



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

**DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO DEL ÁREA URBANA DE
LA PARROQUIA TARACOA, PROVINCIA DE ORELLANA.**

Trabajo de titulación presentado para optar el grado académico de:
INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTOR: ZHIGUI VARGAS CARLOS WLADIMIR

TUTOR: DR. FAUSTO YAULEMA

ORELLANA - ECUADOR

2016

©2016, Carlos Wladimir Zhigui Vargas

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación: **“DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO DEL ÁREA URBANA DE LA PARROQUIA TARACOA, PROVINCIA DE ORELLANA”**, de responsabilidad del señor Carlos Wladimir Zhigui Vargas, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Dr. Fausto Yaulema

DIRECTOR TRABAJO TITULACIÓN

Ing. Andrés Beltrán

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, CARLOS WLADIMIR ZHIGUI VARGAS, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados de los mismos son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 20 de noviembre de 2016

.....

Carlos Wladimir Zhigui Vargas

C.I. 210040299-5

“Yo, Carlos Wladimir Zhigui Vargas, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación, y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación pertenecen a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”

.....

CARLOS WLADIMIR ZHIGUI VARGAS

C.I. 210040299-5

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis Padres Carlos Alberto Zhigui Torres y Rosa Carmita Vargas Capa, a mi Novia Yuly Tatiana Calderón Espinoza y a mi Hermano Jairo quienes me inspiran a superarme cada día.

Carlos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la Virgen de Guadalupe por darme la fortaleza divina, a mis Padres que con su infinito amor me han apoyado y guiado en el recorrer de mi vida, a quienes les agradezco por la persona que soy.

Al Dr. Fausto Yaulema director de mi Trabajo de Titulación por su guía indispensable en la elaboración del presente trabajo.

Al amor de mi vida Yuly Calderón, que con su paciencia y amor ha sido incondicional en todo momento.

A mis abuelitos Bolívar, Teresa, Hipólito y Rosa quienes me han inculcado siempre valores que me han motivado a cumplir mis metas propuestas.

A Jairo, Nery, Juliay Javier que con su cariño y amistad han sido un motivo más para culminar mi carrera.

Al Sr. Medardo Shingre Presidente de la Junta Parroquial Taracoa por su interés y apoyo al Proyecto.

A la ESPOCH por abrirme las puertas del conocimiento que ha sido un pilar fundamental en mi desarrollo profesional.

ÍNDICE GENERAL

	Páginas
RESUMEN	xvi
SUMMARY	xvii
CAPITULO I	
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES	2
1.2 JUSTIFICACIÓN	3
1.3 OBJETIVOS	3
1.3.1 General	3
1.3.2 Específicos	3
CAPITULO II	
2. MARCO DE REFERENCIA	6
2.1 DISEÑO	6
2.2 TRATAMIENTO	6
2.3 GESTIÓN	6
2.4 RESIDUO	6
2.4.1 Tipos de residuos sólidos	7
2.4.1.1 Residuos sólidos municipales	7
2.4.1.2 Residuos Industriales	7
2.4.1.3 Residuos Peligrosos	8
2.4.1.4 Propiedades de los residuos sólidos	8
2.4.1.5 Composición Física	8
2.4.1.6 Composición química	9
2.5 ELEMENTOS QUE COMPONEN EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	9
2.6 RELLENO SANITARIO	9
2.6.1 Tipos de relleno sanitario	11
2.6.1.1 Relleno sanitario mecanizado	11
2.6.1.2 Relleno sanitario semimecanizado	11
2.6.1.3 Relleno sanitario manual	11
2.6.2 Métodos de construcción de un relleno sanitario	12
2.6.2.1 Método de trinchera o zanja	12

