

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
UNIDAD ACADÉMICA LAS PIEDRAS
PROGRAMA INGENIERIA AMBIENTAL



**“DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO MANUAL PARA LA
DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN
LA COMUNIDAD CAMPESINA SAN PABLO MUNICIPIO PUERTO
GONZALO MORENO DEPARTAMENTO PANDO - 2024”**

**Proyecto de Grado para Optar el Título Académico de Licenciatura en Ingeniería
Ambiental.**

Autor: Univ. Rolman Chuquisa Cartagena

Asesor: Ing. Eddy Salinas Sánchez

Las Piedras Pando – Bolivia

2024

DEDICATORIA

Lleno de regocijo, de amor y esperanza, dedico este proyecto a cada uno de mis seres queridos, quienes han sido mis pilares para salir adelante.

Es para mí una gran satisfacción poder dedicarles a ellos, que con mucho esfuerzo, esmero y trabajo me lo he ganado.

A mis padres porque ellos son la motivación de mi vida mi orgullo de ser lo que seré.

A mi esposa e hijos porque son la inspiración y motivación para haber logrado esta meta.

A mis hermanos porque son la razón de sentirme tan orgulloso de culminar mi meta, gracias a ellos por confiar siempre en mí.

Y sin dejar a tras a toda mi familia por confiar en mí, gracias por ser parte de mi vida y por permitirme ser parte de su orgullo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios porque su misericordia llega hasta los cielos y su fidelidad alcanza las nubes, su palabra como lámpara a mis pies para que logre cumplir esta meta.

A mi familia por el amor, apoyo paciencia y fortaleza brindada durante estos años.

A mis compañeros porque juntos compartimos años de esfuerzo, sacrificio y amistad.

A la universidad amazónica de pando, Unidad Académica las Piedras por darnos la oportunidad de superarnos y por el constante apoyo en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A mis docentes, director y asesores por su colaboración, apoyo, guía y entrega incondicional para la culminación del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I.	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes generales del Proyecto de Grado	1
1.2. El planteamiento del problema	2
1.2.1. Formulación del problema	3
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Justificación	3
1.5. Limitaciones del estudio	4
CAPÍTULO II.	5
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA, MARCO DE LA INVESTIGACIÓN	5
2.1. Fundamentación teórica.....	5
2.1.1. Clasificación de los residuos solidos.....	5
2.1.2. Gestión Integral de residuos solidos	6
2.1.2.1. Relleno sanitario	7
2.1.2.4. Relleno Sanitario Manual.....	8
2.1.2.5. Disposición final de los residuos	8
2.2. Marco conceptual.....	9
2.2.2. Residuos orgánicos	9
2.2.4. Relleno sanitario	10
2.2.5. Relleno Sanitario Mecanizado.....	10
2.3. Marco Legal	11
2.3.1. Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia	11
2.3.2. Ley del Medio Ambiente 1333	11
2.3.3. Reglamentación de la Ley N° 1333 del medio ambiente, Reglamento de gestión de residuos sólidos.....	12
2.3.4. Ley N° 755 De Gestión Integral De Residuos	14
CAPÍTULO III.	16
3. MARCO METODOLÓGICO	16
3.1. Tipo de investigación	16
3.2. Enfoque de investigación.....	16
3.3. Participantes.....	16

3.4. Población y muestra	16
3.4.1. Población	16
3.4.2. Tipo de muestra	17
3.5. Técnicas	17
3.5.1. Encuestas	17
3.5.2. Observación	17
3.5.3. Análisis documental	17
3.6. Instrumentos	17
3.6.1. Cuestionario	17
3.7. Procedimiento	18
3.8. Alcances del estudio	18
3.8.1. Proyecciones del estudio	18
3.8.2. Delimitaciones del estudio	18
CAPITULO IV.....	19
4. MARCO CONTEXTUAL.....	19
4.1. Marco contextual.....	19
4.2. Ubicación del fenómeno de estudio	21
CAPITULO V.....	22
5. DIAGNOSTICO.....	22
5.1. Diagnostico situacional	22
CAPITULO VI.	24
6. DETERMINACIÓN DE MODELOS, ANÁLISIS DE MODELOS: REAL E IDEAL	24
6.1. Modelo real	24
6.2. Modelo Ideal	24
CAPITULO VII.	24
7. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	24
7.1. Discusión y análisis de resultado	24
7.1.1. Discusión.....	24
7.2. Análisis de resultado.....	26
CAPITULO VIII. PROPUESTA	30
8.1. Propuesta Diseño Relleno Sanitario Manual de Disposición Final de Residuos	30
CAPITULO IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
9.1. Conclusión	42
9.2. Recomendación	43
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	44

ÍNDICE DE TABLAS

1. Tabla N° 1, Pando, producción per cápita de residuos sólidos (Kg/habitante/día).....17
2. Tabla N° 2, Promedio ponderados de producción per cápita por categoría poblacional.....17
3. Tabla N° 3, Producción per cápita de residuos sólidos de la Comunidad Campesina San Pablo proyectada a 5 años.....22
4. Grafico N° 4, Interpretación de resultados, encuesta y entrevista aplicada a 20 participantes.....22

ÍNDICE DE GRÁFICOS

1. Grafico N° 1, Índice de generación de residuos sólidos a nivel mundial.....23
2. Grafico N° 2, Índice de composición de los residuos sólidos generados en Bolivia.....24
3. Grafico N° 3, Interpretación de resultados referente al conocimiento de un relleno sanitario manual de la Comunidad Campesina San Pablo.....25
4. Grafico N° 4, Interpretación de resultados referente al interés de la Comunidad Campesina San Pablo en el diseño e implementación del relleno sanitario manual25

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Figura N° 1, Interpretación de resultados, producción per cápita, proyección de residuos sólidos a 5 años en la Comunidad Campesina San Pablo.....	18
2. Figura N° 2, Diagnóstico de la situación actual, identificación de micro botaderos a cielo abierto.....	19
3. Figura N° 3, Identificación de quemas de residuos como medida de disposición final.....	20
4. Figura N° 4, Identificación de posos como técnica de disposición de residuos.....	20
5. Figura N° 5, Selección del área a implementar el Relleno Sanitario Manual.....	27
6. Figura N° 6, Participación comunitaria en toma de decisiones.....	28
7. Figura N° 7, Localización del área y toma de coordenadas geográficas.....	29
8. Figura N° 8, Limpieza y habilitación del área.....	31
9. Figura N° 9, Cerca perimetral de protección.....	32
10. Figura N° 10, Barreras vivas de árboles de crecimiento rápido.....	32
11. Figura N° 11, Drenaje periférico manual.....	33
12. Figura N° 12, Sistema de drenaje de lixiviado.....	34
13. Figura N° 13, Drenaje de lixiviado.....	35
14. Figura N° 14, Caseta e instalación sanitaria.....	35
15. Figura N° 15, Elaboración de un relleno sanitario manual.....	36

RESUMEN

En la comunidad campesina San Pablo, dependiente del Municipio de Puerto Gonzalo Moreno, Provincia Madre de Dios Departamento de Pando. La generación masiva de los desechos sólidos, su inadecuada disposición final y tratamiento ha llevado a que se esté afectando a los recursos naturales notoriamente, condición que amerita especial atención, principalmente porque se están sobrepasando los niveles permisibles de contaminación, sobre todo con los recursos hídricos y la diversidad biológica, afectando biológicamente la calidad de vida no solamente de la flora y fauna, sino que también la de las personas que habitan en la comunidad.

La mala disposición de los residuos genera un gran problema de contaminación ambiental para la comunidad, así como para las comunidades aledañas, ocasionando un gran deterioro de los recursos naturales e incumpliendo de las normativas vigentes con respecto al medio ambiente.

Es por ello que se considera el diseño e implementación de un relleno sanitario manual, como el método de disposición final más conveniente, principalmente porque estos rellenos necesitan de poco mantenimiento y conocimiento técnicos para operarlo, teniendo un costo relativamente bajo, pudiendo de esta manera proporcionar y cumplir con las necesidades de conservar la salud pública y el bienestar social, así como la obligatoria conservación del medio ambiente.

El presente proyecto de grado, tiene como propuesta el diseño de un relleno sanitario manual que constituye una solución a esta problemática, pues 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 al medio ambiente durante su operación ni después de terminado el mismo, 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.

Palabras Claves: Relleno sanitario manual. Residuos, diseño.

SUMMARY

In the peasant community of San Pablo, dependent on the Municipality of Puerto Gonzalo Moreno, Madre de Dios Province, Department of Pando. The massive generation of solid waste, its inadequate final disposal and treatment has led to the notorious impact on natural resources, a condition that deserves special attention, mainly because the permissible levels of contamination are being exceeded, especially with water resources and biological diversity, biologically affecting the quality of life not only of flora and fauna, but also that of the people who live in the community.

The poor disposal of waste generates a great problem of environmental pollution for the community, as well as for the surrounding communities, causing a great deterioration of natural resources and failing to comply with current regulations regarding the environment.

That is why the design and implementation of a manual sanitary landfill is considered as the most convenient final disposal method, mainly because these landfills require little maintenance and technical knowledge to operate it, having a relatively low cost, thus being able to provide and meet the needs of preserving public health and social welfare, as well as the mandatory conservation of the environment.

The present degree project has as its proposal the design of a manual sanitary landfill that constitutes a solution to this problem, since it is a technique for the final disposal of solid waste in the soil, which does not cause nuisance or danger to public health and safety, nor does it harm the environment during its operation or after it is finished. It uses engineering principles to confine trash to as small an area as possible, covering it with layers of soil daily and compacting it to reduce its volume.

Keywords: Manual sanitary landfill. Waste, design.

