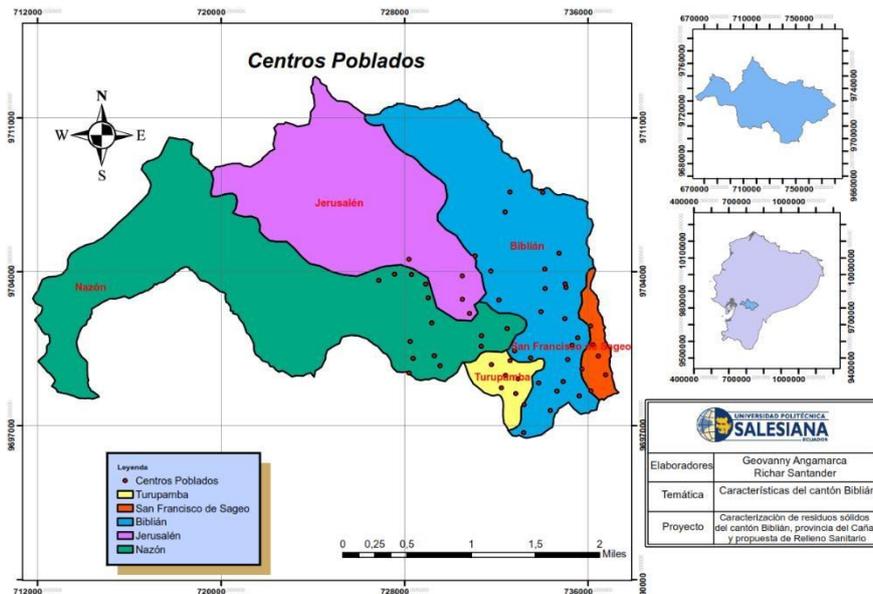


Ilustración 16. Mapa de centros poblados.
Fuente: Elaboración propia

Texturas del suelo

La textura del suelo al estar relacionado con otros factores como la permeabilidad cumple un papel importante en la filtración de lixiviados en el relleno sanitario ya que el tamaño de las partículas va a permitir que los líquidos generados se filtren o no.

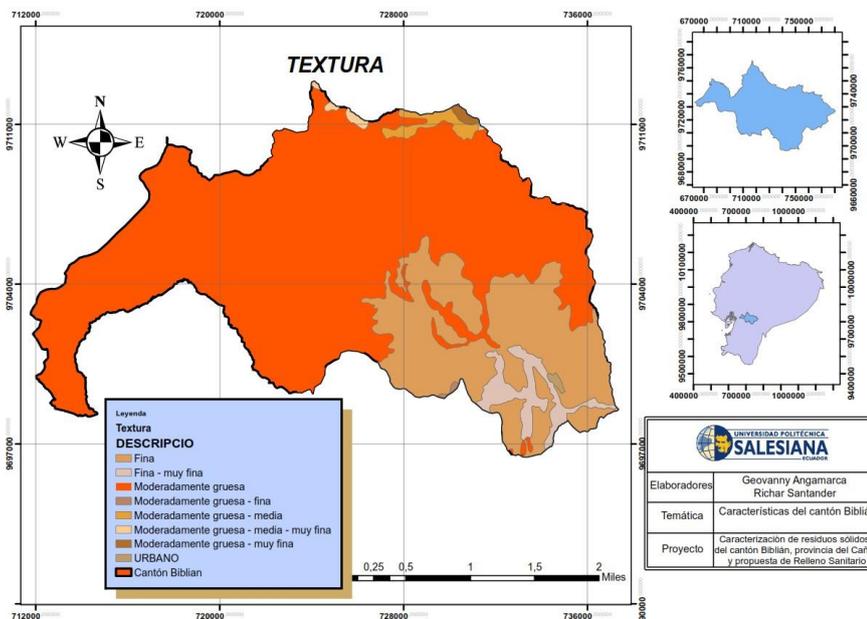


Ilustración 17. Mapa de texturas del suelo.
Fuente: Elaboración propia

Senderos y vías

Tener acceso a la zona del relleno sanitario es muy importante para la facilidad de transporte de los residuos generados. Igual los senderos para que los usuarios a parte de la movilidad cotidiana también puedan acceder a los debidos depósitos de basura para evitar arrojar en lugares prohibidos.

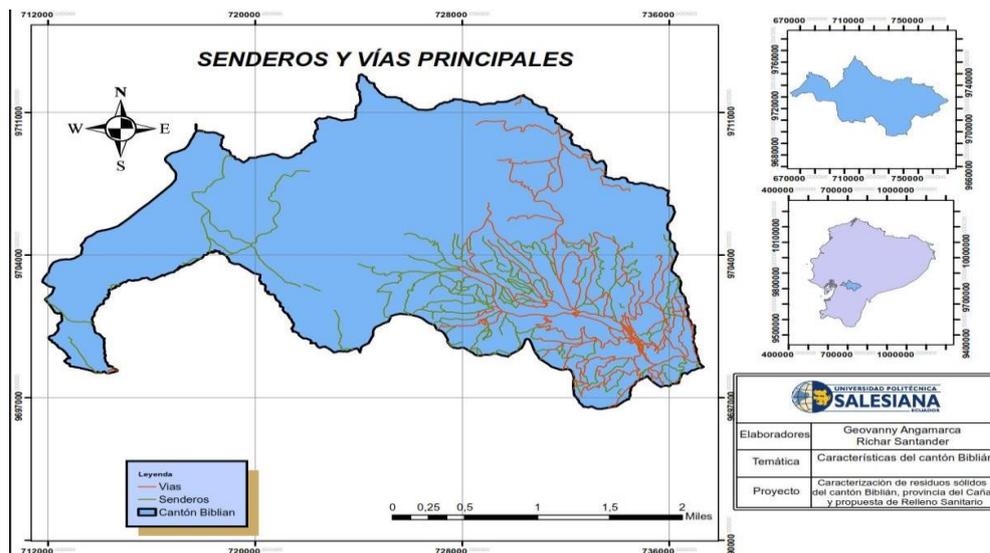


Ilustración 18. Mapa de senderos y vías.
Fuente: Elaboración propia

Mapa de uso de suelos

Uno de los mapas más importantes para la posible elección del sitio de construcción es sobre el de uso de suelos. Este nos brinda una variada información sobre las actividades y respectivos usos realizados en cada una de las zonas terrenales. Generalmente el suelo de Biblián se usa para el cultivo de granos y vegetales, así como grandes zonas de pasto natural y de vegetación arbustiva y actividad ganadera, dichos usos del suelo nos permiten escoger de manera más precisa un área adecuada.

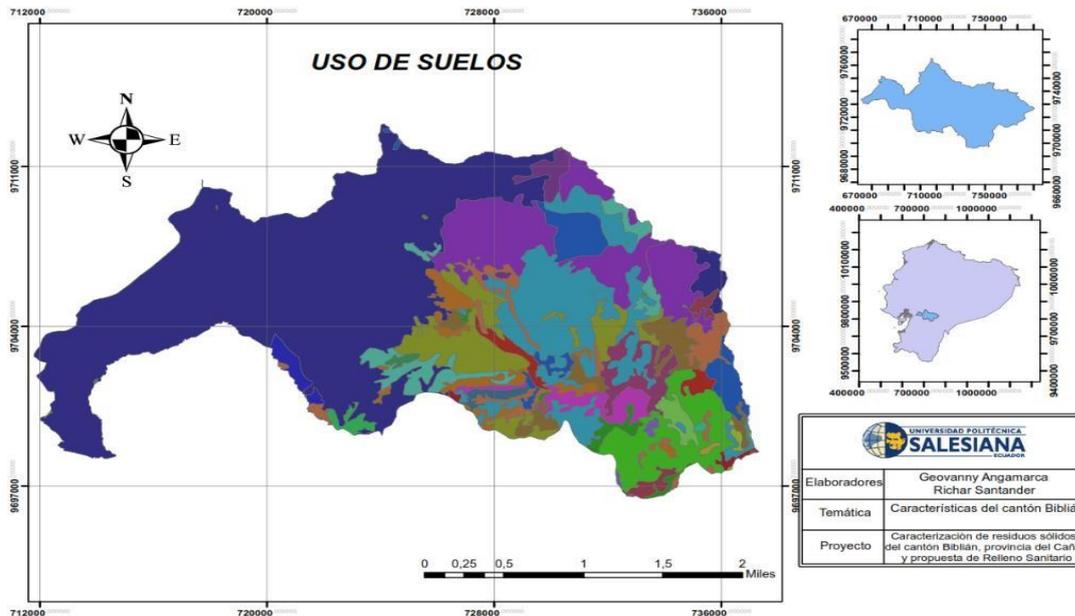


Ilustración 19. Mapa de uso de suelos.
Fuente: Elaboración propia

5.3.6. Descripción de los sitios alternativos

Se seleccionaron 3 sitios con respecto a los mapas realizados para poder tener una referencia de donde escoger y cuales parámetros sean los más adecuados para la selección del sitio final, esto con la finalidad de evitar inconvenientes en su mayoría a la sociedad y a los entornos naturales y que así pueda ser viable la posible construcción del relleno sanitario (Ricaldi et al., 2014)



Ilustración 20. Sitios alternativos para la ubicación.
Fuente: Google Earth

Tabla27. *Coordenadas centrales de los sitios alternativos*

SITIO	PARROQUIA	COORDENADAS UTM
Opción 1	Nazón	727921.00 m E 9699598.00 m S
Opción 2	Nazón	728962.00 m E 9699440.00 m S
Opción 3	Turupamba	730979.00 m E 9699557.00 m S

Fuente: Elaboración propia

Los análisis realizados por medio de los mapas y visitas de campo aportan información que nos permiten tener detalladamente las características de cada sitio alternativo lo cual, con los respectivos resultados, se puede escoger un sitio definitivo.