2.6.2.2	Método de área.....	13
2.6.2.3	Combinación de ambos métodos	13
2.6.3	Uso futuro del relleno sanitario.....	13
2.6.4	Riesgos indirectos del manejo inadecuado de residuos sólidos.....	14
2.6.5	Descomposición de los residuos sólidos.....	15
CAPÍTULO III		
3.	PARTE EXPERIMENTAL	16
3.1	AREA DE ESTUDIO	16
3.1.1	Ubicación geográfica	16
3.1.1.1	Macrolocalización.....	16
3.1.1.2	Microlocalización.....	18
3.2	METODOLOGÍA	22
3.2.1	Levantamiento de línea base	22
3.2.1.1	Sitio del Relleno Sanitario	22
3.2.1.2	Descripción del sitio para el relleno sanitario.....	22
3.2.2	Sistema integral de gestión de los desechos.....	22
3.2.3	Diseño del relleno sanitario.....	23
3.2.4	Tipo del relleno sanitario	23
3.2.5	Información básica.....	24
3.2.5.1	Aspectos Demográficos	24
3.2.6	Generación de residuos sólidos en el área urbana de Taracoa.....	25
3.2.6.1	Número de muestras	25
3.2.6.2	Distribución de la muestra	25
3.2.6.3	Codificación.....	25
3.2.6.4	Método de cuarteo.....	26
3.2.6.5	Producción per cápita.....	27
3.2.6.6	Producción Total de residuos.....	28
3.2.6.7	Proyección de la producción total.....	28
3.2.6.8	Producción anual de Residuos sólidos.	28
3.3	CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	28
3.4	CÁLCULO DEL VOLUMEN NECESARIO PARA EL RELLENO SANITARIO MANUAL	31
3.5	CÁLCULO DEL ÁREA REQUERIDA	33
3.6	PUERTA Y CERCA.....	34

3.7	CASETA DE REGISTRO Y BODEGA DE HERRAMIENTAS	34
3.8	CANALETAS PARA AGUAS PLUVIALES.....	34
3.9	SISTEMA VIAL.....	35
3.10	VOLUMEN DE LA ZANJA	35
3.11	VIDA ÚTIL DEL TERRENO	37
3.12	CÁLCULO DE LA CELDA DIARIA.....	37
3.13	CÁLCULO DE LA MANO DE OBRA	39
3.14	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PARA LIXIVIADOS	40
3.15	DRENAJE PARA GASES	42
CAPÍTULO IV		
4.	CÁLCULOS Y RESULTADOS.....	44
4.1	ENCUESTA.....	44
4.2	CHARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	47
4.3	CÁLCULOS	49
4.3.1	Cálculo de la Población Futura	49
4.3.2	Cálculo del número de muestras	49
4.3.3	Cálculo de la producción per cápita.....	50
4.3.4	Cálculo de la Producción Total de residuos.....	50
4.3.5	Cálculo del volumen necesario para el relleno sanitario manual.....	51
4.3.6	Cálculos del volumen del material de cobertura.....	51
4.3.7	Cálculos del volumen del relleno sanitario.....	51
4.3.8	Cálculo del Volumen total ocupado durante la vida útil.....	52
4.3.9	Cálculo del área requerida.....	52
4.3.10	Cálculo de las dimensiones de la zanja.....	52
4.3.11	Cálculo de la vida útil del terreno	53
4.3.12	Cálculo de la celda diaria.....	53
4.3.13	Cálculo de la mano de obra.....	54
4.3.14	Cálculos para el sistema de drenaje de lixiviados.....	54
4.4	PRESUPUESTO DEL RELLENO SANITARIO MANUAL.....	55
4.5	PLAN DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DE TARACOA	56
4.5.1	Introducción	56
4.5.2	Objetivos del plan	56
4.5.3	Alcance	56