CAPÍTULO I.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes generales del Proyecto de Grado

La Comunidad Campesina San Pablo fue fundada el 29 de junio del año 1983 la misma que pertenece al Municipio de Pto. Gonzalo Moreno y es una comunidad campesina que cuenta con 42 familias actualmente.

La salud pública y la lucha ante la contaminación ambiental generada por los residuos sólidos a nivel Nacional, Regional y Local. Ha sido la principal motivación para enfocarnos en el adecuado manejo y la disposición final de los Residuos, tomando en cuenta la problemática que los residuos generan bajo una mala disposición.

Esta problemática se agrava debido al crecimiento poblacional, la crisis económica y a la debilidad institucional, la poca educación ambiental y la escasa participación ciudadana ante la lucha de mejorar las condiciones de manejo y disposición final de los residuos generados, es por ello que nace la necesidad de realizar un Diseño de Relleno Sanitario Manual para la Comunidad Campesina San Pablo con la finalidad de contribuir social y ambientalmente a mejorar las condiciones de manejo y disposición final de residuos sólidos generados en la comunidad.

El Diseño del Relleno Sanitario Manual, tiene como objetivo principal minimizar los problemas sociales de salud y ambientales de la población, con menores costos de funcionamiento y operación de acuerdo a normativas de nuestro Estado Plurinacional de Bolivia, Ley del Medio Ambiente 1333 y su Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos y Ley Integral de Residuos Sólidos 755.

Por lo tanto, se considera un relleno sanitario manual una obra de ingeniería con bajos costos de operación, pero con un gran impacto positivo para minimizar la problemática ambiental generada por los residuos sólidos.

Esta obra de ingeniería es recomendada para ciudades pequeñas con una población menor a los 50.000,00 habitantes de acuerdo a la norma boliviana NB 742-760.

1.2. El planteamiento del problema

La comunidad Campesina San Pablo carece de un relleno sanitario o de cualquier servicio adecuado para la disposición final de los residuos sólidos generados en la comunidad, lo que trae como resultado la acumulación de la basura en áreas no apropiadas, como lotes baldíos, canchas deportivas, calles urbanas, unidad educativa, fuentes de agua (arroyos, ríos), lo que representa un riesgo para la salud pública y el medio ambiente.

La disposición inadecuada de los residuos sólidos puede provocar la contaminación del suelo, el agua y el aire. Llegando a afectar la calidad de vida de los habitantes de la comunidad, así como la flora y fauna local, además la quema de basura genera gases tóxicos de efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global.

La acumulación de los residuos sólidos en la comunidad puede atraer la presencia de vectores transmisores de enfermedades, como roedores e insectos, que pueden ocasionar problemas de salud como enfermedades trasmisoras afectando la población local, además la falta de un adecuado manejo de los residuos sólidos puede generar olores desagradables y afectar la calidad del aire.

Por lo que de acuerdo al antecedente planteado el relleno sanitario manual proporcionaría una solución factible a la problemática de los residuos sólidos, a través de la buena disposición final de los residuos generados en la Comunidad Campesina San Pablo, minimizando de esta manera los impactos ambientales y los riesgos para la salud pública de la comunidad.

El proyecto del Diseño de Un Relleno Sanitario Manual Para la Comunidad viene acompañado de la sensibilización y educación ambiental, promoviendo buenas prácticas de gestión de residuos sólidos, fomentando la participación activa de los habitantes de la comunidad en la implementación del relleno sanitario manual.

1.2.1. Formulación del problema

¿Cuál es la viabilidad técnica, económica y ambiental de diseñar un relleno sanitario manual en la comunidad campesina San Pablo del municipio Puerto Gonzalo Moreno del departamento Pando, como una solución eficiente a la problemática de los residuos sólidos generados en la comunidad?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Realizar el Diseño de Un Relleno Sanitario Manual para la disposición de los residuos sólidos generados en la Comunidad Campesina San Pablo, con la finalidad de dar solución a la problemática, mediante el manejo adecuado y la buena disposición final de los residuos acompañado de una educación ambiental.

1.3.2. Objetivos específicos

- ✓ Realizar un diagnóstico en la población sobre el depósito y manejo de los residuos en la Comunidad Campesina San Pablo.
- ✓ Evaluar las características geográficas, hidrológicas y geológicas de la zona, para identificar la ubicación adecuada para el diseño del relleno sanitario manual.
- ✓ Implementar estrategias de educación ambiental y sensibilización dirigidas a la comunidad campesina San Pablo, con el fin de promover la participación activa de los habitantes en la separación adecuada de los residuos y el uso correcto del relleno sanitario manual.

1.4. Justificación

Al implementar el diseño técnico del Relleno Sanitario Manual se quiere hacer ver que no es necesario grandes extensiones de tierra para esta técnica, y que también permitirá prevenir y evitar principalmente enfermedades transmisibles, como también no producirá un gran impacto ambiental.

El estudio de investigación se justifica bajo 2 aspectos muy importantes que son:

a) Justificación socioeconómica

El inadecuado manejo y disposición final de los residuos sólidos en la comunidad campesina San Pablo generados por las diferentes actividades diarias de la población puede generar y ocasionar problemas en la salud pública de los pobladores habitantes de la comunidad a consecuencia de la acumulación de los residuos y la aparición de roedores, vectores transmisores de enfermedades.

b) Justificación ambiental

Por la inadecuada disposición final que se les da a los residuos sólidos en la comunidad como la quema, la disposición en fuentes de agua y el suelo generando una contaminación ambiental afectando a la atmosfera que influye en el aumento de gases de efecto invernadero generando cambios en la temperatura; entre otros problemas como: degradación de los suelos y afectación al paisajismo local.

1.5. Limitaciones del estudio

El presente estudio de investigación se realizará en la Comunidad Campesina San Pablo de la Provincia Madre de Dios del Municipio del Puerto Gonzalo Moreno del Departamento Pando.

La investigación demandara un tiempo de 6 meses aproximadamente, tomando en cuenta todas las etapas desde su inicio desarrollo y presentación del proyecto de grado. Lo que incluye el trabajo de campo, análisis y procesamiento de información en gabinete.

CAPÍTULO II.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA, MARCO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Fundamentación teórica

En Bolivia para el año 2020, se tiene una generación de 1.745.280 Ton/año, es decir cada uno de nosotros genera 0,50 kilogramos de residuos cada día. Estos residuos, cuando están mal manejados, generan varios problemas ambientales y de salud, además de un importante gasto económico, debido a su elevado costo de manejo.

Las causas principales del incremento en la generación de residuos las encontramos en los hábitos de consumo de nuestra sociedad; en la manera como desarrollamos nuestra actividad diaria, en casa, en el trabajo, en la escuela, al momento de realizar compras, etc. Podemos observar que los envases retornables y los productos duraderos han sido prácticamente sustituidos por artículos no retornables; los envases de plástico, el aluminio, latas, entre otros, conforman gran parte del volumen diario de nuestros residuos sólidos.

Sin embargo, podemos cambiar esta situación, con la incorporación de hábitos y criterios a la hora de comprar un producto o realizar cualquier actividad, así mismo con nuestro accionar diario al respecto del manejo de la basura, podemos coadyuvar en mantener limpias nuestra ciudad y aprovechar los residuos mediante acciones de reusó, reciclaje, compostaje y lombricultura y la disposición segura en plantas de tratamientos mecanizadas y rellenos sanitarios manuales autorizados. (MMAyA, 2020).

2.1.1 Clasificación de los residuos sólidos

Para llevar a cabo una gestión adecuada de los residuos sólidos, es fundamental su clasificación:

1) Residuos sólidos orgánicos:

Este grupo de residuos son biodegradables, y provienen de restos como alimentos, hojas, ramas y otros desechos de origen natural. Una característica muy especial de

este tipo de desechos es que pueden ser transformados en compost y, finalmente, en fertilizantes naturales.

2) Residuos sólidos inorgánicos:

Los inorgánicos son aquellos que no son biodegradables, es decir, no provienen de fuentes naturales. Incluyen objetos como vidrios, plásticos, metales y cerámica. En este caso, estos residuos pueden ser reciclados para su reutilización.

3) Residuos peligrosos:

Estos residuos son los que presentan riesgos para la vida humana y el medio ambiente. Aquí están incluidos los productos químicos tóxicos, materiales inflamables y desechos médicos. Una gestión adecuada de estos residuos puede evitar daños significativos.

4) Residuos de construcción y demolición:

Cuando se inicia una obra de construcción, renovación o demolición de edificaciones, se generan residuos denominados escombros, entre los que se encuentran la madera, concreto y otros materiales comunes en construcción.

5) Residuos electrónicos:

Estos son productos electrónicos desechados, como teléfonos, computadoras, electrodomésticos y más. Este tipo de residuos contiene componentes valiosos y materiales peligrosos, por lo que requiere de una gestión mucho más especializada.

2.1.2. Gestión Integral de residuos sólidos

Se entiende por Gestión Integral de Residuos al sistema conformado por procesos de planificación, desarrollo normativo, organización, sostenibilidad financiera, gestión operativa, ambiental, educación y desarrollo comunitario para la prevención, reducción, aprovechamiento y disposición final de residuos, en un marco de protección a la salud y el medio ambiente. (MMAyA, Ley 755 De Gestión Integral de Residuos, 2018).

2.1.2.1. Relleno sanitario

Es un método de disposición de la basura en el suelo sin causar daños al ambiente ni perjuicio a la salud pública. Utiliza los principios de ingeniería para confinar la basura en la menor área posible, para reducirla al menor volumen posible y cubrirla con una capa de tierra al término de la operación de cada día o en períodos menores si fuera necesario, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen además prevé los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos en el relleno por efecto de la descomposición de la materia orgánica.