5.3.6.1.Descripción alternativa/opción 1



Ilustración 21. Sitio alternativo 1.
Fuente: Google Earth

Tabla28. *Coordenadas poligonales sitio alternativo 1.*

Vértice Poligonal	Coordenadas UTM
A	727661.00 m E

	9699577.00 m S
B	728117.00 m E 9699773.00 m S
C	727776.00 m E 9699478.00 m S
D	728208.00 m E 9699559.00 m S

Fuente: Elaboración propia

Las características principales del terreno son:

- Tiene un perímetro de 1,33 km.
- Tiene un área de 8,57 Ha.
- Se encuentra a una altitud de 3127 m.s.n.m.
- Tipo de suelo andisol y textura arcillosa limosa.
- Distancia a centros poblados menor a 1000 m.
- Presencia media de barreras naturales.
- Distancia a zonas acuíferas y ríos mayor a 500 m.
- Pendiente del terreno entre el 15% al 25%.
- Permeabilidad entre 10^{-5} y 10^{-6} .
- pH del suelo menor a 6.
- Terreno que permite el drenaje natural moderado.
- Acceso por carreteras.

5.3.6.2.Descripción alternativa/opción 2



Ilustración 22. Sitio alternativo 2.
Fuente: Google Earth

Coordenadas poligonales sitio alternativo 2.

Vértice Poligonal	Coordenadas UTM
A	728888.00 m E 9699651.00 m S
B	729150.00 m E 9699486.00 m S
C	728770.00 m E 9699320.00 m S
D	729106.00 m E 9699304.00 m S

Fuente: Elaboración propia

Las características principales del terreno son:

- Tiene un perímetro de 1,19 km
- Tiene un área de 8,58 Ha
- Se encuentra a una altitud de 3064 m.s.n.m

- Tipo de suelo andisol y textura arcillosa limosa
- Distancia a centros poblados mayor a 1000 m.
- Presencia media de barreras naturales
- Distancia a zonas acuíferas y ríos es mayor a 500 m.
- Pendiente del terreno entre el 15% al 25%
- Permeabilidad entre 10^{-5} y 10^{-6}
- pH del suelo mayor a 6
- Terreno que permite el drenaje natural moderado
- Acceso por carreteras

5.3.6.3.Descripción alternativa/opción 3



Ilustración 23. Sitio Alternativo 3.
Fuente: Google Earth

Tabla29. *Coordenadas poligonales sitio alternativo 3*

Vértice Poligonal	Coordenadas UTM
A	730827.96 m E 9699640.20 m S
B	731212.35 m E 9699638.35 m S
C	730814.85 m E 9699409.02 m S
D	731210.99 m E 9699412.89 m S

Fuente: Elaboración propia

Las características principales del terreno son:

- Tiene un perímetro de 1,20 km
- Tiene un área de 8,85 Ha
- Se encuentra a una altitud de 3131 m.s.n.m
- Tipo de suelo andisol y textura arcillosa limosa
- Distancia a centros poblados mayor a 1000 m.
- Presencia media de barreras naturales
- Distancia a zonas acuíferas y ríos es 500 m
- Pendiente del terreno entre el 15% al 25%
- Permeabilidad de 10^{-6} o menor
- pH del suelo mayor a 6

- Terreno que permite el drenaje natural moderado
- Acceso por carreteras

5.3.7. Evaluación de los posibles sitios

Para una explicación minuciosa de las características de los sitios alternativos y elección del sitio final dentro de la zona cantonal se tomó como fuente la “Guía para el Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios” donde se propone una metodología que permite tener un resultado óptimo al instante de escoger un terreno para el relleno sanitario. Dicha metodología está basada en el “Análisis de Factores y Parámetros para la identificación de los Sitios” donde se indican los factores, valores permisibles, la importancia de dichos factores y la ponderación de los mismos. La sumatoria mayor de la ponderación de las 3 opciones nos mostrará el terreno con los factores adecuados para la elección del sitio. Los resultados obtenidos están especificados en tablas que se presentan a continuación.

Opción 1

Tabla30. Factores y Parámetros Opción 1

- OPCIÓN 1

EVALUACION DEL SITIO 1						
ANALISIS DE FACTORES Y PARAMETROS PARA LA IDENTIFICACION DE LOS SITIOS						
Factores /Parámetros	Puntaje máximo (a)			Puntaje máximo	Importancia del factor (b)	Ponderación del factor (a*b)
	Valor permisible	Mejor valor	Valor medio			
FACTORES AMBIENTALES		3	2	1		de 1 a 5
	1000 m	>1000		<1000	1	5
						5

Proximidad a centros poblados							
Proximidad a otras instalaciones	1000 m	>1000		<1000	2	3	6
Presencia de zonas de recarga acuífera o fuentes de agua potable	500	>500		<500	1	5	5
Afectación paisajística	n.c.	Baja o inexistente	Media	Alta	3	5	15
Existencia de barreras naturales	n.c.	Alta	Media	Baja o inexistente	2	4	8
Existencia de áreas protegidas	n.c.	No		Si	3	5	15
Área con restos arqueológicos	n.c.	No		Si	3	5	15
Dirección del viento predominante	n.c.	En sentido contrario	En otro sentido	En el mismo sentido	1	4	4
FACTORES TECNICOS		3	2	1	de 1 a 5		
Vida Útil del terreno	15 años	>15 años		<15 años	3	4	12
Topografía del terreno	n.c.	15%a 25%	25% a 50%	0%a 10%	1	4	4
Textura	n.c.		Arcilla limoso		2	4	8

		Greda Franco Arcillosa		Sin presencia de arcilla			
Permeabilidad	10 ⁻⁶ cm/s	< 10 ⁻⁶	Entre 10 ⁻⁵ y 10 ⁻⁶	>10 ⁻⁵	2	5	10
Barrera Geológica	1.50 m	>1,50		<1,50	2	5	10
Características de drenaje superficial		Bien drenado (> 3m todo el año)	Modernamente drenado (0,50 y 3 m parte del año)	Pobrement e drenados (0,50 y 3 m mayor parte del año)	2	4	8
Ph suelo	n.c.	> 6.0	Entre 5,5 y 6,0	< 5,5	3	3	9
FACTORES ECONOMICOS		3	2	1	de 1 a 5		
Distancia en el recorrido en el transporte de los residuos	20Km	<20		>20	3	3	9
Disponibilidad de material de cobertura	n.c.	Material de cobertura en el sitio	Material de cobertura próximo al sitio	Sin material de cobertura	3	4	12
Caminos de accesos	n.c.	Transitable	Requiere mejoras	Apertura	3	4	12
Disponibilidad de servicios básicos	n.c.	Agua y luz en el sitio	Servicios próximos al sitio	Sin servicios básicos	3	4	12
	n.c.				2	4	8

Uso actual del terreno y colindantes		Terreno improductivo	Terreno de pastoreo	Terreno productivo			
FACTORES SOCIALES		3	2	1		de 1 a 5	
Opinión Pública	n.c.	Opinión Favorable	Opinión Dividida	Opinión desfavorable	2	4	8
Interés en el proyecto	n.c.	Interés favorable	Interés medio	Sin interés	2	4	8
FACTORES LEGALES		3	2	1		de 1 a 5	
Derecho Propietario	n.c.	Publico	Comunitario	Privado	1	5	5
TOTAL							208

Fuente: Elaboración Propia

- **OPCIÓN 2**

Tabla 31. Factores y Parámetros Opción 2.
EVALUACIÓN DEL SITIO 2

ANÁLISIS DE FACTORES Y PARAMETROS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS SITIOS							
Factores /Parámetros	Puntaje máximo (a)				Puntaje máximo	Importancia del factor (b)	Ponderación del factor (a*b)
	Valor máximo permisible	Mejor valor	Valor Medio	Peor valor			
FACTORES AMBIENTALES		3	2	1		de 1 a 5	
Proximidad a centros poblados	1000 m	>1000		<1000	1	5	5
Proximidad a otras instalaciones	1000 m	>1000		<1000	2	3	6

Presencia de zonas de recarga acuífera o fuentes de agua potable	500	>500		<500	1	5	5
Afectación paisajística	n.c.	Baja o inexistente	Media	Alta	2	5	10
Existencia de barreras naturales	n.c.	Alta	Media	Baja o inexistente	2	4	8
Existencia de áreas protegidas	n.c.	No		Si	3	5	15
Área con restos arqueológicos	n.c.	No		Si	3	5	15
Dirección del viento predominante	n.c.	En sentido contrario	En otro sentido	En el mismo sentido	1	4	4
FACTORES TECNICOS		3	2	1	de 1 a 5		
Vida Útil del terreno	15 años	>15 años		<15 años	3	4	12
Topografía del terreno	n.c.	15%a 25%	25% a 50%	0%a 10%	1	4	4
Textura	n.c.	Greda Franco Arcillosa	Arcilla limoso	Sin presencia de arcilla	2	4	8
Permeabilidad	10^{-6} cm/s	$< 10^{-6}$	Entre 10^{-5} y 10^{-6}	$>10^{-5}$	2	5	10
Barrera Geológica	1.50 m	>1,50		<1,50	2	5	10

Características de drenaje superficial		Bien drenado (> 3m todo el año)	Modernamente drenado (0,50 y 3 m parte del año)	Pobremente drenados (0,50 y 3 m mayor parte del año)	2	4	8
Ph suelo	n.c.	> 6.0	Entre 5,5 y 6,0	< 5,5	3	3	9
FACTORES ECONOMICOS		3	2	1	de 1 a 5		
Distancia en el recorrido en el transporte de los residuos	20Km	<20		>20	3	3	9
Disponibilidad de material de cobertura	n.c.	Material de cobertura en el sitio	Material de cobertura próximo al sitio	Sin material de cobertura	3	4	12
Caminos de accesos	n.c.	Transitable	Requiere mejoras	Apertura	3	4	12
Disponibilidad de servicios básicos	n.c.	Agua y luz en el sitio	Servicios próximos al sitio	Sin servicios básicos	3	4	12
Uso actual del terreno y colindantes	n.c.	Terreno improductivo	Terreno de pastoreo	Terreno productivo	2	4	8
FACTORES SOCIALES		3	2	1	de 1 a 5		
Opinión Pública	n.c.	Opinión Favorable	Opinión Dividida	Opinión desfavorable	2	4	8
Interés en el proyecto	n.c.	Interés favorable	Interés medio	Sin interés	2	4	8
FACTORES LEGALES		3	2	1	de 1 a 5		

Derecho Propietario	n.c.	Publico	Comunitario	Privado	1	5	5
TOTAL							203

Fuente: Elaboración Propia

- OPCIÓN 3**

Tabla32. Factores y Parámetros Opción 3.