4.5.4	Fases del programa	57
4.5.6	Plan de manejo integral de residuos sólidos	58
4.5.7	Propuesta para la elaboración del compost.....	67
4.5.8	Descripción de la estrategia del plan.....	67
4.5.9	Localización.....	68
4.5.10	Evaluación financiera.....	70
4.5.11	Plan de inversión.....	70
4.5.12	Plan de ingresos	72
4.5.11	Evaluación ambiental.....	72
4.6	ANÁLISIS DE RESULTADOS	75
	CONCLUSIONES	79
	RECOMENDACIONES.....	80
	BIBLIOGRAFÍA	81
	ANEXOS	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2 Descripción de los Residuos Sólidos Municipales.....	7
Tabla 2-2 Ventajas y limitaciones de los rellenos sanitarios	10
Tabla 3-2 Riesgos Indirectos del mal manejo de Residuos Sólidos.	14
Tabla 1-3 Ubicación Político Administrativo del Proyecto y su limitación.	16
Tabla 2-3 Población económicamente activa de Taracoa.....	19
Tabla 3-3 Porcentaje de la cobertura de servicios básicos de Taracoa.....	19
Tabla 4-3 Grupos étnicos de Taracoa.	20
Tabla 5-3 Caracterización climatológica de la estación El Coca Aeropuerto	21
Tabla 6-3 Coordenadas de ubicación del terreno designado para el Relleno Sanitario del área urbana de la Parroquia Taracoa.	22
Tabla 7-3 Alternativas de Rellenos Sanitarios.....	23
Tabla 8-3 Cálculo para determinar el total de trabajadores	39
Tabla 1-4 Número de viviendas de Taracoa.	44
Tabla 2-4 Porcentaje de los componentes de los Residuos Sólidos de Taracoa.....	47
Tabla 3-4 Resultados de Densidad de Residuos Sólidos de la Parroquia Taracoa.....	48
Tabla 4-4 Datos para cálculos de la población futura en estudio	49
Tabla 5-4 Datos el cálculo de número de muestras	49
Tabla 6-4 Datos el cálculo de la producción per cápita.....	50
Tabla 7-4 Datos para el cálculo de la producción total de residuos.....	50
Tabla 8-4 Datos para el cálculo de volumen de residuos sólidos.	51
Tabla 9-4 Presupuesto del Relleno Sanitario Manual tipo trinchera	55
Tabla 10-4 Modelo de Generación y Separación de los Residuos Sólidos Urbanos.....	61
Tabla 11-4 horario de recolección de los residuos sólidos del área urbana de la Parroquia Taracoa.	64
Tabla 12-4 Modelo de Recolección, Transporte y Limpieza pública.....	65
Tabla 13-4 Modelo de Disposición Final de los Residuos Sólidos - Taracoa.....	66
Tabla 14-4 Inversión de la Gestión Integral de desechos – Clasificación domiciliaria.	70
Tabla 14-4 Maquinaria para la planta de compostaje	71
Tabla 15-4 Requerimiento de herramientas	71
Tabla 16-3 Requerimientos de equipos de seguridad.	71
Tabla 17-3 Requerimiento de Mano de obra	72
Tabla 18-3 Porcentaje de afectación de la matriz de Leopold.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2 Elementos que Componen el Manejo de los Residuos Sólidos	9
Figura 2-2 Descomposición de los Residuos Sólidos	15
Figura 1-3 Mapa de Localización geográfica de la Parroquia Taracoa	17
Figura 2-3 Codificación de muestra.....	26
Figura 3-3 Esquema del método de cuarteo de residuos sólidos	26
Figura 1-4 Nivel socioeconómico de Taracoa.	45
Figura 2-4 Porcentajes de la fuente de producción de residuos.....	45
Figura 3-4 Tipo de recipientes para recolectar los residuos sólidos	46
Figura 4-4 Frecuencia con que se saca los residuos sólidos	47
Figura 5-4 Tachos para la clasificación de los residuos	60
Figura 6-4 Método de acera	62
Figura 7-4 Método de acera	69
Figura 8-4 Crecimiento poblacional de Taracoa.....	75
Figura 9-4 Cantidad de Residuos sólidos generados anualmente en Taracoa	76
Figura 10-4 Especificaciones de la celda diaria.....	77
Figura 11-4 Especificaciones para chimenea de gases	77
Figura 12-4 Esquema de la chimenea – salida de gases	78

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A Mapa del centro poblado de Taracoa

ANEXO B Modelo de la Encuesta

ANEXO C Modelo de la encuesta para la estratificación

ANEXO D Producción diaria

ANEXO E Datos del Volumen y Área del Relleno Sanitario

ANEXO F Fotografías

ANEXO G Diseño de la zanja

ANEXO H Diseño de del número de zanjas

ANEXO I Diseño del cerco y puerta de ingreso al Relleno Sanitario Manual de
Taracoa

ANEXO J Diseño de caseta de Registro y Bodega de herramientas del Relleno Sanitario
Manual de Taracoa

ANEXO K Diseño del Relleno Sanitario Manual tipo trinchera del Área Urbana de la
Parroquia Taracoa, Provincia De Orellana – Vista aérea

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

%	Porcentaje
CEPIS	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
CH ₄	Metano.
COOTAD	Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización.
ESPOCH-ENA	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Extensión Norte Amazónica
Fig.	Figura
GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado.
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
hab.	Habitantes
HDPE	Polietileno de alta densidad
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización.
Kg	Kilogramos
kg/hab.día	Kilogramos por habitante – día.
Km	Kilómetros
L	Litros
m	Metros
m ²	Metros cuadrados.
m ³	Metros cúbicos.
mm	Milímetros.
msnm	Metros sobre el nivel del mar
NTE	Normas Técnicas Ecuatorianas.
°C	grados centígrados
OMS	Organización Mundial de la Salud
OPS	Organización Panamericana de la Salud
OPS	Organización Panamericana de la Salud.
pH	Potencial de hidrógeno