Para ofrecer una solución integral al problema del manejo de los residuos sólidos, las alternativas deben incluir los elementos imprescindibles, es decir, aquellos que no pueden faltar en el sistema, como son la recolección, el transporte y la disposición final, complementados por estaciones de transferencia, almacenamiento temporal, separación centralizada o en el punto de origen. (Collazo, 2008)

2.1.2.2. Ventajas y Desventajas de los Rellenos Sanitarios

- El relleno sanitario como método de distribución final de los desechos sólidos en el área rural, es un lugar a dudas la alternativa más conveniente para las comunidades de nuestro municipio.
- La inversión inicial de capital es inferior a la que se necesita para implementar cualquiera de los métodos de tratamiento de incineración o computación.
- bajos costos de operación y mantenimiento.
- Un relleno sanitario es un método completo y definitivo, dada su capacidad para recibir todo tipo de desechos sólidos.
- Su lugar de implementación puede estar tan cerca a la comunidad como lo permita la existencia de lugares disponibles.
- E considera flexible ya que no precisa de instalaciones permanentes, ni fijas, además de ser aptos para recibir mayores cantidades adicionales de desechos con poco incremento de personal.

2.1.2.3. Desventajas de los Rellenos Sanitarios

- ✓ La adquisición del terreno constituye la primera barrera para la construcción de un relleno sanitario, debido a la oposición que se suscita por parte de la población cercana, ocasionada en general por factores tales como:
 - a. La falta de conocimiento sobre la técnica del relleno sanitario.
 - b. Asociarse el término relleno sanitario al de un botadero de basura a cielo abierto.
- ✓ Existe un alto riesgo de transformarlo en botadero a cielo abierto por la carencia de voluntad política de las administraciones municipales.
- ✓ Se puede presentar una eventual contaminación del agua subterránea y superficie cercana si no se toman las debidas precauciones.
- ✓ Los asentamientos más fuertes se presentan en los primeros 2 años después de terminado el relleno, por lo tanto, se dificulta el uso del terreno. El tiempo del asentamiento dependerá de la profundidad del relleno, tipo de desechos sólidos, grado de compactación y de la precipitación pluvial de la zona.

2.1.2.4. Relleno Sanitario Manual

Es una tecnología que se aplica cuando la mano de obra está disponible más fácilmente que la maquinaria que haría el mismo trabajo. Los obreros del relleno sanitario manual realizan todas las actividades a mano: descarga, colocación, compactación, y cubierta de los desechos, así como el mantenimiento de cunetas, construcción de chimeneas y drenajes, excavaciones, etc.

El relleno sanitario manual es apta para poblaciones menores a 50.000 habitantes, que generen menos de 20 ton/día de desechos sólidos, aunque se sabe que esta técnica ha dado buenos resultados hasta con 40 ton/día en países como el Perú, Ecuador y Colombia. (Rodríguez, 2010)

2.1.2.5. Disposición final de los residuos

La disposición final de los residuos, debe realizarse en rellenos sanitarios u otras instalaciones de confinamiento, las mismas que deben contar con la infraestructura y

equipamiento acorde al tipo de residuo, cantidad y volumen, cumpliendo todas las condiciones técnicas, ambientales y de seguridad durante su construcción, operación y cierre. Estas instalaciones deberán funcionar prioritariamente para residuos no aprovechables.

Los rellenos sanitarios deben estar ubicados en lugares que cumplan la normativa técnica y ambiental vigente. (MMAyA, Reglamento de Gestion de Residuos Solidos , 2012).

El funcionamiento de los rellenos sanitarios, debe realizarse de acuerdo a normas técnicas y ambientales, una vez agotada la vida útil de los rellenos, éstos deben ingresar a procesos de clausura, post clausura y rehabilitación cuando corresponda, con los controles técnicos y ambientales correspondientes realizados por la autoridad competente.

Se prohíbe la quema de residuos en sitios de disposición final, así como en aquellos en que la norma técnica lo establezca expresamente. (MMAyA, Ley 755 De Gestion Integral de Residuos Solidos, 2018).

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Relleno sanitario Manual

El relleno sanitario manual es un método de disposición final de los residuos sólidos que se diseña para la recepción de cantidades menores, que permita la operación de la mismo mediante técnicas y equipos manuales; con la finalidad de minimizar los costos económicos, sociales, sanitarios y ambientales, cumpliendo a su vez con las normas establecidas en el Estado Plurinacional. (Duarte Diaz, 2008)

2.2.2. Residuos orgánicos

Residuo orgánico. Se refiere a los residuos biodegradables o sujetos a descomposición (Eguizabal Brandan, noviembre 2008.)

2.2.3. Lixiviado

Líquido producido fundamentalmente por la precipitación pluvial que se infiltra a través del material de cobertura que atraviesa las capas de basura, transportando concentraciones apreciables de materia orgánica en descomposición y otros contaminantes. Otros factores que contribuyen a la generación de lixiviado son el contenido de humedad propio de los desechos, el agua de la descomposición y la infiltración de aguas subterráneas. (Eguizabal Brandan, noviembre 2008.)

2.2.4. Relleno sanitario

Instalación destinada a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de Los residuos sólidos en la superficie o bajo tierra, basados en los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental. (Eguizabal Brandan, noviembre 2008.)

2.2.5. Relleno Sanitario Mecanizado

El relleno sanitario mecanizado es aquel diseñado para las grandes ciudades y poblaciones que generan más de 40 toneladas diarias. Por su exigencia es un proyecto de ingeniería Bastante complejo, que va más allá de operar con equipo pesado. (Hernández y Collazos, 1992).

2.2.6. Disposición final

Acción de almacenamiento permanente de los residuos sólidos sobre el suelo en sitios y en condiciones adecuadas para evitar daños a la población humana y/o al ambiente. Dicha disposición se inicia una vez se haya desarrollado la adecuación inicial del terreno. (Salud Ambiental Estrategia, Vigilancia e Investigación S. de R.L. (SAEVI), 2018)

2.2.7. Celda diaria

Volumen conformado por los residuos, recibidos en un día; debidamente compactados.
f. Cobertura: Material natural o sintético colocado, en forma definitiva o temporal, sobre la superficie expuesta de los residuos de acuerdo a las condiciones del trabajo. (Salud Ambiental Estrategia, Vigilancia e Investigación S. de R.L. (SAEVI), 2018)

2.2.8. Material de cobertura

Capa superficial de tierra en cada celda que tiene como finalidad aislar los residuos del ambiente externo, controlar infiltraciones y la presencia de fauna nociva. Medida de Mitigación. (Salud Ambiental Estrategia, Vigilancia e Investigación S. de R.L. (SAEVI), 2018)

2.3. Marco Legal

2.3.1. Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia

Artículo 20 Derecho a los servicios básicos: Toda persona tiene derecho al acceso universal y equitativo a los servicios básicos de agua potable, alcantarillado, electricidad, gas domiciliario, postal y telecomunicaciones.

Es responsabilidad del Estado, en todos sus niveles de gobierno, la provisión de los servicios básicos a través de entidades públicas, mixtas, cooperativas o comunitarias.

Artículo 33 Derecho al medio ambiente: Las personas tienen derecho a un medio ambiente saludable, protegido y equilibrado. El ejercicio de este derecho debe permitir a los individuos y colectividades de las presentes y futuras generaciones, además de otros seres vivos, desarrollarse de manera normal y permanente. (Bolivia, 2009)

2.3.2. Ley del Medio Ambiente 1333

Artículo 1 objeto de la ley: La presente Ley tiene por objeto la protección y conservación del medio ambiente y los recursos naturales, regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población. (MMAyA, Ley del Medio Ambiente No 1333 , 1992).

2.3.3. Reglamentación de la Ley N° 1333 del medio ambiente, Reglamento de gestión de residuos sólidos

Artículo 1 Objeto y ámbito de aplicación: La presente disposición legal reglamenta la Ley del Medio Ambiente No.1333 del 27 de abril de 1992, respecto a los residuos sólidos, considerados como factor susceptible de degradar el medio ambiente y afectar la salud humana.

Tiene por objeto establecer el régimen jurídico para la ordenación y vigilancia de la gestión de los residuos sólidos, fomentando el aprovechamiento de los mismos mediante la adecuada recuperación de los recursos en ellos contenidos.

Artículo 64° Toda persona natural y/o colectiva, pública o privada, generadora o no de residuos, podrá individual o colectivamente realizar el tratamiento de los residuos sólidos, debiendo cumplir para la instalación y funcionamiento de las plantas de tratamiento lo establecido en la LEY, el presente Reglamento y demás instrumentos conexos y complementarios aplicables.

Artículo 65° Los generadores o propietarios de residuos sólidos podrán ceder sus derechos a terceras personas, con fines de tratamiento y/o aprovechamiento.

Artículo 66° El solicitante no propietario de los residuos, que pretendiera su aprovechamiento, deberá, además de cumplir con el requisito señalado en el artículo anterior, acreditar su derecho a la disponibilidad de aquéllos en la forma que determinen las normas técnicas.

Artículo 67° Por razones de interés general, el MDSMA, en coordinación con el organismo sectorial competente y el gobierno municipal, podrá instar a los titulares de las instalaciones de tratamiento a que lleven a cabo, en el plazo que ellos señalen, modificaciones o ampliaciones en orden a un aprovechamiento más racional, concediéndoles a tal efecto las ayudas económicas y demás medios procedentes en la forma que normativamente se determine.