EVALUACIÓN DEL SITIO 3							
ANÁLISIS DE FACTORES Y PARAMETROS PARA LA IDENTIFICACION DE LOS SITIOS							
Factores /Parámetros	Puntaje máximo (a)				Puntaje máximo	Importancia del factor (b)	Ponderación del factor (a*b)
	Valor máximo permisible	Mejor valor	Valor medio	Peor valor			
FACTORES AMBIENTALES		3	2	1		de 1 a 5	
Proximidad a centros poblados	1000 m	>1000		<1000	3	5	15
Proximidad a otras instalaciones	1000 m	>1000		<1000	2	3	6
Presencia de zonas de recarga acuífera o fuentes de agua potable	500	>500		<500	2	5	10
Afectación paisajística	n.c.	Baja o inexistente	Media	Alta	3	5	15
Existencia de barreras naturales	n.c.	Alta	Media	Baja o inexistente	2	4	8
Existencia de áreas protegidas	n.c.	No		Si	3	5	15

Área con restos arqueológicos	n.c.	No		Si	3	5	15
Dirección del viento predominante	n.c.	En sentido contrario	En otro sentido	En el mismo sentido	2	4	8
FACTORES TECNICOS		3	2	1	de 1 a 5		
Vida Útil del terreno	15 años	>15 años		<15 años	3	4	12
Topografía del terreno	n.c.	15%a 25%	25% a 50%	0%a 10%	3	4	12
Textura	n.c.	Greda Franco Arcillosa	Arcilla limoso	Sin presencia de arcilla	2	4	8
Permeabilidad	10 ⁻⁶ cm/s	< 10 ⁻⁶	Entre 10 ⁻⁵ y 10 ⁻⁶	>10 ⁻⁵	3	5	15
Barrera Geológica	1.50 m	>1,50		<1,50	2	5	10
Características de drenaje superficial		Bien drenado (> 3m todo el año)	Modernamente drenado (0,50 y 3 m parte del año)	Pobremente drenados (0,50 y 3 m mayor parte del año)	2	4	8
Ph suelo	n.c.	> 6.0	Entre 5,5 y 6,0	< 5,5	3	3	9
FACTORES ECONOMICOS		3	2	1	de 1 a 5		
Distancia en el recorrido en el transporte de los residuos	20Km	<20		>20	3	3	9

Disponibilidad de material de cobertura	n.c.	Material de cobertura en el sitio	Material de cobertura próximo al sitio	Sin material de cobertura	3	4	12
Caminos de accesos	n.c.	Transitable	Requiere mejoras	Apertura	3	4	12
Disponibilidad de servicios básicos	n.c.	Agua y luz en el sitio	Servicios próximos al sitio	Sin servicios básicos	3	4	12
Uso actual del terreno y colindantes	n.c.	Terreno improductivo	Terreno de pastoreo	Terreno productivo	2	4	8
FACTORES SOCIALES		3	2	1	de 1 a 5		
Opinión Publica	n.c.	Opinión Favorable	Opinión Dividida	Opinión desfavorable	2	4	8
Interés en el proyecto	n.c.	Interés favorable	Interés medio	Sin interés	2	4	8
FACTORES LEGALES		3	2	1	de 1 a 5		
Derecho Propietario	n.c.	Publico	Comunitario	Privado	1	5	5
TOTAL							240

Fuente: Elaboración Propia

Las tablas anteriores nos muestran los diferentes resultados de la ponderación de los factores lo cual se obtiene mediante:

*Ponderación del factor = Puntaje máximo (a) * Importancia del factor (b)*

- **El puntaje máximo** nos indica las condiciones óptimas, medias o peores para el terreno

- **La importancia** nos indica que tan influyente es dicho factor con respecto al análisis de los parámetros. Los factores sociales y legales a menudo presentan mayor importancia
- **La ponderación** nos brinda una idea cuantitativa de cuanto pesan los valores relacionados con los factores.

La sumatoria de las ponderaciones de cada opción de sitio para la elaborar el pre diseño del relleno sanitario nos indica cual es la mejor opción, siendo ésta la de mayor valor.

Tabla 33. Resultados de Ponderación.

SITIO	VALOR DE PONDERACIÓN
OPCIÓN 1	208
OPCIÓN 2	203
OPCIÓN 3	240

Fuente: Elaboración propia

Según el estudio de la evaluación de los sitios la opción más viable para la construcción del relleno sanitario es el sitio alternativo número 3 con un valor de 240 puntos, ya que, gracias a las propiedades como el tipo de suelo, acceso a carreteras, barreras naturales, capacidad de drenaje superficial y natural, pH adecuado, permeabilidad, es viable y recomendable esta alternativa.

5.3.8. Dimensionamiento

5.3.8.1. Cálculos de la zanja

Volumen de la zanja

Una vez calculada la vida útil de la zanja, se debe proceder a calcular el tiempo de la maquinaria que se requiere y el volumen de la excavación. (Jaramillo, 2002).

Ecuación 20. Volumen de la zanja.

$$V_z = \frac{t * Crsr * Mc}{Drsm}$$

Donde:

- V_z = Volumen zanja (m^3)
- t = Vida útil (días)
- $CRSr$ = RSM recolectados (kg/día)
- Mc = Material de cobertura (0,20-0,25 del volumen compactado)
- $Drsm$ = Densidad de los RSM (kg/m^3)

$$V_z 2022 = \frac{90 \text{ dias} * 12647 \left(\frac{kg}{\text{día}}\right) * 1,25}{500 \left(\frac{kg}{m^3}\right)}$$

$$V_z 2022 = 2845,61 m^3$$

Para los años posteriores se realiza el mismo procedimiento hasta el año 2042 utilizando los respectivos datos calculados anualmente.

Dimensiones de la zanja

Las dimensiones de la zanja se dividen en profundidad, ancho y longitud lo cual se calcula de la siguiente manera:

Profundidad

La profundidad de la zanja debe ser impuesto de 2 a 5 metros dependiendo de factores como el nivel freático, tipo de suelo, costos y equipos de excavación. (Jaramillo, 2002). En este caso se utilizarán 5 metros de profundidad en el diseño de la zanja.

Ancho

El ancho de la zanja puede tener una medida de 3 a 6 metros, además que es de conveniencia para una óptima operación y rendimientos en el trabajo. Se impondrán 6 metros de ancho de la zanja.

Longitud

La longitud va a estar condicionada por la vida útil de la zanja. Con los datos obtenidos de volumen, ancho y profundidad podemos obtener el largo de la siguiente manera:

Ecuación 21. Longitud de la zanja.

$$L = \frac{V}{a * h}$$

Donde:

- L = Longitud (m)
- V = Volumen (m³)
- a = Ancho medio (m)
- h = Profundidad (m)

Por lo tanto, tenemos:

$$L = \frac{2845,61 \text{ m}^3}{6\text{m} * 5\text{m}}$$

$$L = 95 \text{ m}$$

Número de zanjas

Se debe calcular el número de zanjas que se puede obtener del primer año para posteriormente extrapolar este resultado hasta los 20 años siguientes. Se necesita suponer un factor adicional el cual le damos el valor de 1,3 para las separaciones que se presenten entre zanjas.

Ecuación 22. Número de zanja.

$$N. \text{ an} = \frac{At}{F * Az}$$

Donde:

- N. an = Número anuales de zanjas
- At = Área total del sitio (m²)
- F = Factor adicionales de áreas (1.2 a 1.4)
- Az = Área zanja (m²)
- Nfinal = Número de zanjas totales al final de los 20 años

Resultados para el primer año:

$$N. an = \frac{2000,36 \text{ (m}^2\text{)}}{1,3 * 6m * 95m}$$

N. an = 3 zanjas

Para cada año posterior se realiza la misma operación con los datos de área total para cada una de las celdas

Resultados para el año final:

$$N. final = \frac{60690,10 \text{ (m}^2\text{)}}{1,3 * (6m * 95m)}$$

N. final = 82 zanjas

Resumen general de los cálculos de la zanja

En la siguiente tabla se observa los datos obtenidos a través de las funciones de Excel.

Tabla34. Datos del cálculo de la zanja

Tiempo de vida de zanja días	Volumen de trinchera	longitud de zanja	numero de zanjas al año
90	2845,61	95	3
90	2891,45	95	5
90	3147,89	95	8
90	3198,60	95	11
90	3466,80	95	15
90	3522,65	95	18
90	3803,11	95	22
90	3864,37	95	25
90	4157,60	95	29
90	4224,58	95	33
90	4292,63	95	37
90	4361,78	95	42
90	4432,04	95	46
90	4503,44	95	50

90	4575,99	95	54
90	4649,70	95	59
90	4724,60	95	63
90	4800,71	95	68
90	4878,05	95	73
90	4956,63	95	77
90	5036,47	95	82

Fuente: Elaboración propia

5.3.8.2. Cálculo de la celda diaria

La celda diaria está dimensionada para economizar material con el objetivo de proporcionar un frente de trabajo para así poder descargar los vehículos que se encargan de la recolección de los residuos (Jaramillo, 2002).

Volumen celda diaria

El volumen de la celda diaria es calculado con la siguiente ecuación:

Ecuación 23. Volumen celda diaria

$$V_c = \frac{CMDRs}{Drsm} * Mc$$

Donde:

- CMDRs = Cantidad media diaria (kg/día)
- Drsm = Densidad de los residuos sólidos que están compactados en el relleno sanitario manual, los valores van desde (Se usa 500 kg/m³)
- Mc = Material de cobertura (Se usa el 25%)

Resultado para el primer año:

$$V_c = \frac{12647.1 \frac{kg}{día}}{500 \frac{kg}{m^3}} * 0,25$$

$$V_c = 6,32 m^3$$

Se realiza para los años siguientes con los datos de los residuos generados diariamente hasta obtener para los 20 años. Se debe tomar en cuenta las condiciones de la densidad de la basura compactada, esta debe ser menor que la basura estabilizada

El tamaño de la celda aumentará con el paso de cada año, ya que la generación de volumen diario de residuos sólidos también incrementará cada año (Jaramillo, 2002).

Se necesitan de los siguientes parámetros para dimensionar la celda diaria:

Área de la celda diaria

Ecuación 24. Área de la celda.

$$Ac = \frac{Vc}{hc}$$

Donde:

- Ac = Área celda diaria (m^2)
- Vc = Volumen celda diaria (m^3)
- hc = Altura celda diaria (Se usa 2,50 m)

Resultado para el primer año:

$$Ac = \frac{6,32 m^3}{2,5 m}$$

$$Ac = 2,53 m^2$$

Se realiza para los años siguientes con los datos de los residuos generados diariamente hasta obtener para los 20 años. El área requerida para la celda diaria irá aumentando cada año.