PPC	Producción Per cápita
PVC	Policloruro de Vinilo
RSM	Residuos Sólidos Municipales
RSMT	Relleno Sanitario Manual de Taracoa
RSU	Residuos Sólidos Urbanos
RSU	Residuos Sólidos Urbanos.
seg/año	Segundos por año.
SIISE	Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador
t/día	Toneladas por día.
TULSMA	Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente.
UTM	Sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator

RESUMEN

Se diseñó un relleno sanitario del área urbana de la Parroquia Taracoa, provincia de Orellana. Se determinó la caracterización de los residuos sólidos y la producción per cápita mediante el muestreo de 85 casas durante 17 días donde se obtuvo 0.54 kg/hab.día, con el 55.22% de residuos orgánicos y 44.78% de residuos inorgánicos a través del método de cuarteo manual. Al no contar con un relleno sanitario los residuos generados representan un problema ambiental y social para la población de la Parroquia. El diseño propuesto es manual tipo trinchera, el cual no requiere tecnología avanzada por tratarse de una población pequeña en el área rural con una producción de 403.92 kg/día, el lugar consta de caseta, registro y herramientas, zona de compostaje y 41 zanjas donde serán dispuestos los residuos con una área de terreno total disponible de 4662.45 m². El relleno sanitario manual es eficiente para abarcar el servicio a la ciudadanía, el cual tiene un tiempo de vida de 10 años. Se recomienda implementar el sistema de manejo integral de los residuos sólidos ya que es un sistema que tiene como finalidad de lograr eficacia y eficiencia para mejorar el servicio y calidad de vida de la población.

Palabras clave: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <INGENIERÍA AMBIENTAL>, <BIOTECNOLOGÍA>, <RELLENO SANITARIO>, <RESIDUOS SÓLIDOS>, <COMPOSTAJE>, <MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS>, < MANUAL DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS>.

SUMMARY

A sanitary landfill was designed in the urban area of the Taracoa Parish, in the province of Orellana. The characterization of solid wastes and per capita production were determined by sampling 85 houses during 17 days where 0.54 kg / hab. / day was obtained, with 55.22% of organic residues and 44.78% of inorganic residues through the method of manual quartet. In the absence of a landfill the waste generated represents an environmental and social problem for the population of the Parish. The proposed design is a trench-type manual, which does not require advanced technology because it is a small population in the rural area with a production of 403.92 kg / day; the site consists of booth, registration and tools, composting area and 41 ditches where. The waste will be disposed of with a total available land area of 4662.45 m². The manual landfill is efficient to cover the service to citizens, which has a life time of 10 years. It is recommended to implement the system of integral management of solid waste since it is a system whose purpose is to achieve effectiveness and efficiency to improve the service and quality of life of the population.

Key words: <ENGINEERING TECHNOLOGY, AND SCIENCES>
<ENVIRONMENTAL ENGINEERING, <BIOTECHNOLOGY> <SANITARY
FILLING, <SOLID WASTE> <COMPOSTING> <INTEGRAL SOLID WASTE
MANAGEMENT> <INTEGRAL WASTE MANAGEMENT MANUAL>

CAPITULO I.

1. INTRODUCCIÓN

Los residuos sólidos son los que se originan después de un proceso o uso y se han venido generando desde la antigüedad, a medida que ha transcurrido el tiempo estos han cambiado sus características y composición de acuerdo a las necesidades humanas, siendo los mismos generados en grandes cantidades que generan grandes problemas, tanto al ambiente como a la salud, se ha visto la necesidad de su manejo y disposición final.

Actualmente el relleno sanitario es vital para el manejo de los residuos, reduciendo el efecto contaminante en el entorno y asentamientos humanos, siendo promovido especialmente por Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales en Ecuador.

La Junta Parroquial de Taracoa ha manifestado su interés en el Diseño de un Relleno Sanitario del área urbana de la Parroquia Taracoa, Provincia De Orellana en beneficio de la calidad de vida de sus pobladores.

La Parroquia en estudio se encuentra ubicada a 35km de la ciudad del Coca, geográficamente está entre las coordenadas de latitud sur $0^{\circ} 28' 1,74''$ y $0^{\circ} 35' 11,17''$, y entre $76^{\circ} 46' 26,24''$ y $76^{\circ} 50' 19,07''$ de longitud oeste. (Taracoa)

El área urbana de la Parroquia cuenta con aproximadamente en el año 2014 con 727 habitantes. (ESPOCH-ENA)

El diseño del relleno sanitario del presente proyecto es manual tipo trinchera basado en datos de la población, producción per cápita, caracterización de los residuos, espacio disponible y factor económico, a más de la elaboración del Sistema Integral de Gestión de los desechos.