Artículo 68° Por razones de interés nacional, la autoridad competente podrá:

- a) fomentar que determinados materiales, componentes de los productos que generen residuos sólidos, sean biodegradables y/o reciclables;
- b) declarar obligatorio, en determinadas áreas geográficas y circunstancias económicas, el aprovechamiento de los residuos que permitan recuperar recursos;
- c) fomentar la utilización de residuos reciclados en la fabricación de productos elaborados conforme al Plan Nacional para la Gestión de Residuos Sólidos;
- d) fomentar la recolección selectiva de residuos sólidos separados en origen, en determinadas áreas geográficas y circunstancias económicas, y de conformidad con el Plan Nacional para la Gestión de Residuos Sólidos.

Artículo 70 La disposición final de los residuos que no sean reutilizados, reciclados o aprovechados, deberá llevarse a cabo evitando toda influencia perjudicial para el suelo, vegetación y fauna, la degradación del paisaje, la contaminación del aire y las aguas, y en general todo lo que pueda atentar contra el ser humano o el medio ambiente que lo rodea.

Artículo 71 La operación de todos los sitios de disposición final para residuos sólidos deberá realizarse conforme al método de relleno sanitario.

Artículo 72 El establecimiento de un relleno sanitario, se trate éste de municipal o particular, deberá ubicarse en lugar apropiado y de acuerdo a normas técnicas elaboradas para tal fin, las cuales deben cumplir la LEY y Reglamentos conexos y aplicables.

Artículo 73 Los rellenos sanitarios podrán ser de tipo manual cuando se trate de poblaciones pequeñas.

Artículo 74 Ningún residuo que hubiese sido depositado en alguno de los rellenos sanitarios a que se refiere el presente Reglamento podrá ser retirado sin la justificación y la autorización correspondiente por parte del gobierno municipal.

Artículo 75 Se prohíbe la disposición final de residuos peligrosos, o de materiales que los contengan, en rellenos sanitarios y cualquier otro sitio destinado a residuos sólidos. (MMAyA, Reglamento de Gestion de Residuos Solidos, 1992)

2.3.4. Ley N° 755 De Gestión Integral De Residuos

Artículo 1. (OBJETO). La presente Ley tiene por objeto establecer la política general y el régimen jurídico de la Gestión Integral de Residuos en el Estado Plurinacional de Bolivia, priorizando la prevención para la reducción de la generación de residuos, su aprovechamiento y disposición final sanitaria y ambientalmente segura, en el marco de los derechos de la Madre Tierra, así como el derecho a la salud y a vivir en un ambiente sano y equilibrado.

Artículo 7. (Gestión integral de residuos). Se entiende por Gestión Integral de Residuos al sistema conformado por procesos de planificación, desarrollo normativo, organización, sostenibilidad financiera, gestión operativa, ambiental, educación y desarrollo comunitario para la prevención, reducción, aprovechamiento y disposición final de residuos, en un marco de protección a la salud y el medio ambiente.

Artículo 30. (Tratamiento).

- I. Los residuos según sus características, deben ser sometidos a procesos de tratamiento para su aprovechamiento, reducción de su peligrosidad o disposición final segura. Forman parte también del tratamiento, las operaciones realizadas en los sitios de disposición final en rellenos sanitarios.
- II. Las instalaciones destinadas al tratamiento de residuos, deben contar con la infraestructura y equipamiento adecuados, cumpliendo todas las condiciones

técnicas, ambientales y de seguridad, durante la construcción, operación, cierre y rehabilitación cuando corresponda.

Artículo 31. (Disposición final de los residuos).

- I. La disposición final de los residuos, debe realizarse en rellenos sanitarios u otras instalaciones de confinamiento, las mismas que deben contar con la infraestructura y equipamiento acorde al tipo de residuo, cantidad y volumen, cumpliendo todas las condiciones técnicas, ambientales y de seguridad durante su construcción, operación y cierre. Estas instalaciones deberán funcionar prioritariamente para residuos no aprovechables.
- II. Los rellenos sanitarios deben estar ubicados en lugares que cumplan la normativa técnica y ambiental vigente.
- III. El funcionamiento de los rellenos sanitarios, debe realizarse de acuerdo a normas técnicas y ambientales, una vez agotada la vida útil de los rellenos, éstos deben ingresar a procesos de clausura, post clausura y rehabilitación cuando corresponda, con los controles técnicos y ambientales correspondientes realizados por la autoridad competente.
- IV. Se prohíbe la quema de residuos en sitios de disposición final, así como en aquellos en que la norma técnica lo establezca expresamente. (Bolivia A. L., 2015)

CAPÍTULO III.

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo descriptiva, tomando en cuenta que nos permitió describir a detalle las especificaciones técnicas requeridas de acuerdo a norma para el diseño del relleno sanitario manual. Con este tipo de investigación se logró determinar el diseño ideal del relleno sanitario a ser implementado en la Comunidad Campesina San Pablo. (Sampieri, 2006).

3.2. Enfoque de investigación

El método en la cual se enfocó la investigación es el método cualitativo por lo que permitió alcanzar a describir los principales índices de generación de residuos en la comunidad y el índice poblacional a partir de situaciones enfocadas principalmente en encuesta poblacional de la comunidad y el estudio estadístico de los índices de generación de residuos. Información relevante que permitió realizar el diseño del relleno sanitario manual tomando en cuenta la generación y el índice poblacional. (Sampieri, La investigación Científica y el Enfoque de Investigación, 2004).

3.3. Participantes

Comunidad Campesina San Pablo de la Provincia Madre de Dios, Municipio Puerto Gonzalo Moreno del Departamento de Pando y las familias asentadas en la comunidad.

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

La población con la cual se trabajó durante el proceso de elaboración del proyecto de investigación es prácticamente la Comunidad Campesina San Pablo y 40 familias de la comunidad involucradas.

3.4.2. Tipo de muestra

El diseño muestral que se empleó en la investigación es la no probabilística ya que se realizara un diagnostico por conveniencia. (Cuesta, 2009). Tomando en cuenta una muestra representativa de 40 familias de la comunidad.

3.5. Técnicas

3.5.1. Encuestas

Técnica que nos permitió plantear una serie de preguntas para la recolección de los datos e información para poder determinar la viabilidad del diseño, de nuestro relleno sanitario manual en la Comunidad Campesina San Pablo.

3.5.2. Observación

Técnica que se utilizó para presenciar directamente el fenómeno que se está estudiando referido a los residuos sólidos de la Comunidad Campesina San pablo. (Sampieri, Tecnicas de la Investigacion Cientifica, 2006).

3.5.3. Análisis documental

Permitió recopilar información ya existente sobre diseños de rellenos sanitarios manuales y su viabilidad en operación y mantenimiento para el manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos. (Tamayo, 2001).

3.6. Instrumentos

3.6.1. Cuestionario

El cuestionario es una herramienta que permitió la recolección de datos cuantitativos, que se utilizaron para establecer el diseño del relleno sanitario manual, ya que es un buen instrumento de investigación para recolectar datos estandarizados y hacer generalizaciones. (Arias, 2006).

3.7. Procedimiento

Mediante el trabajo de campo realizado en la Comunidad Campesina San Pablo, aplicando el cuestionario de preguntas a los actores involucrados en nuestro proyecto de grado, se logró recolectar datos que demuestren la factibilidad de la investigación y la importancia de realizar el diseño del relleno sanitario manual para el buen manejo y disposición de los residuos.

La observación aplicada como instrumento directo de verificación permitió determinar la problemática existente, facilitando la búsqueda de soluciones, instrumento que se aplicó mediante un trabajo de campo permanente en el área de estudio.

3.8. Alcances del estudio

3.8.1. Proyecciones del estudio

Minimizar el problema social y ambiental generado por los residuos sólidos en la comunidad Campesina San Pablo por la falta de un buen manejo y disposición final de los residuos en un periodo de 5 años de acuerdo al diseño.

3.8.2. Delimitaciones del estudio

Realizar un Diseño de Relleno Sanitario Manual en la Comunidad Campesina San Pablo, para la buena disposición de los residuos sólidos, con la finalidad de minimizar los impactos negativos causados por la falta de manejo y la mala disposición.

CAPITULO IV.

4. MARCO CONTEXTUAL

4.1. Marco contextual

Bolivia en el año 2020, ha tenido una generación de 1.745.280 Ton/año, es decir cada uno de nosotros genera 0,50 kilogramos de residuos cada día. Estos residuos, cuando están mal manejados, generan varios problemas ambientales y de salud, además de un importante gasto económico, debido a su elevado costo de manejo.

Las causas principales del incremento en la generación de residuos las encontramos en los hábitos de consumo de nuestra sociedad; en la manera como desarrollamos nuestra actividad diaria, en casa, en el trabajo, en la escuela, al momento de realizar compras, etc. Podemos observar que los envases retornables y los productos duraderos han sido prácticamente sustituidos por artículos no retornables; los envases de plástico, el aluminio, latas, entre otros, conforman gran parte del volumen diario de nuestros residuos sólidos. (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA , 2021).

Sin embargo, podemos cambiar esta situación, con la incorporación de hábitos y criterios a la hora de comprar un producto o realizar cualquier actividad, así mismo con nuestro accionar diario al respecto del manejo de la basura, podemos coadyuvar en mantener limpias nuestra ciudad y aprovechar los residuos mediante acciones de reusó, reciclaje, compostaje y lombricultura y la disposición segura en plantas de tratamientos mecanizadas y rellenos sanitarios manuales autorizados. (MMAyA, Guia de Educacion Ambiental en la Gestion de los Residuos Solidos, 2020).

El Departamento de Pando de acuerdo al diagnóstico de la gestión de residuos sólidos presenta valores dispersos de un municipio a otro y es directamente proporcional al número de habitantes y hábitos de consumo. El índice mayor se registra en Cobija con 0,43 (Kg/habitante-día) y el menor en el Municipio de Sena con 0,29 (Kg/habitante-día).