Largo de la celda diaria

Como la celda diaria a diseñar es rectangular entonces se entiende que requerirá menos cantidad de material de cobertura, por lo tanto, sería mejor calcular la longitud mediante la raíz cuadrada del área de la celda.

Ecuación 25. Longitud de la celda.

$$Lc = \sqrt{Ac}$$

Donde:

- Lc = Longitud celda diaria (m)
- Ac = Área celda diaria (m²)

Resultados para el primer año:

$$Lc = \sqrt{2,53 \text{ m}^2}$$

$$Lc = 1,60 \text{ m}$$

El largo de la celda diaria irá aumentando a medidas cortas cada año por lo tanto se realizan los cálculos para los 20 años posteriores.

Los datos obtenidos y extrapolados de los 20 años en total, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla35. *Resultados de la celda diaria*

RSM que se deben disponer (kg/día)	Volumen total celda diaria (m3)	Área celda diaria	Longitud celda diaria
12647,17	6,32	2,53	1,59
12850,90	6,43	2,57	1,60
13990,63	7,00	2,80	1,67
14216,00	7,11	2,84	1,69
15408,01	7,70	3,08	1,76
15656,22	7,83	3,13	1,77
16902,70	8,45	3,38	1,84
17174,99	8,59	3,43	1,85
18478,23	9,24	3,70	1,92
18775,89	9,39	3,76	1,94
19078,35	9,54	3,82	1,95
19385,69	9,69	3,88	1,97
19697,97	9,85	3,94	1,98
20015,29	10,01	4,00	2,00
20337,71	10,17	4,07	2,02
20665,33	10,33	4,13	2,03

20998,23	10,50	4,20	2,05
21336,49	10,67	4,27	2,07
21680,20	10,84	4,34	2,08
22029,45	11,01	4,41	2,10
22384,32	11,19	4,48	2,12

5.3.8.3.Cálculo de fuerza laboral

La fuerza laboral o mano de obra depende de algunos factores importantes, entre los cuales tenemos los siguientes:

- Cantidad de residuos sólidos que hay que tener
- Disposición y tipo de material para cobertura
- Días hábiles
- Jornada laboral diaria
- Condiciones relacionadas al clima
- Evacuación de los residuos en la zona de trabajo del relleno sanitario
- Rentabilidad y productividad de obreros.

La tabla a continuación nos muestra un modelo para estimar la cantidad de obreros necesarios para el relleno sanitario. Se consideran 8 horas de trabajo diario en los días hábiles y un tiempo preciso y efectivo de 6 horas y dicho rendimiento puede ir variando en cada zona en relación a los factores indicados en los puntos anteriores.

Guía para calcular el número de trabajadores.

Operación	Rendimientos	Hombre/día	
Movimiento de desechos	$\frac{\text{Desechos solidos } (\frac{t}{\text{día}})}{\frac{0,95t}{\text{hora}} - \text{hombre}}$	$* \frac{1}{6 \text{ horas}}$	3
Movimiento de desechos	$\frac{\text{Area superficial } (m^2)}{\frac{20 m^2}{\text{hora}} - \text{hombre}}$	$* \frac{1}{6 \text{ horas}}$	0,04

Movimiento de desechos	$\frac{\text{Tierra (m3)}}{0,35 \text{ a } 0,70 \frac{\text{m3}}{\text{hora}} - \text{hombre}}$	$* \frac{1}{6 \text{ horas}}$	8
Movimiento de desechos	$\frac{\text{Area superficial (m2)}}{20 \frac{\text{m2}}{\text{hora}} - \text{hombre}}$	$* \frac{1}{6 \text{ horas}}$	0,04
Relleno Sanitario	17,70 tn/día	12 hombres	12

Fuente: (Jaramillo, 2002)

5.3.9. Generación de lixiviados

El fluido al contacto temporal con un sólido por medio de un proceso de percolación forma el líquido conocido como lixiviado. El lixiviado lo que hace es arrastrar la composición soluble del sólido ya sea por plásticos, compuestos orgánicos u otros compuestos perjudiciales para el medio ambiente con lo que se podría contaminar las zonas de cuidado alrededor del relleno sanitario.

Cálculo de la generación de lixiviados

Primero se calcula el caudal medio de lixiviado el dato que se utiliza es la precipitación media anual, utilizaremos como ejemplo el método suizo para calcular el caudal medio mediante la siguiente ecuación:

$$Qm = \frac{1}{t} * P * A * K$$

Donde:

- Qm = Caudal medio lixiviado (L/seg)
- P = Precipitación media al año (mm/año)
- A = Área superficial relleno (m²)
- t = Segundos anual (3'153.600 seg/año)
- K = Factor de compactación de los residuos (se usa K=0,25)

El dato de precipitación media anual en los años 2015 – 2019 según el PDOT de la provincia del Cañar es de 894,6 mm/año (PDOTPC, 2021). Por lo tanto, tenemos entonces que el caudal medio de lixiviado para la zona de terraplenes es el siguiente:

Ecuación 26. Caudal de generación de lixiviados.

$$Qm = \frac{1}{31'536.000 \frac{seg}{año}} * 894,6 \frac{mm}{año} * 2000,36 m^2 * 0,25$$

$$Qm = 0,000430 \frac{m^3}{seg} * \frac{1000 L}{m^3}$$

$$Qm = 0,43 \frac{L}{seg}$$

Tratamiento para los lixiviados

El tratamiento para los lixiviados es muy importante ya que nos permite evacuar finalmente el líquido percolado de una manera que este no perjudique al medio ambiente en muchos aspectos, ya sea debido por su filtración en el suelo, su posible mezcla con cuerpos de agua y otros factores ambientales que deben ser protegidos y cuidados bajo la responsabilidad del personal del relleno sanitario y el municipio encargado de la gestión correspondiente.

Existen múltiples tratamientos para manejar el líquido percolado o lixiviado los cuales apuntamos a continuación (Chávez, 2011) :

- Recirculación
- Evaporación de lixiviados
- Coagulación/floculación/sedimentación
- Adsorción
- Oxidación química
- Membranas (Ósmosis inversa)

- Humedales Artificiales
- Precipitación Química

Para el tratamiento propuesto en el relleno sanitario de Biblián, se ha escogido el método de un tratamiento químico en un tanque séptico y tomando en cuenta los factores de clima y accesibilidad a algunos especímenes de plantas acuáticas eficaces para establecer un tratamiento a los lixiviados se sugiere un humedal artificial luego del mencionado tanque séptico.

Tubería

El propósito principal de las tuberías son almacenar y transportar los lixiviados hacia una red principal con el fin de evitar que se cause la filtración hacia las zonas más vulnerables del suelo. Esta red principal conduce el líquido percolado a un tanque séptico directamente si las condiciones topográficas son favorables, caso contrario se construye un pozo de almacenamiento donde se acumulan los lixiviados para posteriormente ser tratados.

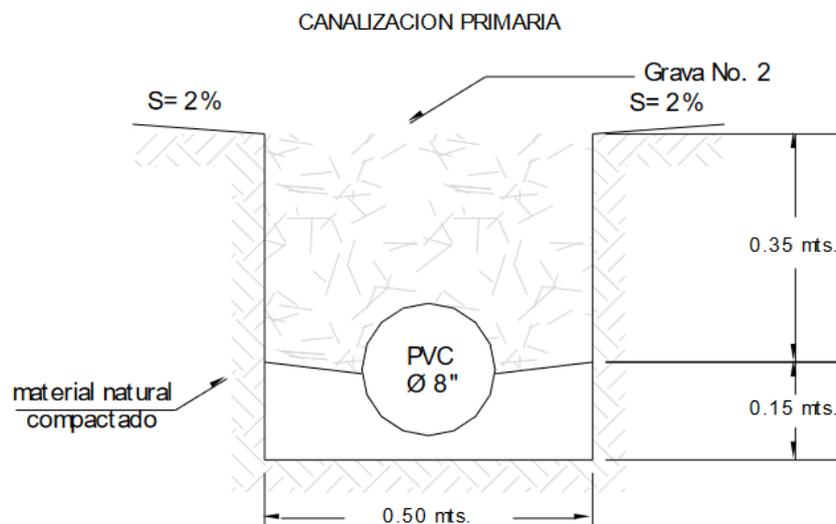


Ilustración 24. Dimensiones de la tubería para los lixiviados

Fuente:(Díaz & Vallejo, 2017).

En la ilustración 24 se muestra la red de tuberías de 8 pulgadas de diámetro y con perforaciones que sirven para el paso de los lixiviados desde la zanja de los residuos hasta el conducto. Estas tuberías están construidas dentro de zanjas de (0,6 de ancho * 1m de profundidad). También hay que tener en cuenta que para que el lixiviado fluya a través de las tuberías, estas deben tener una pendiente del 2% y que así por efecto de la gravedad estos sean transportados a la tubería principal también de 8 pulgadas de diámetro. Estas tuberías se recomiendan que sean cubiertas por mallas soldadas y piedras ciclópeo de 0,10 a 0,15 m. (Díaz & Vallejo, 2017)

Pozo de almacenamiento

Según la propuesta planteada en este trabajo, antes de aplicar el tratamiento de lixiviados, se debe tener en cuenta la topografía del terreno para saber si es necesario construir un pozo de almacenamiento de lixiviados. Si la situación topográfica permite que los lixiviados vayan directo al tanque séptico no es necesario la construcción del pozo de almacenamiento, caso contrario; se debe realizar un pozo de almacenamiento subterráneo lo cual nos permitirá obtener los lixiviados mediante un mecanismo de bombeo, para después ser redirigidos al tanque séptico para un tratamiento físico-químico y que a continuación se conecte con un tratamiento por humedal artificial con los parámetros necesarios para la futura evacuación. Si es necesario se podría recircular el agua depurada hacia el humedal artificial. A continuación, se muestra una ilustración de un pozo de almacenamiento:

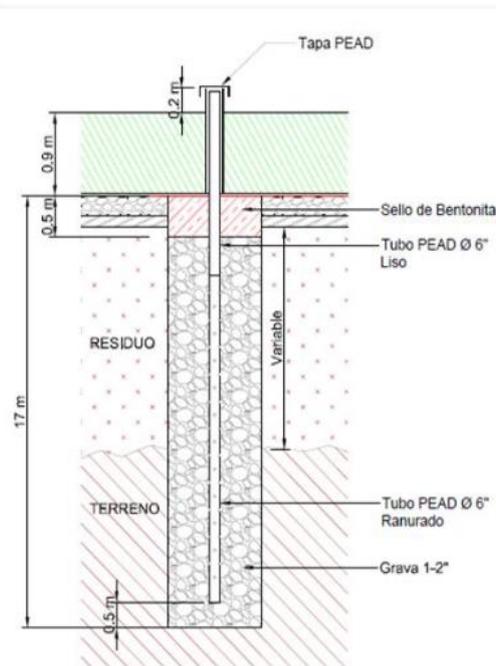


Ilustración 25. Pozo de Almacenamiento
Fuente:(Díaz & Vallejo, 2017).