1.1 ANTECEDENTES

El primer relleno municipal que registra la historia es hace más de 2500 años, abierto por los gobernantes de la ciudad griega de Atenas, ubicándolo a más de un kilómetro de los límites de la ciudad, además decretaron que todos los residuos debían ser transportados hasta este sitio. Actualmente, el reto de manejar adecuadamente los residuos sólidos es prioridad de cada país, siendo los avances tecnológicos el crecimiento poblacional los que promueven la creación de nuevas metodologías para su manejo. (El Manejo Efectivo y Seguro de los Residuos Sólidos Urbanos, s.f.)

En el Ecuador en el año En el año del 2002 se realizó el “Análisis Sectorial de Residuos Sólidos del Ecuador”, auspiciado por la OPS/OMS, cuya visión conceptual se basaba en el apoyo al desarrollo de la gestión de los desechos con un enfoque sistemático, multidisciplinario e intersectorial. Desde el año 2002 hasta el 2010 la situación a nivel nacional de un total de 221 municipios 160 disponía sus desechos en botaderos a cielo abierto y los 61 restantes presentaban un manejo de sus desechos con insuficientes criterios técnicos, en sitios de disposición final parcialmente controlados.

Desde el 2010 se ha emitido dos acuerdos ministeriales (031 y 052) con la finalidad de fomentar iniciativas, como la recolección de botellas plásticas. Ecuador tiene un índice per cápita de 0,73 kilogramos de desechos diarios por habitante, lo que representa aproximadamente 4'000.000 de toneladas anuales, siendo un 60 % de productos orgánicos, plástico (11 %), cartón (9 %), vidrio (2 %), chatarra (2 %), entre otros componentes. (Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos – PNGIDS ECUADOR, s.f.)

El COOTAD en su artículo 55 establece que los Gobiernos Autónomos Descentralizados municipales son los responsables directos del manejo de sus desechos sólidos pero no se puede negar su baja capacidad de gestión en este tema, pues, la mayor parte de municipios crearon unidades para proveer el servicio bajo la dependencia jerárquica de las direcciones de higiene y en otros a través de las comisarías municipales que tienen una débil imagen institucional y no cuentan con autonomía administrativa ni financiera. La junta parroquial de Taracoa está interesada en el diseño de un relleno sanitario para la disposición final de sus residuos ya que

actualmente no cuenta con el mismo, y según el proyecto realizado por estudiantes de la carrera de ingeniería en biotecnología ambiental de la ESPOCH en el año 2014, la parroquia tiene una población de 727 habitantes.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Los residuos sólidos tienen un alto poder contaminante que obliga a la ciudadanía en general a aplicar un control y saneamiento básico de los mismos.

El desarrollo de este proyecto promueve la correcta disposición final de los desechos sólidos en un Relleno Sanitario el que permitirá mejorar la calidad de vida de los pobladores y minimizar el impacto negativo al ambiente y a la salud pública.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

- Diseñar el Relleno Sanitario del área Urbana para la Parroquia Taracoa, Provincia de Orellana.

1.3.2 Específicos

- Caracterizar los residuos generados por la población de la Parroquia Taracoa, Provincia de Orellana.
- Implementar el Sistema Integral de Gestión de los desechos generados por la población de la Parroquia Taracoa, Provincia de Orellana.
- Dimensionar el relleno sanitario de la Parroquia Taracoa

CAPITULO II.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 DISEÑO

Un plan que dispone elementos de la mejor manera posible para alcanzar un fin específico en beneficio colectivo o individual empleando como herramientas básicas la información, estudios de campo y laboratorio realizados. (Diseño, 1978)

2.2 TRATAMIENTO

Para la ingeniería ambiental, un tratamiento es el conjunto de operaciones que busca reducir o eliminar la contaminación del agua o el suelo mediante técnicas amigables con el ambiente, de tal manera que el resultado obtenido sea el esperado en función del elemento a tratar. (Tratamiento definición, s.f.)

2.3 GESTIÓN

Es llevar a cabo acciones de perfil antrópico que intervienen en el medio natural con la finalidad de adquirir una calidad de vida óptima y un manejo adecuado de los recursos naturales. (Gestión definición, 2008-2016,)

2.4 RESIDUO

Se entiende por residuo a cualquier material cuyas condiciones de calidad no permitan utilizarlo nuevamente, se originan de las actividades de las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas. (Jiménez, 2005, p.453)

La UE, en su Directiva 75/442/CEE del Consejo, especifica que se considerará como residuo cualquier producto en estado: -Sólido. -Líquidos. -Gaseosos. Procedente de un proceso de extracción, transformación o utilización, que carente de valor para su propietario, este decide abandonar, dentro del ámbito urbano.