Los datos han sido recopilados de estudios proporcionados durante la encuesta; para aquellos municipios que no cuentan con estos índices de producción per cápita, se ha

estimado su valor en base a parámetros como: el volumen recolectado, la cobertura y frecuencia de atención, y la densidad o peso volumétrico de los residuos recolectados.

En el siguiente cuadro, se muestran los índices de PPC para los municipios analizados. Cuadro producción per cápita de residuos solidos (Kg/Habitante-Día). (MMAyA, Diagnostico de la Gestion de Residuos Solidos en el Departamento Pando, 2011).

Tabla N° 1: Pando, producción per cápita de residuos sólidos (Kg/habitante – día)

Municipio/ Localidad	Provincia	Categoría Poblacional	PPC	Fuente
Cobija	Nicolás Suarez	Capital	0,43	Estimado 2010
Porvenir	Nicolás Suarez	Menor	0,37	Estimado 2010
Bolpebra	Nicolás Suarez	Menor	0,33	Estimado 2010
Puerto Rico	Manuripi	Menor	0,33	Estimado 2010
Filadelfia	Manuripi	Menor	0,33	Estimado 2010
Puerto Gonzalo Moreno	Madre de Dios	Menor	0,33	Estimado 2010
Sena	Madre de Dios	Menor	0,29	Estimado 2010
Santa Rosa de Abuna	Abuná	Menor	0,33	Estimado 2010

Fuente: Diagnostico de la Gestión de Residuos Solidos

A partir de estos datos, se ha estimado los índices promedio de PPC para cada una de las categorías poblacionales, obteniendo un valor 0,43 para la ciudad capital y 0,33 Kg/habitante-día, para los municipios menores. El promedio ponderado de ambos es de 0,41 Kg/habitante-día.

Tabla N° 2: Promedio ponderados de producción per cápita por categoría poblacional

Categoría	PPC Promedio (Kg/Habitante-día)
Capital	0,43
Menor	0,33
Promedio	0,41

Fuente: Diagnóstico de la Gestión de Residuos Solidos

De acuerdo a la información recopilada en el Municipio de Puerto Gonzalo Moreno, municipio donde se encuentra asentada la Comunidad Campesina San Pablo se tiene una producción per cápita de 0,33 Kg/Habitante-Día.

De los 15 municipios del Departamento de Pando hasta la gestión 2020 ninguno ha iniciado con algún proyecto en aprovechamiento de residuos sólidos, lo que conlleva a la población de las capitales de municipio y comunidades rurales a realizar su disposición de residuos en botaderos a cielo abierto sin ningún manejo ni tratamiento. Por lo tanto, tomando en cuenta esta información se nos hace viable nuestra investigación para el diseño de un relleno sanitario manual en la Comunidad Campesina San Pablo.

4.2. Ubicación del fenómeno de estudio

La Comunidad Campesina San Pablo se encuentra ubicada al margen izquierdo del río Madre de Dios, con una extensión territorial 40.332,32 hectáreas, lo cual representa el 25.45 del total del municipio de Pto. Gonzalo Moreno.

Se encuentra entre las coordenadas geográficas (WGS-84: ZONA L 19 SUR):

- ✓ XCOORD 790759.03 m E
- ✓ YCOORD 8774552.85 m S

Desde la capital del Municipio (comunidad Gonzalo Moreno) se debe recorrer hacia el oeste 28 km para llegar a la comunidad campesina San Pablo.

Figura 1: Imagen Satelital área urbana Comunidad Campesina San Pablo



Fuente: Elaboración propia desde Google Earth Pro

CAPITULO V.

5. DIAGNOSTICO

5.1. Diagnostico situacional

La Comunidad Campesina San Pablo no cuentan con servicios de recolección de los residuos sólidos, la población habitante en su totalidad no practica la actividad del reciclaje por lo que el manejo y la disposición de los residuos se la realiza de una manera inadecuada.

La comunidad no cuenta con una infraestructura técnica adecuada para la separación de los residuos, por lo que cada familia habitante de la comunidad tiende a tener sus botaderos a cielo abierto sin ningún manejo y control del mismo realizando prácticas inadecuadas como la quema de basura, o disposición en lugares no apropiados, como arroyos vertientes de aguas y ríos o lotes baldíos. Llegando a ocasionar la mala disposición de los residuos sólidos problemas ambientales como la contaminación del suelo, agua y el aire, así como riesgos a la salud publica debido a la presencia de roedores y vectores transmisores de enfermedades.

El diagnóstico realizado permitió obtener información relevante sobre la situación actual de la gestión de los residuos sólidos en la comunidad campesina San Pablo, información que sirvió de base para el diseño y la implementación del relleno sanitario manual, así como para identificar los desafíos y oportunidades que se presenten en el proceso de ejecución y funcionamiento.

Figura 2: Diagnostico actual, identificación micro botaderos a cielo abierto



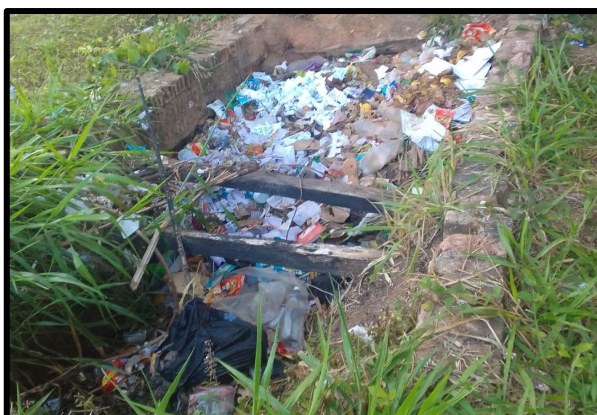
Fuente: Elaboración propia

Figura 3: Identificación de quemados de residuos como medida de disposición final



Fuente: Elaboración propia

Figura 4: Identificación de posos como técnica de disposición de residuos



Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO VI.

6. DETERMINACIÓN DE MODELOS, ANÁLISIS DE MODELOS: REAL E IDEAL

6.1. Modelo real

Falta de educación y conciencia ambiental por parte de los pobladores habitantes de la comunidad, referente al manejo y disposición de los residuos sólidos lo que genera un problema social y ambiental en la comunidad Campesina San Pablo.

6.2. Modelo Ideal

Con el diseño de un relleno sanitario manual la comunidad tendrá una opción para disponer los residuos de manera adecuada y a un bajo costo de funcionamiento, disminuyendo los riesgos ambientales y de salud pública.

CAPITULO VII.

7. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

7.1. Discusión y análisis de resultado

7.1.1. Discusión

Durante el trabajo de campo realizado en el proceso de elaboración del proyecto de grano, se llegó a obtener resultados que se encuentran interpretados en tablas y gráficos.

A partir de la elaboración y aplicación de diferentes instrumentos, como la guía de cuestionario y las guías de observación se obtuvieron datos de la población sujeto de estudio, de acuerdo a la muestra seleccionada en la investigación.

Dada la obtención de los datos, fueron analizados y sistematizados de acuerdo al método analítico sintético, posterior a ello se realizó el tratamiento estadístico mediante el uso y aplicación de las siguientes tablas y gráficos.

Tabla N° 3: Producción per cápita de residuos sólidos de la Comunidad Campesina San Pablo proyectada a 5 años

AÑO	POBLACION	KG/HA/DIA	TOTAL, RESIDUOS	TONELADAS PRODUCIDAS/DIA
2023	100	0.20	20.00	0.02
2024	102	0.20	20.40	0.02
2025	104	0.20	20.80	0.02
2026	106	0.20	21.20	0.02
2027	108	0.20	22.00	0.02
TOTAL, RESIDUOS PRODUCIDOS EN 5 AÑOS:			38.106,00 KG	36,5 TONELADAS

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 4: Interpretación de resultados, encuesta y entrevista Aplicada a 20 participantes

N°	Preguntas	Alternativas	N°	%	Interpretación
1	¿Usted cómo habitante, que disposición final le da a sus residuos (basura) que genera en su actividad diaria?	Lo quema	14	70	Los habitantes de la población el 70% queman la basura ocasionando contaminación ambiental a través del incremento del gas de efecto invernadero, el 10% entierra la basura como una de las mejores alternativas y el 20% lo depositan la basura en lugares definidos como botaderos a cielo abierto.
		Lo entierra	2	10	
		Lo bota en botaderos a cielo abierto	4	20	
2	¿Conoce usted que es un relleno sanitario?	Si conozco	5	25	El 5% conoce lo que es un relleno sanitario, el 75% de los participantes encuestados y entrevistados no conocen por primera vez escuchan sobre un relleno sanitario.
		No conozco	15	75	
3	¿Usted cree que es de importancia implementar un relleno sanitario en su comunidad?	Si	19	95	El 95% de los habitantes participantes en la entrevista y la encuesta mencionan que es de mucha importancia la implementación de un relleno sanitario manual, el 5% al no tener conocimiento de un relleno sanitario menciona que no es importante.
		No	1	5	