Propuesta de tanque séptico y humedal artificial como tratamiento para lixiviados

Diseño del tanque séptico

Un tanque séptico comúnmente se usa para tratar las aguas residuales que provienen de los establecimientos domiciliarios en el cual se procede a la separación, sedimentación y digestión de lodos (Restrepo & León, 2020). Como primer paso se debe transformar el caudal medio obtenido en m^3 al día.

$$Q_m = 0,43 \frac{l}{seg} * 86400 \frac{seg}{1 \text{ día}} * \frac{1m^3}{1000 l}$$

$$Q_m = 37,15 \frac{m^3}{día}$$

Se dimensiona un tanque séptico de 42 m^3 con un tiempo de retención de 1 día, siendo las dimensiones las siguiente:

- **h** = 3 m
- **b** = 4 m
- **a** = 3,5 m

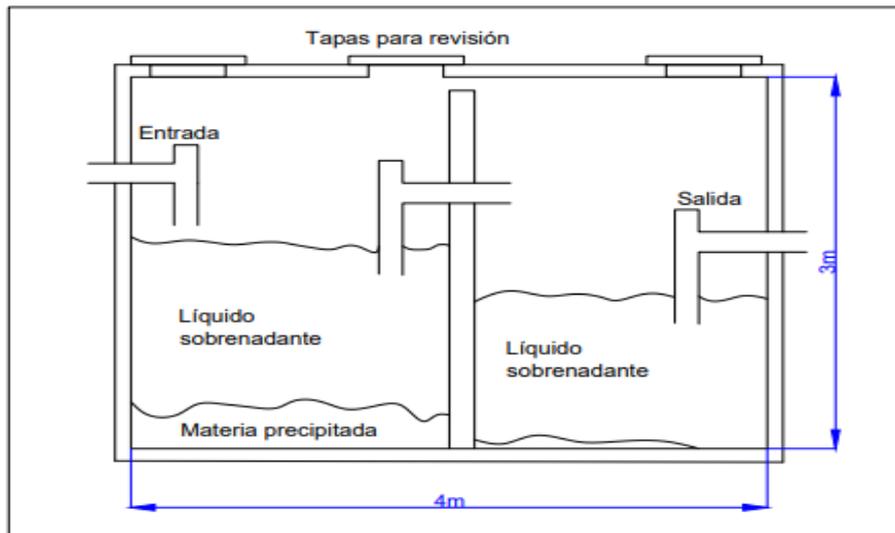


Ilustración 26. Tanque séptico

Fuente: Elaboración propia

Tratamiento físico-químico de precipitación química

Existen numerosos tratamientos físico-químicos que se aplican en la depuración de aguas y de lixiviados, en este caso se opta por la precipitación química.

La precipitación química ayuda a la eliminación de la turbidez del lixiviado, contenidos de sólidos suspendidos, amonio, metales pesados. El reactivo que más se usa para este tipo de proceso es la cal (CaO), aunque por otra parte se puede usar el FeCl_3 o FeSO_4 . (Mironel de Jesus, 2013)

Proceso.

Conforme la cantidad de volumen de lixiviado acumulado del día se procede a tomar cierta cantidad de reactivo (CaO , FeCl_3 , FeSO_4) y colocarlo en el tanque séptico. Posteriormente se debe dejar reposar para que los contaminantes contenidos en el líquido percolado sean precipitados al fondo del tanque. La cantidad de sólidos precipitados deben ser sacados del tanque cada cierto tiempo.

Luego del proceso de precipitación química, el líquido depurado sobrenadante pasa a formar parte del conducto que lo transporta al humedal artificial que se propone a continuación.

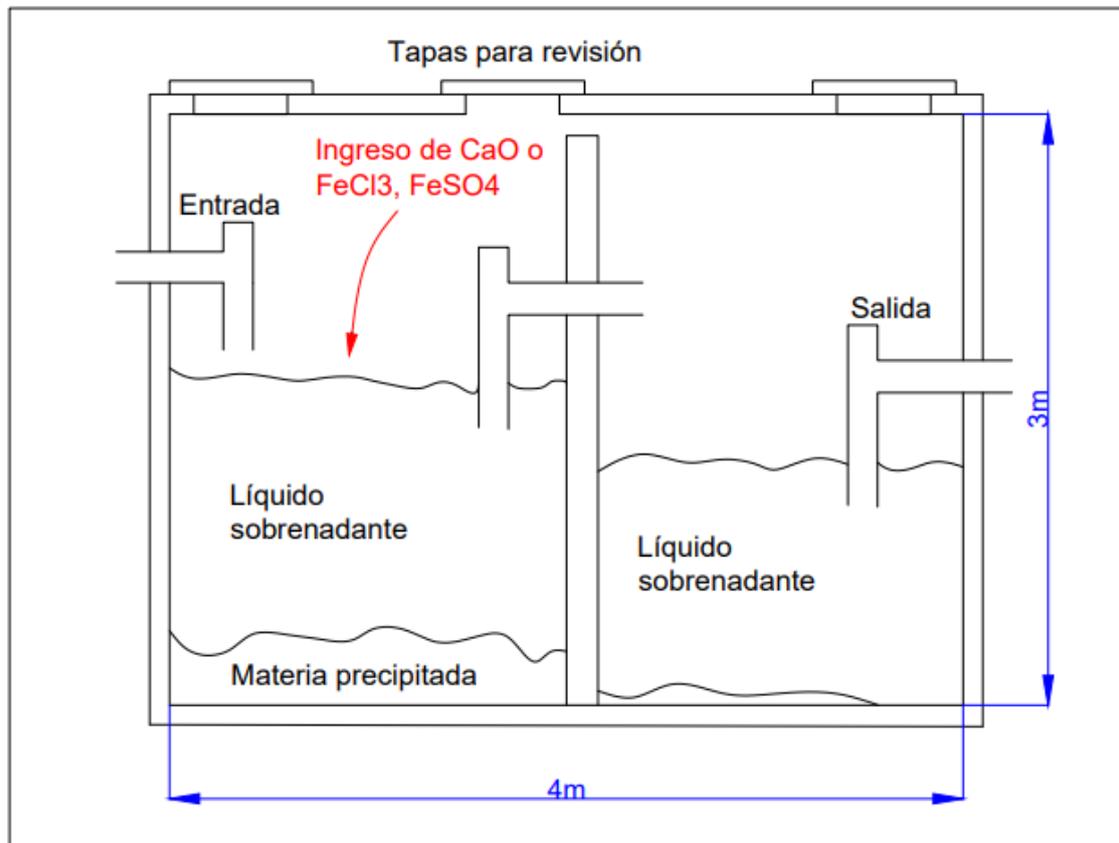


Ilustración 27. Tanque séptico con tratamiento de precipitación química.
Fuente: Elaboración propia

Humedal artificial

Debido a que los humedales artificiales son sistemas de procesamiento de aguas residuales con el fin de separar los compuestos que contaminan, también se propone como alternativa ante el tratamiento de los lixiviados. El uso de estos humedales se aplican principalmente en los países europeos y de América del Norte en donde se usan como formas de tratamiento secundario (Morales, 2018)

Mediante el uso del humedal artificial, se pretende tratar el líquido percolado que ha sido re dirigido directamente del tanque séptico. Las funciones generales a cumplir dentro del proceso de tratamiento son:

- Proveer sumideros de nutrientes para contaminantes de materia orgánica e inorgánica
- Tratamiento de aguas residuales y lixiviados por sedimentación, absorción y metabolismo
- Cumplen procesos de remoción físicos, biológicos y químicos.

Existen algunos factores que intervienen en la efectividad de separación de contaminantes dentro de un humedal artificial. Entre estos tenemos (Astorga del Canto, 2018):

- La radiación solar que aumenta las capacidades fotosintéticas y también la temperatura del medio
- La lluvia y evapotranspiración que influyen en la cantidad de agua que ingresa en el humedal. En el invierno aumenta el flujo de agua debido a las intensas precipitaciones
- La nubosidad o días soleados afectan al equilibrio de energía de los humedales y a la temperatura del agua
- La temperatura del agua hace que los procesos microbianos varíen y por lo tanto se vea afectado el tiempo de separación de los contaminantes.

La propuesta presentada se basa en un humedal de flujo superficial como se muestra en la ilustración 28, la cual utiliza un sistema de macrófitas enraizadas y que se encuentran fijas o que están plantadas en un sustrato colocado en el fondo del humedal. Como plantas acuáticas se propone utilizar la lenteja de agua (*Lemna minor*), juncos de agua (*Juncaceae*), o el junco *Scirpus lacustris* y la totora (*Typha latifolia*), principalmente por

ser especies que se encuentran en la región sierra y por ser plantas de filtración de aguas naturales como lagunas.

Un humedal de flujo superficial es la alternativa donde el lixiviado recorrerá el área del suelo cubierta con vegetación que va desde un tubo de entrada hasta un punto de salida y se podrá realizar otra zanja para desviar el agua finalmente depurada.