2.4.1 Tipos de residuos sólidos

Los residuos sólidos se clasifican en tres categorías generales:

- Municipales
- Industriales
- Peligrosos

2.4.1.1 Residuos sólidos municipales

Estos tienden a variar de acuerdo a la zona, composición social de la población, época del año y otras variables socioeconómicas. En la siguiente tabla se indicará la descripción de los residuos sólidos municipales:

Tabla 1-2: Descripción de los Residuos Sólidos Municipales

TIPO DE RESIDUOS	DESCRIPCION
Residuos de plantas de tratamiento	Sólidos y semisólidos de plantas de tratamiento de aguas residuales o potable (lodos)
Residuos especiales	Residuos de calles, jardines, vehículos abandonados
Construcción y demoliciones	Piedra, cemento, varillas, cabos de tubos, cabos de piezas metálicas, bolsas de cemento
Cenizas y residuos	Material sobrante de la quema de combustibles
Desperdicios	Residuos orgánicos, excluyendo los provenientes de la comida u otro material purificable. Típicamente papel, cartón, plástico, vidrios, metales
Orgánicos	Residuos orgánicos como frutas, verduras provenientes principalmente de la comida

Fuente: Peavy H, Rowe D, 1985. p. 574.

Realizado por: Carlos Zhigui, 2015.

2.4.1.2 Residuos Industriales

Son los que se generan a partir de las actividades industriales entre ellos podemos destacar cenizas, residuos de construcción y demoliciones, residuos especiales y residuos peligrosos.

2.4.1.3 Residuos Peligrosos

Se denominan residuos peligrosos aquellos que son corrosivos, reactivos, tóxicos o incandescentes, que generan daño ya sea de manera inmediata o en un periodo a los seres humanos, animales o plantas. (Campos, 2000, p.120.)

2.4.1.4 Propiedades de los residuos sólidos

Mediante las propiedades de los residuos sólidos se puede evaluar las múltiples alternativas de equipo que se necesita, tanto en la recolección como la disposición final de los residuos, además se puede diseñar sistemas de disposición y reutilización de recursos, reciclaje y recuperación de energía.

2.4.1.5 Composición Física

Se determina tomando en cuenta los siguientes parámetros:

- Identificación individual de los diferentes componentes de los residuos municipales. (mediante muestreo de la basura)
- Tamaño de la partícula: es un parámetro utilizado en la recuperación de materiales y se puede obtener haciendo pasar los residuos a través de cedazos o mallas de diferente tamaño.
- Contenido de humedad: es expresado como la masa de humedad por unidad de masa húmeda o seca del material. Empleando la metodología de la masa húmeda, la humedad se expresa como porcentaje de la masa húmeda del material, mientras que en la metodología de la masa seca, la humedad se expresa como un porcentaje de la masa seca del material.
- Densidad de los sólidos: varía según la época del año, el tiempo de almacenamiento y la localización geográfica, por lo que es recomendable tener cuidado en el uso de valores típicos, o mejor aún obtener muestras para cada caso en particular. (Campos, 2000, p.120 - 127.)

2.4.1.6 Composición química

Para evaluar las alternativas de recuperación de energía o materiales se ve la necesidad de conocer la composición química de los residuos sólidos en estudio. En caso de ser utilizados como combustible se debe conocer las siguientes propiedades:

- Contenido de humedad
- Material volátil
- Cantidad de ceniza que se genera después de quemarse
- Carbono fijado en los residuos
- Valor calorífico
- Porcentaje de carbono, hidrógeno, nitrógeno, sulfuro. (Campos, 2000, p.120 - 127.)

2.5 ELEMENTOS QUE COMPONEN EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

El manejo de los residuos sólidos comprenden diferentes elementos que se describen en la gráfica a continuación: (Campos, 2000, p.120 - 127.)