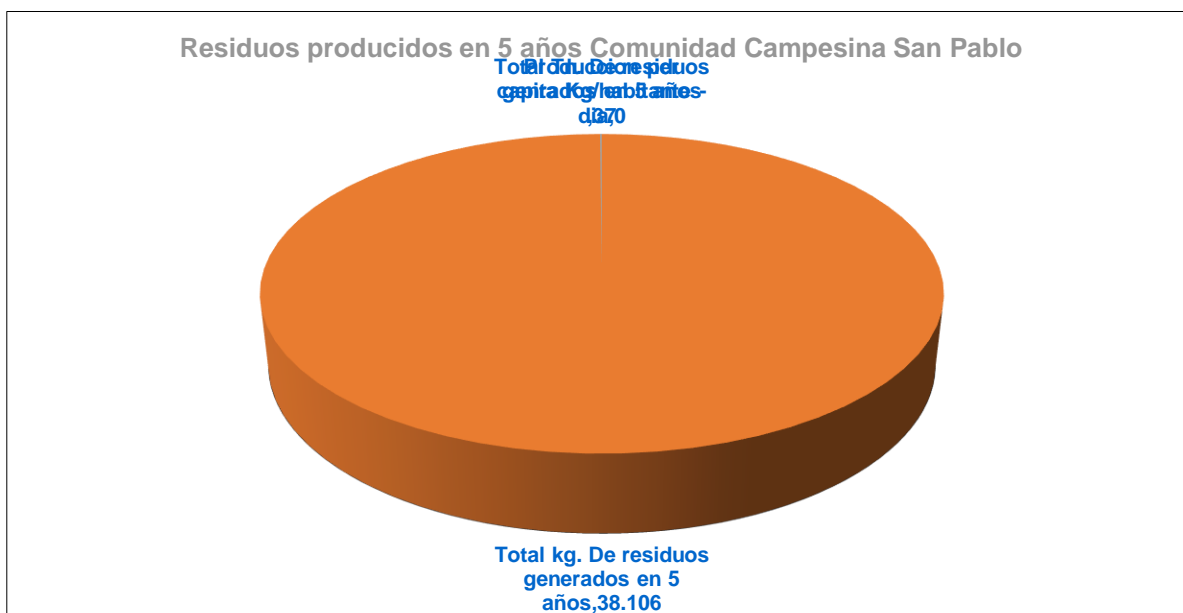
Fuente: Elaboración propia

7.2. Análisis de resultado

De acuerdo al trabajo de campo realizado en la Comunidad Campesina San Pablo se logró obtener información de la producción per cápita de residuos, teniendo como resultado 0,20 kg/habitante - día, generando un promedio de 38.106,00 kg en 5 años y 36,5 en toneladas.

Resultado que de acuerdo al análisis realizado demuestra la factibilidad de nuestra investigación para realizar el diseño del relleno sanitario manual en la Comunidad Campesina San Pablo.

Grafico N° 1: Interpretación de resultados, producción per cápita, proyección de residuos sólidos a 5 años en la Comunidad Campesina San Pablo



Fuente: Elaboración propia

A través de los instrumentos de recolección de información, se logró obtener resultados que de acuerdo al análisis realizado se tiene la factibilidad de realizar el diseño del relleno sanitario manual para su implementación en la Comunidad Campesina San Pablo.

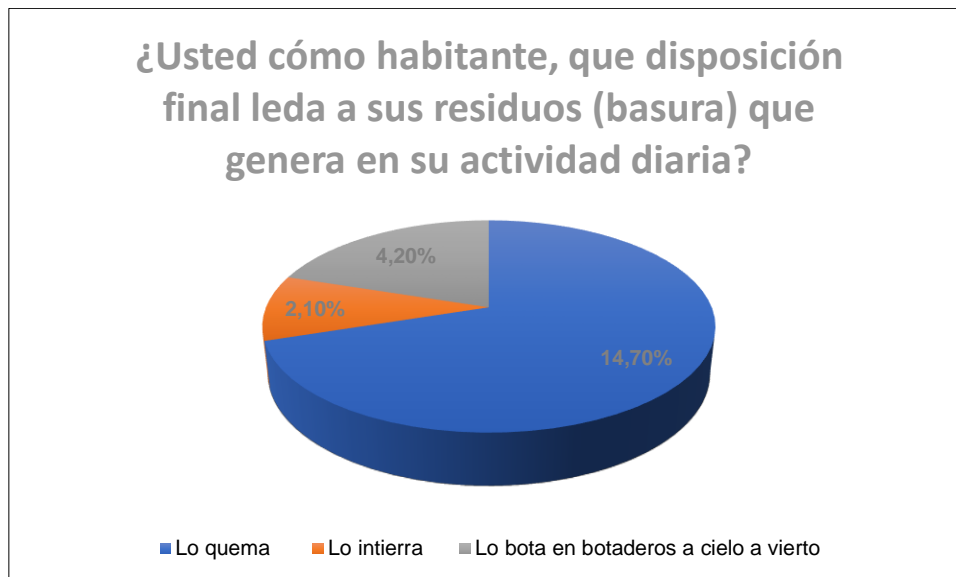
El análisis de resultado hace notar que el 70% de los participantes proceden a la quema de sus residuos generando gas de efecto invernadero lo que contribuye al cambio climático y contaminación del medio ambiente, el 20% dispone sus residuos a cielo abierto dando lugar a la aparición de roedores y vectores transmisores de enfermedades, además de generar un mal aspecto a la comunidad y problemas de contaminación ambiental, un 10% de los participantes en la investigación tiene sus pequeños posos para el depósito de sus residuos siendo esta la mejor manera de disponer de los residuos sólidos.

Al mismo tiempo se procedió a indagar entre los participantes de la investigación a través de los instrumentos de recolección de datos, logrando determinar el nivel de conocimiento referente al relleno sanitario manual obteniendo como resultado después del análisis realizado un 75% de los participantes no tienen conocimiento referente a lo que es un relleno sanitario manual, el 25% tienen conocimiento, pero no aplican la técnica. Del mismo modo se procedió a determinar a través de los resultados obtenidos la importancia del diseño y su implementación del relleno sanitario manual en la Comunidad Campesina San Pablo obteniendo como análisis de los resultados el 95% de los participantes manifiesta la importancia de diseñar e implementar el relleno sanitario manual en la comunidad.

La presente información recabada demuestra la viabilidad, factibilidad de nuestra investigación referente al diseño de un relleno sanitario manual para el manejo y disposición final de los residuos sólidos generados en la comunidad.

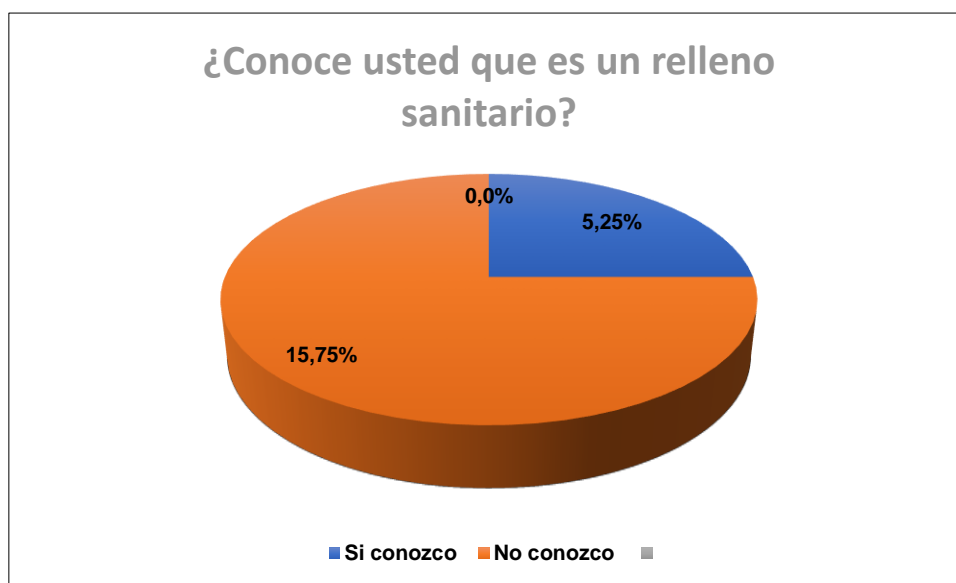
Los resultados de la viabilidad y factibilidad de nuestra investigación se demuestran en los siguientes gráficos:

Grafico N° 2: Interpretación de resultados, referente a la disposición final de los residuos en la Comunidad Campesina San Pablo



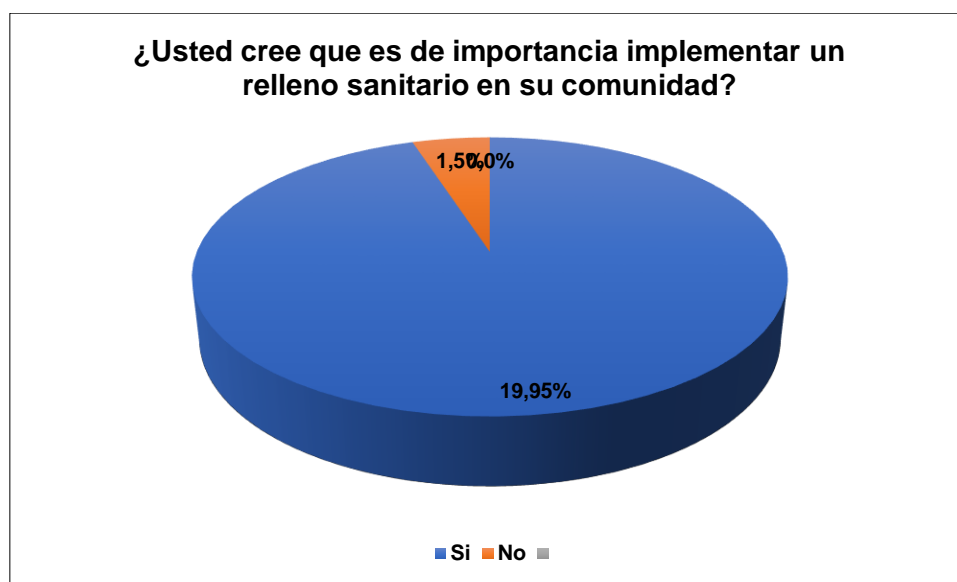
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 3: Interpretación de resultados referente al conocimiento de un relleno sanitario manual de la Comunidad Campesina San Pablo



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 4: Interpretación de resultados referente al interés de la Comunidad Campesina San Pablo en el diseño e implementación del relleno sanitario manual



Fuente: Elaboración propia

CAPITULO VIII. PROPUESTA

8.1. Propuesta Diseño Relleno Sanitario Manual de Disposición Final de Residuos

DISEÑO RELLENO SANITARIO MANUAL PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA COMUNIDAD CAMPESINA SAN PABLO

(Una alternativa a tu alcance)

Definición

El Relleno Sanitario Manual es una técnica de disposición final de residuos sólidos en el suelo, basada en la ingeriría, con criterios ambientales sanitarios, que utiliza para su operación principalmente mano de obra no calificada.