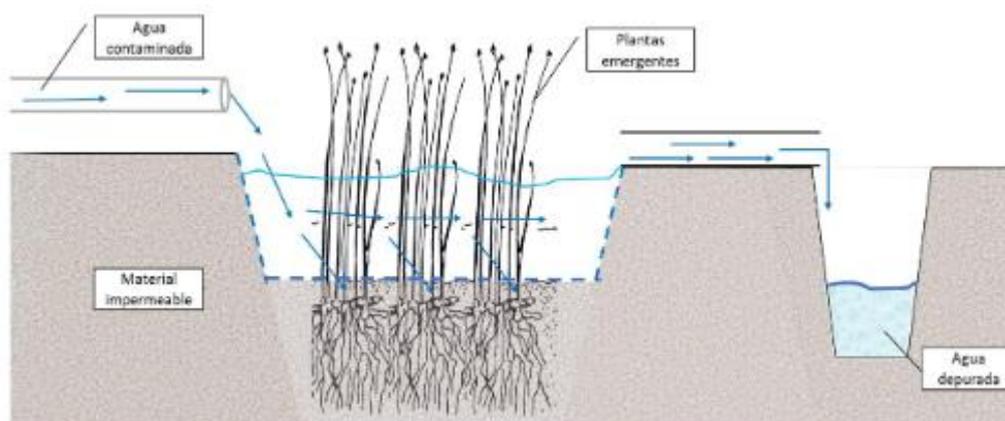


Ilustración 28 Esquema de un humedal de flujo superficial.

Fuente:(Díaz & Vallejo, 2017)

También se puede realizar el humedal de flujo superficial con una fusión mediante una capa delgada de arena más o menos unos 5 cm o dependiendo de la cantidad de lixiviado demandado, una capa gruesa de grava de diámetro pequeño de unos 70 cm para que la filtración sea más efectiva y una capa delgada de tierra de 5cm.

Los humedales se construyen dentro de celdas de bloques de concreto u otro tipo de material hermético. Generalmente los materiales necesarios a utilizar son (Morales, 2018):

- Pegamento de hormigón
- Bloques de concreto
- Tubos de metal o de PVC (entrada, salida)
- Mallas de plástico finas

- Cobertura impermeable
- Válvula para el desagüe del líquido tratado
- Arena
- Grava
- Cobertura de paja y vegetación

Dimensionamiento del humedal

Se dimensiona el humedal con un tiempo de retención de 2 días para el caudal anteriormente calculado, las dimensiones serán:

- $h = 1,5\text{m}$
- $b = 8\text{ m}$
- $a = 7\text{ m}$

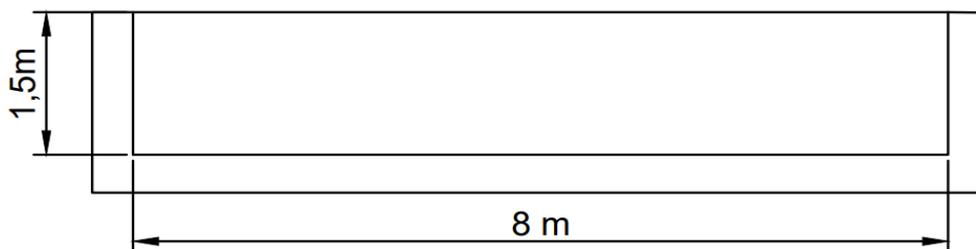


Ilustración 29. Dimensionamiento del humedal.
Fuente: Elaboración propia

Recirculación

Otra alternativa después de que el lixiviado haya sido tratado en el humedal artificial, podría ser que el agua tratada sea recirculada para que la efectividad del tratamiento y depuración aumente. Visto que un solo tratamiento no es 100% confiable entonces se sugiere usar este sistema de recirculación si es el caso.

5.3.10. Obras complementarias

Cerco perimetral

Con el propósito de prevenir el ingreso de particulares o animales, se recomienda la construcción de un cerco perimetral de 2 m de altura con material de tubería galvanizado y malla dejando así solo un ingreso vehicular.

Vías de acceso

El relleno sanitario debe disponer de vías internas que garanticen un ingreso fácil y seguro de los camiones de basura a al relleno, lo mínimo de ancho debe ser de 6 metros, de un material que evite la acumulación de polvo.

Caseta para control

El levantamiento de la caseta para control es fundamental ya que se utilizará para el control de ingreso o lugar que sirva como bodega para las herramientas de trabajo, esta infraestructura deberá contar con todas las comodidades para que los funcionarios desarrollen las actividades de forma cómoda y eficiente.

Instalaciones de uso sanitario

El relleno debe disponer de instalaciones que permitan el confort y el bienestar de los obreros, por lo tanto, debe contar infraestructura de servicios de uso sanitario para el personal.

Proyecto paisajístico

Se recomienda la siembra de especies nativas con el fin de recuperar y/o mantener la armonía del paisaje, además la administración deberá mantener un método de mantenimiento del relleno mejorando así la armonía visual del mismo.

CAPITULO VI

6.1. CONCLUSIONES

Conforme a la valoración del manejo en el presente de los residuos sólidos en el cantón Biblián, según la información recolectada mediante encuestas, el cantón tiene varios problemas en la recolección de los residuos, ya que la mayor parte de los habitantes indicaron que el camión de la basura recorre dos veces por semana en el sector urbano y la cabecera cantonal y una vez por semana o cada 15 días en los sectores rurales del cantón lo que trae problemas por la acumulación de los residuos en sus hogares que a consecuencia de esto algunas personas disponen en las orillas de los ríos o queman los residuos sólidos.

Los datos obtenidos de la caracterización nos indica que la generación per cápita de residuos del cantón Biblián comparado con datos publicados por la INEC está por debajo del promedio nacional (0,76 kg/habitante/día), en tanto a la clasificación de residuos orgánicos se encuentra por encima de la media (56%), por ende, los residuos inorgánicos por debajo (44%), finalmente en referencia de la densidad comparado con el dato de la OPS y CEPIS (200Kg/m³) nuestro resultado se encuentra por debajo del valor indicado.

De los sitios alternativos, el sitio 3 fue el que obtuvo un puntaje mayor, por que cumple con la mayoría de los parámetros establecidos en la guía como el tipo de suelo, acceso a carreteras, barreras naturales, capacidad de drenaje superficial y natural, pH adecuado, permeabilidad siendo seleccionada para una posible localización del relleno sanitario del cantón Biblián.

Para el diseño del relleno sanitario se consideró una población proyectada para el año 2042 con 26541 habitantes, se aplicará el método de zanjas pues este es el que mejor se adapta debido a las condiciones de topografía del lugar, el material de cobertura se

utilizara de la excavación de las zanjas, la vida útil del relleno puede alargarse implementando composteras y/o programas de reciclaje.

6.2. RECOMENDACIONES

Como recomendación inicial se sugiere a la municipalidad en conjunto con la empresa encargada de la gestión de los residuos considerar incrementar la periodicidad de recolección en los sectores rurales del cantón ya que existe ineficacia en el servicio.

De llegar a construir el relleno sanitario se recomienda al municipio iniciar estudios más especializados del sitio seleccionado tomando en consideración el suelo, geología, pendiente, permeabilidad, entre otros factores para tener resultados con mayor precisión.

Es importante considerar un método de reciclaje y de compostaje para la minimización de residuos, de esto la vida útil del terreno podría incrementarse al mismo tiempo que se reducirá el volumen de residuos.

Mediante programas de concientización ambiental se recomienda capacitar a la población del cantón Biblián para una presentación oportuna de los residuos y la separación de estos, desde los hogares hasta su disposición final.

BIBLIOGRAFIA

- (PNGIDS), P. N. para la G. de D. S. (2010). *Programa Nacional para la Gestión de Desechos Solidos*.
- Astorga del Canto, C. F. (2018). Tratamiento de Lixiviados de un Relleno Sanitario : Propuesta y evaluación de un sistema de humedales artificiales. In *Tesis* (Vol. 1).
- Benavides, N. (2016). *UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y AMBIENTALES*.
- Boyaca, P. (2016). *Residuos sólidos : problema , conceptos básicos y algunas estrategias de solución*. 101–119.
- CEPIS. (2005). *Procedimientos estadísticos para los estudios de caracterización de residuos sólidos*.
- Chávez, W. (2011). Tratamiento de lixiviados generados en el relleno sanitario de la Cd. de Chihuahua, Méx. *Centro de Investigación En Materiales Avanzados*, 111.
- Cifuentes, K., & Vega, H. (2014). IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE TRITURADOR PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS DE LA PARROQUIA TENA-PROVINCIA NAPO EN EL 2014. *Escuela Superior Politecnica de Chimborazo*.
- Díaz, L., & Vallejo, A. (2017). *Diseño de relleno sanitario para Aguachica Cesar*. 83.
- Fernandez, I. (2010). DISEÑO Y FACTIBILIDAD DE RELLENO SANITARIO MANUAL PARA EL MUNICIPIO DE LA LIBERTAD ,. (*Universidad de El Salvador*).
- Flores, L. (2009). *PROYECTO LIC2-120 FPA “Implementación del sistema de manejo*

integral de residuos sólidos urbanos en el distrito de Las Lomas".

García, T. (2019). *Caracterización de los residuos sólidos urbanos generados en la parroquia el vecino - Cuenca y estimación del metano teórico generado por los mismos.*

Gómez, M. (1995). *EL ESTUDIO DE LOS RESIDUOS : DEFINICIONES* ,. 21–42.

Gutierrez, V. (2012). *Guía para el Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Rellenos Sanitarios Dirección General de Gestión Integral de Residuos Sólidos. 1*, 214.

Hidalgo, E. M. (2014). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA TRABAJO ESTRUCTURADO DE MANERA INDEPENDIENTE PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO.*

INEC. (2014). *ESTADÍSTICA DE INFORMACIÓN AMBIENTAL ECONÓMICA EN GOBIERNOS AUTÓNOMOS DESCENTRALIZADOS MUNICIPALES.*

Jaramillo, J. (2002). *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Universidad de Antioquia, Colombia.*

Lascano, F. (2007). *Guía para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de rellenos sanitarios para poblaciones menores de 30000 habitantes. (Universidad Tecnica de Ambato).*

Maldonado, D., & Jimenez, K. (2020). *Gestión integral de residuos y desechos en establecimientos de salud.*

Mero, R. (2021). *“ PREFACTIBILIDAD PARA REUBICACIÓN DE RELLENO SANITARIO EN LA PARROQUIA MACHALILLA , CANTON PUERTO.*

- Ministerio del Ambiente. (2021). Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS). In *Ministerio del Ambiente*.
- Mironel de Jesus, L. (2013). *Sistemas De Tratamientos Para Lixiviados Generados En Rellenos Sanitarios*. 53, 1689–1699.
- Morales, P. (2018). *DESIGN OF ARTIFICIAL WETLANDS FOR THE TREATMENT OF LIXIVIATES IN VILLAVICENCIO*.
- Ojeda, & Enrique. (2013). *PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA EL CANTÓN EL TAMBO, PROVINCIA DEL CAÑAR*.
- Organizacion Panamericana de la Salud, (OPS). (2004). *Guía técnica para la clausura y conversión de botaderos de residuos sólidos*.
- Pacheco, J. F., Contreras, E., Galvez, A., Toro, E., & Narea, M. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*.
- PAHO. (2010). *Tecnologías para residuos sólidos*. 172–193.
- PDOTCB. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantón Biblián*. 1–215.
- PDOTPC. (2021). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PROVINCIAL DEL CAÑAR. Gobierno Autonomo Descentralizado de La Provincia Del Cañar, 2017–2021*.
- Restrepo, A., & León, J. (2020). *FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL. TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL SANITARIA DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA PARROQUIA RURAL GUAYAS DEL CANTÓN EL EMPALME*.