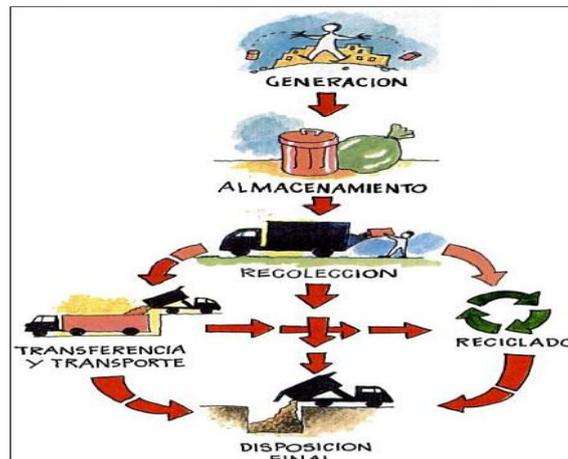


Figura 1-2: Elementos que Componen el Manejo de los Residuos Sólidos
Fuente:(Campos, 2000)

2.6 RELLENO SANITARIO

El relleno sanitario es un método empleado para la correcta disposición de los residuos sólidos municipales, debe ser planeado y diseñado previamente para asegurar su

correcta construcción y operación, basándose en estudios de campo y proyectos ejecutados.

Tabla 2-2: Ventajas y limitaciones de los rellenos sanitarios

VENTAJAS	LIMITACIONES
1. La inversión inicial de capital es inferior a la que se necesita para instaurar el tratamiento de residuos mediante plantas de incineración o de compost.	1. La adquisición del terreno es difícil debido a la oposición de los vecinos al sitio seleccionado, fenómeno conocido como NIMBY (not in my back yard ‘no en mi patio trasero ’), por diversas razones: <ul style="list-style-type: none"> - La falta de conocimiento sobre la técnica del relleno sanitario. - Se asocia el término relleno sanitario al de botadero a cielo abierto. - La evidente desconfianza mostrada hacia las administraciones locales que no garantizan la calidad ni sostenibilidad de la obra. - La falta de saneamiento legal del lugar.
2. Tiene menores costos de operación y mantenimiento que los métodos de tratamiento.	2. El rápido proceso de urbanización, que limita y encarece el costo de los pocos terrenos disponibles, lo que obliga a ubicar el relleno sanitario en sitios alejados de la población.
3. Un relleno sanitario es un método completo y definitivo, dada su capacidad para recibir todo tipo de RSM.	3. La vulnerabilidad de la calidad de las operaciones del relleno y el alto riesgo de transformarlo en un botadero a cielo abierto, principalmente por la falta de voluntad política de las administraciones municipales para invertir los fondos necesarios a fin de asegurar su correcta y operación y mantenimiento.
4. Genera empleo de mano de obra poco calificada, disponible en abundancia en los países en desarrollo.	4. No se recomienda el uso del relleno clausurado para construir viviendas, escuelas, etc.
5. Recupera gas metano en los rellenos sanitarios que reciben más de 500 t/día, lo que puede construir una fuente alternativa de energía para algunas ciudades.	5. La limitación para construir infraestructura pesada por los asentamientos y hundimientos después de clausurado el relleno.
6. Su lugar de emplazamiento puede estar tan cerca del área urbana como lo permita la existencia de lugares disponibles, lo que reduce los costos de transporte y facilita la supervisión por parte de la comunidad.	6. Se requiere un monitoreo luego de la clausura del relleno sanitario, no solo para controlar los impactos ambientales negativos, sino también para evitar que la población use el sitio indebidamente.
7. Permite recuperar terrenos que se consideraban improductivos o marginales, tornándolos útiles para la construcción de parques, áreas recreativas y verdes, etc.	7. Puede ocasionar impacto ambiental de largo plazo si no se toman las previsiones necesarias en la selección del sitio y no se ejercen los controles para mitigarlos. En rellenos sanitarios de gran tamaño conviene analizar los efectos del tráfico vehicular, sobre todo de los camiones que transportan los residuos por las vías que confluyen al sitio y que producen polvo, ruido y material volante. En el vecindario el impacto lo generan los líquidos, gases y malos olores que pueden emanar del relleno.
8. Un relleno sanitario puede comenzar a funcionar en corto tiempo como método de eliminación de residuos.	8. Los predios o terrenos situados alrededor del relleno sanitario pueden devaluarse.
9. Se considera flexible porque puede recibir mayores cantidades adicionales de residuos con poco incremento de personal.	9. En general, no puede recibir residuos peligrosos.

Fuente: Jorge Jaramillo, OPS/CEPIS/PUB/02.9, 2002

Realizado por: Carlos Zhigui, 2015.