Beneficios que ofrece un Relleno Sanitario Manual

1. Resuelve económicamente y ecológicamente el problema de la disposición final de los residuos sólidos municipales y comunales.
2. Fomenta la participación de la comunidad en la solución integral de sus problemas sanitarios ambientales.
3. Contribuye a mejorar la salud de las personas y del ecosistema, mediante la creación de áreas verdes alrededor del Relleno Sanitario Manual.

¿Cómo se inicia el diseño e implementación de un Relleno Sanitario Manual?

La autoridad municipal o comunal, con el consenso de su población, debe en primera instancia tomar la decisión de llevar a cabo la implementación del Relleno Sanitario Manual en la localidad.

Pasos a seguir para el diseño e implementación del relleno sanitario manual

1. PLANEACIÓN

En la comunidad en consenso con toda la población se desarrollan las principales bases para las diferentes actividades que cumplir, tales como: selección del sitio, diseño, construcción, operación, mantenimiento, clausura y monitoreo tomando en cuenta que se debe contar con la información básica sobre la población a servir, la procedencia y cantidad de los residuos a disponer, el uso futuro del terreno una vez terminada su vida útil, los recursos para su financiamiento y la asesoría de un profesional competente.

2. SELECCIÓN DEL SITIO

Para la selección del sitio se debe considerar, de preferencia aquellos lugares donde la operación del Relleno Sanitario Manual conduzca a mejorar el terreno. La selección apropiada del lugar destinado para la construcción del Relleno Sanitario Manual, eliminara en el futuro muchos problemas operacionales las estrategias a seguir son:

Figura 5: Selección del área a implementar el Relleno Sanitario Manual



Fuente: Elaboración Propia

a) Participación comunitaria

La elección del sitio debe realizarse en consultado con las autoridades municipales, comunales, de salud, ambientales y la población en general.

Desde el inicio el proceso de selección, la población debe de tener la oportunidad de participar, comentar y objetar las propuestas realizadas, en todos los casos es esencial asegurar el apoyo de los distintos sectores de la comunidad, durante toda la fase de selección, diseño, construcción, operación, mantenimiento y futuro del Relleno Sanitario.

Figura 6: Participación comunitaria en toma de decisiones



Fuente: Elaboración propia

b) Aspectos técnicos

Desde el punto de vista técnico, el ingeniero o técnico responsable del diseño debe tomar en cuenta los siguientes factores:

Localización

La ubicación del terreno se recomienda que este cerca del centro poblado de la localidad, no más de 30 minutos de ida y regreso.

A demás de disminuir los costos de transportes, permite tener una mejor vigilancia y supervisión permanente por parte de la comunidad, la que estará atenta para que el

Relleno Sanitario Manual sea operado y mantenido en las mejores condiciones posibles.

Se recomienda además que los límites de un Relleno Sanitario Manual estén trazados a una distancia mayor de 500 metros del área urbana más cercana.

Figura 7: Localización del área y toma de coordenadas geográficas



Fuente: Elaboración Propia

Características del sitio

Deberá contar con un suelo arcilloso o limo arcilloso, de lo contrario sería obligatorio impermeabilizarlo con arcilla compactada en una capa de 0,30 metros o en caso necesario colocar geomembrana o polietileno de alta densidad, esto es con la finalidad de evitar la contaminación del acuífero.

Así mismo, se requiere evaluar la profundidad del manto freático o aguas subterráneas, se recomienda tener por lo menos de 1 a 1,5 metros entre el nivel freático y los residuos sólidos.

Vías de acceso

Para que el acceso sea fácil, seguro, rápido y resulte más económico tanto el transporte de los desechos sólidos como la construcción de las vías internas de penetración, el terreno debe estar cerca de una vía principal.

Condiciones hidrogeológicas

Cabe destacar que además de observar la existencia de nacimientos de agua en el terreno, que abra de drenar bajo su nivel, es importante bajar la profundidad del manto freático o aguas subterráneas, ya que es necesario mantener una distancia mínima de 1 a 1,5 metros entre estas y los desechos sólidos. Asimismo, es preciso identificar las características del suelo, en cuanto a su permeabilidad y capacidad de absorción.

Vida útil de terreno

La capacidad del sitio debe ser suficientemente grande para permitir su utilización a largo plazo (mínimo de 10 años) a fin que su vida útil sea compatible con su gestión, los costos de adecuación e infraestructura. Obviamente todo depende de su disponibilidad.

Material de cobertura

El terreno debe tener abundante material de cobertura, fácil de extraer y en lo posible con buen contenido de arcilla ya que por su baja permeabilidad y gran capacidad de adsorción de contaminantes es más adecuada para este tipo de actividad.

Conservación de los recursos naturales

El Relleno Sanitario debe de estar lo suficientemente alejado de las fuentes de abastecimiento de agua, En otras palabras, se debe estar en condiciones de proteger tato los recursos naturales como la vida animal y vegetal.

Condiciones climatológicas

La dirección del viento es predominantemente fundamental, debido a las molestias que puede causar durante la operación, por el polvo, papeles que se levantan, además de los posibles malos olores. Por lo tanto, la ubicación del Relleno Sanitario Manual

deberá situarse de tal manera que el viento circule desde al área urbana de la comunidad hacia él.

Propiedad del terreno

Un Relleno Sanitario debe iniciarse solamente cuando la comunidad, tenga en su poder el documento legal que acredite su propiedad sobre el terreno y autorice mediante un acta comunal o municipal, a construirlos con sus obras complementarias, estipulando su utilización futura.

Uso futuro

En todo proyecto de construcción de un relleno sanitario manual se debe tener definido claramente su utilización futura, a fin de integrarlo perfecta al ambiente natural.

Una vez terminada su vida útil, el relleno sanitario manual para ser transformado en parques, áreas deportivas, jardín, vivero o en un pequeño bosque.

3. PASOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL RELLENO SANITARIO MANUAL

a) Limpieza y desmonte

En el terreno se debe preparar un área que sirva de base o suelo de soporte al relleno, siendo necesaria, por lo general, la tala de árboles y arbustos, puesto que esto constituirá un obstáculo para la operación, sin embargo, se recomienda utilizar áreas de barbecho.

Esta limpieza debe realizarle por etapas de acuerdo con el avance de la obra, evitando así la erosión del terreno.

Figura 8: Limpieza y habilitación del área



Fuente: Elaboración propia

b) Vías de acceso

Al Relleno Sanitario se debe llegar por una vía pública de acceso principal, de uso permanente y que reúna las condiciones de transpirabilidad.

Es necesario destacar que el tiempo empleado en el transporte de los residuos hasta y desde el sitio del Relleno Sanitario es más importante que la distancia.

c) Cerca perimetral

Se debe de construir una cerca perimetral con un portón de ingreso, para darle seguridad a la obra. Es importante impedir el libre acceso de animales y terceras personas, especialmente cuando se retiran los trabajadores al finalizar la jornada diaria.

Figura 9: Cerca perimetral de protección



Fuente: Elaboración propia

d) Siembra de árboles a nivel perimetral

Es también necesario la conformación de un cerco vivo de árboles y arbustos como aislamiento visual, porque oculta de los vecinos y transeúntes, ofrece una buena apariencia estética al contorno del terreno y puede servir para retener papeles y plásticos levantados por el viento. Se recomienda plantar árboles de rápido crecimiento y de la región.

Figura 10: Barreras vivas de árboles de crecimiento rápido



Fuente: Elaboración propia

e) Construcción del drenaje periférico

Es importante estudiar la precipitación pluvial para prever las características de los drenajes y las obras que se vayan a necesitar, a fin de atenuar la producción de lixiviados. Así, se evitará también la contaminación de las aguas y se logra definir las áreas de operación e instalaciones para los trabajadores.

Figura 11: Drenaje periférico manual



Fuente: Google.com/imagen de rellenos sanitarios

f) Preparación del suelo de soporte

Antes de comenzar la construcción del Relleno Sanitario Manual se debe tomar la decisión de remover las primeras capas del suelo, dependiendo de la cantidad de material de cobertura disponible. En algunos casos, puede ser ventajoso dejar el terreno intacto, con el fin de usar su capacidad de absorción y filtración para remover contaminantes.