- Sandra, H. F., González, C., & Rocío, L. (2016). *Reflexiones sobre la importancia económica y ambiental del manejo de residuos en el siglo XXI Reflections on the economic and environmental importance of global waste management in the XXI century.*
- Torri, S. I. (2017). ¿ Qué es un relleno sanitario ? *Departamento de Recursos y Ambiente, Facultad de Agronomía, UBA.*
- TULSMA. (2017). *Texto unificado de legislación secundaria de medio ambiente.* 1–407.
- Velez, A., Peñafiel, P., Heredia, M., Barreno, N., & Chavez, J. (2019). *Propuesta de sistema de gestión de residuos sólidos domésticos en la comunidad Waorani Gareno de la Amazonía Ecuatoriana.* 12, 33–45.
- Yugual, D. (2019). *CARACTERIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RECICLAJE EN EL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL DEL CANTÓN SANTA ELENA.*

ANEXOS

Anexo1. Registro de pesos diarios y generación per cápita en la parroquia de Biblián

CARACTERIZACION DE RESIDOS SÓLIDOS DEL CANTON BIBLIÁN, PROVINCIA DEL CAÑAR Y PROPUESTA DE RELLENO SANITARIO												
PESOS DÍARIOS - GENERACION PER CAPITA												
N°	CODIGO	N° HABITANTE	DIA 1 PESO (Kg)	DIA 2 PESO (Kg)	DIA 3 PESO (Kg)	DIA 5 PESO (Kg)	DIA 6 PESO (Kg)	DIA 7 PESO (Kg)	DIA 8 PESO (Kg)	PROM	MEDIA GPC	
1	B1	2	1,600	1,890		1,900	1,235	2,110	2,150	10,885	5,44	0,78
2	B2	4	2,300	1,900	1,560	1,500	1,700		1,700	10,660	2,67	0,38
3	B3	2	2,300	1,300	1,200	1,700	1,500	0,750	1,100	9,850	4,93	0,70
4	B4	2	1,450	1,600	1,700	1,500	1,900	2,390		10,540	5,27	0,75
5	B5	3	2,130	2,345	2,650	0,900	1,250	1,500	1,700	12,475	4,16	0,59
6	B6	2	3,400	2,400	1,560	2,230	1,450	1,900	1,200	14,140	7,07	1,01
7	B7	2	1,700	1,300	1,000	1,100	2,050	1,900	1,890	10,940	5,47	0,78
8	B8	3	2,300	2,175	1,985	1,345	1,200	2,900	2,110	14,015	4,67	0,67
9	B9	2	1,200		1,890	1,800	1,900	1,675	1,600	10,065	5,03	0,72
10	B10	2	1,245	1,200	1,100	1,100	1,350	1,200	1,400	8,595	4,30	0,61
11	B11	4	2,123	2,117	1,100	1,345	1,325	1,170	1,260	10,440	2,61	0,37
12	B12	3	1,200	1,230	1,780	1,500	1,250	1,790	1,560	10,310	3,44	0,49
13	B13	2	1,900	1,895	1,180		1,400	1,200	1,345	8,920	4,46	0,64
14	B14	3	3,100	3,200	3,100	3,100	3,210	2,300	1,200	19,210	6,40	0,91
15	B15	2	1,150	1,000	1,150	1,200	1,560	0,900	0,980	7,940	3,97	0,57
16	B16	3	1,400	0,900	1,670	1,200	1,200	1,170	1,090	8,630	2,88	0,41
17	B17	3	2,300	2,100	1,900	1,890	1,760	1,915	1,050	12,915	4,31	0,62
18	B18	4	2,345	2,110	1,900		2,250	2,210	1,870	12,685	3,17	0,45
19	B19	1	1,200	1,835	1,000	1,200	1,890	1,800		8,925	8,93	1,37
20	B20	2	1,000	1,230	1,145	0,920	1,200	1,200	1,200	7,895	3,95	0,61
21	B21	3	1,500	1,700		0,980	1,500	1,700	1,390	8,770	2,92	0,45
22	B22	2	0,900	0,890	1,200	0,900	1,200	1,000	1,200	7,290	3,65	0,56
23	B23	1	0,670	0,550	0,900	0,770	0,500	0,860	0,790	5,040	5,04	0,78

24	B24	2	1,100	1,230	1,980	1,100		1,915	1,200	8,525	4,26	0,66
25	B25	3	1,000	2,700	2,300	1,100	1,120	1,500	0,990	10,710	3,57	0,55
26	B26	4	2,260	1,900	2,300	1,200	1,970	1,805	1,900	13,335	3,33	0,51
27	B27	3	1,050		1,230	1,340	1,400	1,870	1,500	8,390	2,80	0,43
28	B28	2	1,200	1,200	1,900		1,790	1,200	1,400	8,690	4,35	0,67
29	B29	4	2,250	2,600	2,500	2,540	2,230	2,290	2,200	16,610	4,15	0,64
30	B30	3	1,200		1,100	1,300	1,450	1,250	1,490	7,790	2,60	0,40
31	B31	2	1,230	1,760	1,350	1,200	1,450		1,000	7,990	4,00	0,61
32	B32	2	1,900	0,900	1,200	1,213	1,130	2,340	1,200	9,883	4,94	0,76
33	B33	1	0,900	0,900	1,000	1,000	0,900	0,980	0,900	6,580	6,58	1,01
34	B34	4	2,300	2,100	2,345	2,100	1,210	2,245	2,245	14,545	3,64	0,56
35	B35	3	1,450	1,500	1,460	1,490	1,450	1,200	1,235	9,785	3,26	0,50
36	B36	2	1,500		1,300	1,015	0,900	0,890	1,450	7,055	3,53	0,54
37	B37	2	1,200	1,300	0,990	0,900	1,780	0,990	1,190	8,350	4,18	0,64
38	B38	3	1,200	1,900	1,200	1,290		1,980	1,230	8,800	2,93	0,45
39	B39	2	2,300	2,100	2,900	1,270	1,600	1,760	1,900	13,830	6,92	1,06
40	B40	3	1,600	1,500	1,200	1,210	1,900	1,700	1,450	10,560	3,52	0,54
41	B41	3	1,350	1,230	1,175	1,300	1,110	1,200	2,100	9,465	3,16	0,49
42	B42	2	1,000	1,460	1,400	0,900	1,210	1,000	0,890	7,860	3,93	0,60
43	B43	2	1,200	1,550	1,890	1,500	1,600	1,875	1,500	11,115	5,56	0,86
44	B44	3	1,600	1,670		1,415	2,100	1,235	1,450	9,470	3,16	0,49
45	B45	3	2,490	2,100	2,670	2,300	2,100	1,400	2,345	15,405	5,14	0,79
46	B46	3	2,340	2,135	2,290		2,115	2,545	2,300	13,725	4,58	0,70
47	B47	2	1,300	1,230	1,930	1,170	1,400	1,340	1,300	9,670	4,84	0,74
48	B48	2	1,200	1,400	1,560	1,290	1,400		1,450	8,300	4,15	0,64
49	B49	2	1,300		2,250	1,900	1,200	1,350		8,000	4,00	0,62
50	B50	3	1,250	2,345	1,230	1,100	2,900	2,145	1,990	12,960	4,32	0,66
51	B51	2	2,110	1,900	1,890	1,245	1,200	1,900	1,900	12,145	6,07	0,93
52	B52	3	2,450	2,300	2,310	2,045	1,450	1,245	1,890	13,690	4,56	0,70
53	B53	2	1,200	1,000	1,890	1,300	1,790	1,210	0,890	9,280	4,64	0,71

54	B54	2	1,200	1,100	1,450	0,900	1,000	1,000		6,650	3,33	0,51
55	B55	2	1,800	1,900	1,890	1,290	1,800	1,570	2,210	12,460	6,23	0,96
56	B56	3	2,300	2,500	2,540	2,230	2,450	2,900	1,900	16,820	5,61	0,86
57	B57	2	1,300	1,500		1,780	0,875	1,245	0,900	7,600	3,80	0,58
58	B58	2	1,350	1,235	1,110	1,560	1,320	1,900	1,342	9,817	4,91	0,76
59	B59	3	1,250	1,345	1,100	1,100	1,900	2,145	1,990	10,830	3,61	0,56
60	B60	2	1,110	1,900	1,890	1,245	1,200	1,000	1,900	10,245	5,12	0,79
61	B61	3	2,400	1,010	1,450	0,800	1,990	1,900	1,115	10,665	3,56	0,55
62	B62	3	1,700	1,900	2,300	1,450	2,300	2,005	1,890	13,545	4,52	0,69

Anexo2. Registro de pesos diarios y generación per cápita en la parroquia de Nazon

CARACTERIZACION DE RESIDOS SÓLIDOS DEL CANTON BIBLIÁN , PROVINCIA DEL CAÑAR Y PROPUESTA DE RELLENO SANITARIO												
PESOS DÍA RIOS - GENERACION PER CAPITA												
N°	CODIGO	N° HABITANTE	DIA 1 PESO (Kg)	DIA 2 PESO (Kg)	DIA 3 PESO (Kg)	DIA 5 PESO (Kg)	DIA 6 PESO (Kg)	DIA 7 PESO (Kg)	DIA 8 PESO (Kg)	PROM	MEDIA GPC	
61	N1	2	1,900	1,800	1,670	1,800	1,920		1,300	10,390	5,20	0,74
62	N2	3	1,100		0,900	1,100	0,900	0,980	0,870	5,850	1,95	0,28
63	N3	1	1,100	1,200	1,350		1,000	1,000	1,200	6,850	6,85	0,98
64	N4	2	1,235	1,200	1,500	1,215	0,900	1,200	1,700	8,950	4,48	0,64
65	N5	4	1,900	1,300		1,100	0,900	1,200	1,000	7,400	1,85	0,26
66	N6	2	1,700	1,000	1,020	1,500	1,100	1,100		7,420	3,71	0,57
67	N7	2	1,460	1,450	1,200	1,500	1,200	1,800	1,300	9,910	4,96	0,76
68	N8	3	1,450	2,100	2,030	1,300	1,900	1,890	1,990	12,660	4,22	0,65
69	N9	2	1,890	1,900	2,345	1,900	2,674	2,986	1,790	15,485	7,74	1,19
70	N10	3	2,300	1,500	1,900	1,900	1,200	0,160		8,960	2,99	0,46
71	N11	2	0,800	0,700	0,895	1,000	0,900	1,100	1,015	6,410	3,21	0,49

Anexo3. Registro de pesos diarios y generación per cápita en la parroquia de Sageo

CARACTERIZACION DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL CANTON BIBLIÁN, PROVINCIA DEL CAÑAR Y PROPUESTA DE RELLENO SANITARIO												
PESOS DÍ A RIOS - GENERACION PER CAPITA												
N°	CODIGO	N° HABITANTE	DIA 1 PESO (Kg)	DIA 2 PESO (Kg)	DIA 3 PESO (Kg)	DIA 5 PESO (Kg)	DIA 6 PESO (Kg)	DIA 7 PESO (Kg)	DIA 8 PESO (Kg)	PROM	MEDIA GPC	
72	S72	4	1,900	1,800	1,900	1,300	1,990	1,200	1,100	11,190	2,80	0,400
73	S73	2	1,700	1,300	1,900	1,100	1,050	1,900	1,995	10,945	5,47	0,782
74	S74	3	1,300	1,900		1,095	1,890	0,900	1,145	8,230	2,74	0,392
75	S75	3	1,800	1,200	1,900	1,900	1,120	1,215	1,200	10,335	3,45	0,492
76	S76	2		1,900	1,890	1,500	1,600	1,900	1,990	10,780	5,39	0,770
77	S77	3	1,110	1,190	1,900	1,875	1,230	1,310	1,200	9,815	3,27	0,503
78	S78	1	0,900		0,980	1,000	0,900	1,100	0,890	5,770	5,77	0,888

Anexo 4 Registro de pesos diarios y generación per cápita en la parroquia de Turupamba

CARACTERIZACION DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL CANTON BIBLIÁN, PROVINCIA DEL CAÑAR Y PROPUESTA DE RELLENO SANITARIO												
PESOS DÍ A RIOS - GENERACION PER CAPITA												
N°	CODIGO	N° HABITANTE	DIA 1 PESO (Kg)	DIA 2 PESO (Kg)	DIA 3 PESO (Kg)	DIA 5 PESO (Kg)	DIA 6 PESO (Kg)	DIA 7 PESO (Kg)	DIA 8 PESO (Kg)	PROM	MEDIA GPC	
79	T79	3	2,100	2,000	1,900	1,200	1,350	1,450	1,210	11,210	3,74	0,53
80	T80	2	1,356	1,345	1,400	0,870	1,210		1,200	7,381	3,69	0,53
81	T81	3	2,000	1,900	2,100	1,300	2,190	1,870	1,450	12,810	4,27	0,61
82	T82	2	1,900		1,900	1,200	2,090	1,340	2,005	10,435	5,22	0,75
83	T83	4	2,300	1,900	1,870	2,805	2,115	2,100	1,900	14,990	3,75	0,54
84	T84	3	2,100	2,000	1,990	1,900	2,100	2,100	1,700	13,890	4,63	0,66

Anexo 5. Registro de pesos diarios y generación per cápita en la parroquia de Jerusalén

CARACTERIZACION DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL CANTON BIBLIÁN, PROVINCIA DEL CAÑAR Y PROPUESTA DE RELLENO SANITARIO												
PESOS DÍAS RIOS - GENERACION PER CAPITA												
N°	CODIGO	N° HABITANTE	DIA 1 PESO (Kg)	DIA 2 PESO (Kg)	DIA 3 PESO (Kg)	DIA 5 PESO (Kg)	DIA 6 PESO (Kg)	DIA 7 PESO (Kg)	DIA 8 PESO (Kg)	PRO M	MEDIA GPC	
85	J85	2	1,200	1,300	1,450	1,210	1,010	1,200	1,000	8,4	4,19	0,60
86	J86	3	1,500	1,450	1,600	2,100	1,100	1,560		9,3	3,10	0,44
87	J87	2	1,990	1,890	1,900	1,800	0,945	1,095	1,010	10,6	5,32	0,76
88	J88	2	1,300	1,200	1,100	1,410	1,230	0,900	1,450	8,6	4,30	0,61
89	J89	2	1,200	1,310	0,990	1,115	0,910	1,900	1,255	8,7	4,34	0,62
90	J90	4	1,800		1,790	1,100	1,015	1,090	1,200	8,0	2,00	0,29
91	J91	2	0,900	1,900	1,235	1,345	2,300	1,200	1,900	10,8	5,39	0,77
92	J92	2	2,100	2,145	1,900	1,100	2,300	0,900	0,980	11,4	5,71	0,82

Anexo 6. Valores encontrados en la composición de los residuos mediante el proceso de caracterización de la parroquia de Biblián .

CARACTERIZACION DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL CANTON BIBLIÁN, PROVINCIA DEL CAÑAR Y PROPUESTA DE RELLENO SANITARIO							
COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS							
Día	Papel y Cartón	M.O	Plástico	Vidrio	Metales	Total	
1	9,8	27,9	12,7	3,4	2,35	56,15	
2	7,1	31,2	15,6	2,1	3,45	59,45	
3	6,35	33,1	13,4	5,6	2,6	61,05	
4	10,1	35,7	11,2	2,45	2,9	62,35	
5	12,4	39,9	17,8	4,5	1,9	76,5	
6	9,45	35,6	17,05	3,2	3,55	68,85	

7	11,35	35,6	18,1	2,3	3,45	70,8
Total de cada componente	66,55	239	105,85	23,55	20,2	455,15
Total porcentual (%)	14,62	52,51	23,26	5,17	4,44	100,00

Anexo7 Valores encontrados en la composición de los residuos mediante el proceso de caracterización de la parroquia de Nazón.

CARACTERIZACION DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL CANTON BIBLIÁN, PROVINCIA DEL CAÑAR Y PROPUESTA DE RELLENO SANITARIO						
COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS						
Día	Papel y Cartón	M.O	Plástico	Vidrio	Metales	Total
1	2,1	9,1	2,2	0,2	1,1	14,7
2	1,9	8,45	1	0,1	0,9	12,35
3	2,3	9,9	2,2	0,15	1,1	15,65
4	1,5	10,1	1,35	0,45	0	13,4
5	1,45	8,7	1	0,1	0	11,25
6	2,8	9,1	1,1	0,23	0	13,23
7	1,2	9,7	2,09	0,13	0	13,12
Total de cada componente	13,25	65,05	10,94	1,36	3,1	93,7
Total porcentual (%)	14,14	69,42	11,68	1,45	3,31	100,00

Anexo 8. Valores encontrados en la composición de los residuos mediante el proceso de caracterización de la parroquia de Sageo

CARACTERIZACION DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL CANTON BIBLIÁN, PROVINCIA DEL CAÑAR Y PROPUESTA DE RELLENO SANITARIO						
COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS						
Día	Papel y Cartón	M.O	Plástico	Vidrio	Metales	Total
1	1,2	4,3	0,9	0,9	0,245	7,545
2	2,1	4,2	0,76	0,9	0	7,96
3	1,3	4,5	0,9	0,67	0	7,37
4	0,9	5,4	0,29	0	0,9	7,49

5	0,76	3,9	1,35	1,055	0	7,065
6	0,25	4,8	0,8	1,25	0,21	7,31
7	1,15	3,55	0,3	0	1,1	6,1
Total de cada componente	7,66	30,65	5,3	4,775	2,455	50,84
Total porcentual (%)	15,07	60,29	10,42	9,39	4,83	100,00

Anexo 9. Valores encontrados en la composición de los residuos mediante el proceso de caracterización de la parroquia de Turupamba

CARACTERIZACION DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL CANTON BIBLIÁN, PROVINCIA DEL CAÑAR Y PROPUESTA DE RELLENO SANITARIO						
COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS						
Día	Papel y Cartón	M.O	Plástico	Vidrio	Metales	Total
1	1,1	6,9	0,9	1,2	0	10,1
2	0,8	4,5	1,2	1,2	1,1	8,8
3	0,75	5,1	1,2	1,1	0,87	9,02
4	1,3	4,5	0,89	0,9	1,1	8,69
5	1,2	5,55	0,9	1,2	0,9	9,75
6	0,78	3,6	1	1,1	1,2	7,68
7	1,1	4,1	0,89	1,1	0,78	7,97
Total de cada componente	7,03	34,25	6,98	7,8	5,95	62,01
Total porcentual (%)	11,34	55,23	11,26	12,58	9,60	100,00

Anexo 10. Valores encontrados en la composición de los residuos mediante el proceso de caracterización de la parroquia de Jerusalén

CARACTERIZACION DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL CANTON BIBLIÁN, PROVINCIA DEL CAÑAR Y PROPUESTA DE RELLENO SANITARIO						
COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS						
Día	Papel y Cartón	M.O	Plástico	Vidrio	Metales	Total
1	1,2	4,6	2,3	1,09	0,9	10,09
2	1,3	4,45	1,9	0,9	1,115	9,665
3	2,09	5,9	2,1	0,87	0	10,96

4	1,1	6,3	1,9	1,1	1,1	11,5
5	1,08	5,6	1,9	1	1,2	10,78
6	1,2	6,1	0,9	0,96	0,89	10,05
7	1,235	4,5	1,2	0,9	1,1	8,935
Total de cada componente	9,205	37,45	12,2	6,82	6,305	71,98
Total porcentual (%)	12,79	52,03	16,95	9,47	8,76	100,00