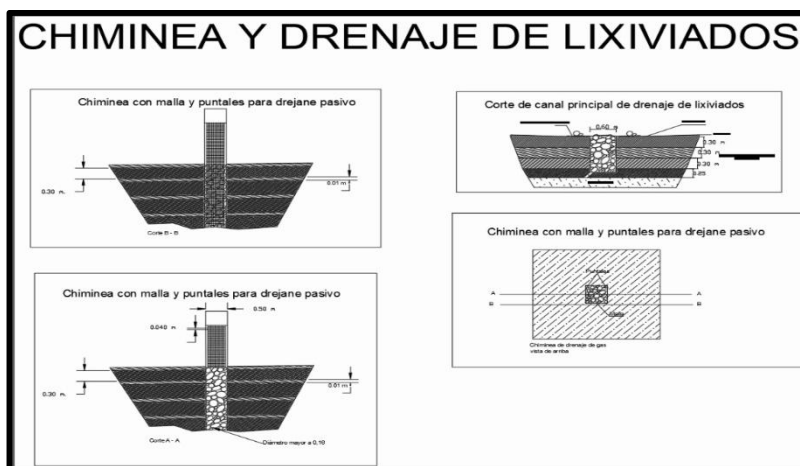
Para la nivelación del suelo de soporte y los cortes de los taludes, es aconsejable que el movimiento de tierra se haga por etapas dependiendo la vida útil del sitio, así la lluvia no causar erosión al terreno, ni se perderá tierra que sería utilizada como cobertura. Por otro lado, se debe almacenar y conservar la cubierta vegetal de las áreas iniciales de terreno, para que a medida que se vayan terminando algunas áreas del Relleno Sanitario, esta sirva de cubierta final para la siembra de pasto.

h) Construcción del sistema de evaluación de gases

El drenaje de gases esta construido por un sistema de ventilación de piedra o tubería perforada de concreto (revestida de piedra), que funciona a manera de chimenea o ventilación, las cuales atraviesan en sentido vertical todo el relleno desde el fondo hasta la superficie.

Estas chimeneas se construyen verticalmente a medida que avanza el relleno, procurando siempre una buena compactación, se recomienda instalar cada 10 a 20 metros cada una.

Figura 13: Drenaje de lixiviado

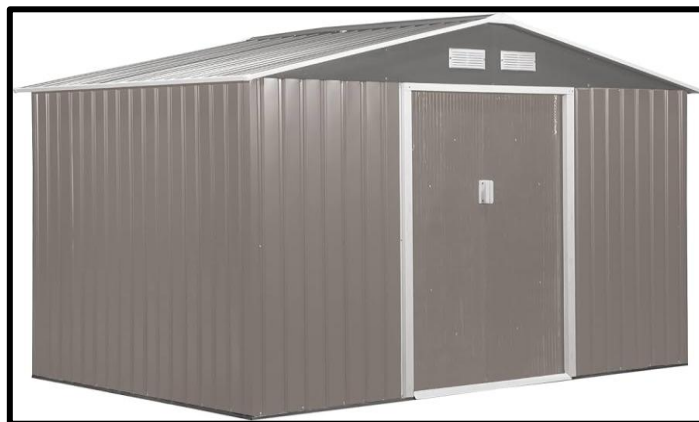


Fuente: Google.com/imagen de drenaje lixivados

i) Construcción de una caseta e instalación sanitaria

La construcción de la caseta debe realizarse en un área de 10 a 15 metros cuadrados aproximadamente, es muy importante ya que puede ser usada como portería y depósito para guardar las herramientas o para el cambio de ropa del personal operario.

Figura 14: Caseta e instalación sanitaria



Fuente: Google.com/imagen caseta

j) Cartel de identificación del Relleno Sanitario Manual

Es necesario la colocación de un cartel de presentación de la obra a fin de que sea identificada por la comunidad, es importante elegir desde el comienzo un nombre oficial para el Relleno Sanitario Manual, este nombre debe de usarse en todos los documentos y correspondencias pertinentes.

Figura 15: Elaboración de un relleno sanitario manual



Fuente: Google.com/imagen construcción de un relleno sanitario manual

CAPITULO IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1. Conclusión

El Proyecto de Diseño de un Relleno Sanitario Manual para la disposición de los residuos sólidos generados en la Comunidad Campesina San Pablo, como alternativa estratégica de manejo y disposición final adecuada de los residuos sólidos, contribuyendo de esta manera a minimizar la problemática generada por residuos, esta investigación se logró, gracias a la participación social de la Comunidad Campesina San Pablo durante el proceso de recolección de información y elaboración de nuestro proyecto de grado.

Es imprescindible mencionar que la buena disposición final de los residuos generados en nuestras actividades cotidianas, puede minimizar los problemas de salud pública en la población, bajar los índices de contaminación ambiental de fuentes de aguas, contaminación del suelo y minimizar la contaminación del aire y la atmosfera por la quema de los residuos. Además de fortalecer procesos de sensibilización creando conciencia en los pobladores de la comunidad sobre el manejo y la buena disposición de sus residuos a través del diseño e implementación del relleno sanitario por parte de la comunidad, es por ello que se tienen las siguientes conclusiones del proyecto de grado:

Se realizó la Identificación per cápita de la generación de residuos producidos por las familias de la Comunidad Campesina San Pablo, información recabada a través de un diagnóstico que permitirá la proyección de las especificaciones técnicas y la vida útil del relleno sanitario.

Se logró la cuantificar los resultados referentes a la encuesta y entrevista realizada, obteniendo información sobre el nivel de conocimiento que tienen las personas de la comunidad referente a un relleno sanitario, además de cuantificar la importancia que sería el diseño y la implementación del relleno sanitario manual en la Comunidad Campesina San Pablo.

Finalmente, sintetizada toda la información se realizó la propuesta del Diseño de un Relleno Sanitario Manual Para la Disposición Final de los Residuos Sólidos Generados en la Comunidad Campesina San Pablo

9.2. Recomendación

Se recomienda a la Comunidad Campesina San Pablo, para poner en marcha la implementación del Relleno Sanitario Manual cumplir con lo siguiente:

1. Tomar en cuenta el Diseño del Relleno Sanitario Manual Para la Disposición Final de los Residuos Sólidos Generados en la Comunidad Campesina San Pablo.
2. Gestionar apoyo de autoridades municipales para realizar la implementación del relleno sanitario manual en la comunidad.
3. Crear una estructura organizativa para realizar el seguimiento de implementación y manejo del relleno sanitario.
4. Cumplir con todos los pasos requerido para la buena implementación y funcionamiento del relleno sanitario que se especifican en el diseño propuesto.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Bolivia, A. C. (2009). *Constitucion Politica del Estado*. La Paz: Gaceta Oficial del Estado.
- Bolivia, A. L. (2015). *Ley de Gestion Integral de Residuos*. La Paz : Gaceta Oficial del Estado.
- Collazo, H. y. (2008). *Relleno sanitario manual para poblaciones pequeñas*. Oruro Bolivia : Compendio de tratamiento de residuos.
- Cuesta, J. M. (2009). *Muestreo probabilistico y no probabilistico*. España: Universidad de Oviedo.
- Galindo Soza, M. (2012). Obtenido de https://cebem.org/wp-content/uploads/2016/11/Libro-La_Participacion_Ciudadana_y_el_Control_Social.pdf.
- Merino, J. P. (2022). *Residuos solidos municipales*. Cochabamba: Estudio de factibilidad de proyecto municipal.
- MMayA. (1992). *Ley del Medio Ambinete No 1333* . La Paz: Gaceta Oficial del Estado.
- MMayA. (1992). *Reglamento de Gestion de Residuos Solidos*. La Paz Bolivia: Gaceta Oficial del Estado.
- MMayA. (2011). *Diagnostico de la Gestion de Residuos Solidos en el Departamento Pando*. Cobija: Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Basico.
- MMayA. (2012). *Reglamento de Gestion de Residuos Solidos* . La Paz: Poder Legislativo del Estado Plurinacional de Bolivia .
- MMayA. (2018). *Ley 755 De Gestion Integral de Residuos*. La Paz : Poder Legislativo del Esta Plurinacional de Bolivia.

- MMAyA. (2018). *Ley 755 De Gestion Integral de Residuos Solidos*. La Paz: Poder Legislativo del Estado Plurinacional de Bolivia.
- MMAyA. (2020). *Guia de Educacion Ambiental en la Gestion de los Residuos Solidos*. La Paz: Gaceta Oficial del Estado.
- MMAyA. (2020). *Guia de Educacion Ambiental en la Gestion de los Residuos Solidos*. La Paz : Poder Legistalivo del Estado Plurinacional de Bolivia.
- Rodriguez, D. D. (2010). *Relleno sanitario manual para pequeñas poblaciones*. La Paz : Publicacion Municipal.
- Sampieri, H. (2004). *La investigacion Cientitifica y el Enfoque de Investigacion*. Mexico: Universidad Norbert Wiener.
- Sampieri, H. (2006). *Metodologia de la Investigacion Cientifica*. Mexico: Universidad Norbert Wiener.
- Sampieri, H. (2006). *Tecnicas de la Investigacion Cientifica*. Mexico: Univeridad Norbert Wiener.
- Tamayo, M. T. (2001). *La investogacion Cientifica*. Mexico: Limusa.

ANEXOS

1. Fotografías del diagnóstico realizado en el trabajo de campo

Fotografía 1: Identificación de micro botaderos a cielo abierto



Fotografía 2: Identificación de quemas de residuos como alternativa de disposición final de residuos



Fotografía 3: Identificación de pozos domiciliarios como técnica de disposición de residuos sólidos



Fotografía 4: Identificación de residuos en áreas públicas de la Comunidad Campesina San Pablo



2. Fotografías trabajo de campos de identificación de terreno para el Relleno Sanitario Manual de la comunidad

Fotografía 5: Identificación del terreno a implementar el Relleno Sanitario Manual



Fotografía 6: Toma de coordenadas del área a realizarse la implementación del relleno sanitario



3. Fotografías trabajo de campo identificación per cápita de generación de residuos domiciliarios en la Comunidad Campesina San Pablo

Fotografía 7: Recolección de residuos domiciliarios



Fotografía 8: peso de los residuos recolectados



4. Fotografías charlas educativas de educación ambiental referente al manejo y disposición de residuo solido

Fotografía 9: Coordinación con la dirección de la Unidad Educativa San Pablo para el desarrollo del taller de educación ambiental



Fotografía 10: Charla educativa de educación ambiental a estudiantes de la Unidad Educativo San Pablo