2.6.1 Tipos de relleno sanitario

En relación con la disposición final de RSM, se podría proponer tres tipos de rellenos sanitarios, a saber:

2.6.1.1 Relleno sanitario mecanizado

El relleno sanitario mecanizado es aquel diseñado para las grandes ciudades y poblaciones que generan más de 40 toneladas diarias. Por sus exigencias es un proyecto de ingeniería bastante complejo, que va más allá de operar con equipo pesado. Esto último está relacionado con la cantidad y el tipo de residuos, la planificación, la selección del sitio, la extensión del terreno, el diseño y la ejecución del relleno, y la infraestructura requerida, tanto para recibir los residuos como para el control de las operaciones, el monto y manejo de las inversiones y los gastos de operación y mantenimiento. (Campos, 2000, p.120 - 127.)

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

2.6.1.2 Relleno sanitario semimecanizado

Cuando la población genere o tenga que disponer entre 16 y 40 toneladas diarias de RSM en el relleno sanitario, es conveniente usar maquinaria pesada como apoyo al trabajo manual, a fin de hacer una buena compactación de la basura, estabilizar los terraplenes y dar mayor vida útil al relleno. En estos casos, el tractor agrícola adaptado con una hoja topadora o cuchilla y con un cucharón o rodillo para la compactación puede ser un equipo apropiado para operar este relleno al que podríamos llamar semimecanizado. (Campos, 2000, p.120 - 127.)

2.6.1.3 Relleno sanitario manual

Es una adaptación del concepto de relleno sanitario para las pequeñas poblaciones que por la cantidad y el tipo de residuos que producen –menos de 15 t/día–, además de sus

condiciones económicas, no están en capacidad de adquirir el equipo pesado debido a sus altos costos de operación y mantenimiento.

El término manual se refiere a que la operación de compactación y confinamiento de los residuos puede ser ejecutado con el apoyo de una cuadrilla de hombres y el empleo de algunas herramientas. (O.P.S-Perú, 2002, p. 42-50.)

2.6.2 *Métodos de construcción de un relleno sanitario*

El método constructivo y la subsecuente operación de un relleno sanitario están determinados principalmente por la topografía del terreno, aunque dependen también del tipo de suelo y de la profundidad del nivel freático. Existen dos maneras básicas de construir un relleno sanitario.

2.6.2.1 *Método de trinchera o zanja*

Este método se utiliza en regiones planas y consiste en excavar periódicamente zanjas de dos o tres metros de profundidad con una retroexcavadora o un tractor de orugas. Hay experiencias de excavación de trincheras de hasta de 7 metros de profundidad. Los RSM se depositan y acomodan dentro de la trinchera para luego compactarlos y cubrirlos con la tierra excavada.

Se debe tener especial cuidado en periodos de lluvias dado que las aguas pueden inundar las zanjas. De ahí que se deba construir canales perimétricos para captarlas y desviarlas e incluso proveer a las zanjas de drenajes internos. En casos extremos, se puede construir un techo sobre ellas o bien bombear el agua acumulada. Sus taludes o paredes deben estar cortados de acuerdo con el ángulo de reposo del suelo excavado.

La excavación de zanjas exige condiciones favorables tanto en lo que respecta a la profundidad del nivel freático como al tipo de suelo. Los terrenos con nivel freático alto o muy próximo a la superficie no son apropiados por el riesgo de contaminar el acuífero. Los terrenos rocosos tampoco lo son debido a las dificultades de excavación.

2.6.2.2 Método de área

En áreas relativamente planas, donde no sea factible excavar fosas o trincheras para enterrar la basura, esta puede depositarse directamente sobre el suelo original, el que debe elevarse algunos metros, previa impermeabilización del terreno. En estos casos, el material de cobertura deberá ser transportado desde otros sitios o, de ser posible, extraído de la capa superficial. Las fosas se construyen con una pendiente suave en el talud para evitar deslizamientos y lograr una mayor estabilidad a medida que se eleva el relleno.

Sirve también para rellenar depresiones naturales o canteras abandonadas de algunos metros de profundidad. El material de cobertura se excava de las laderas del terreno o, en su defecto, de un lugar cercano para evitar los costos de acarreo. La operación de descarga y construcción de las celdas debe iniciarse desde el fondo hacia arriba.

El relleno se construye apoyando las celdas en la pendiente natural del terreno; es decir, la basura se descarga en la base del talud, se extiende y apisona contra él y se recubre diariamente con una capa de tierra. Se continúa la operación avanzando sobre el terreno, conservando una pendiente suave de unos 18,4 a 26,5 grados en el talud; es decir, la relación vertical/horizontal de 1:3 a 1:2, respectivamente, y de 1 a 2 grados en la superficie, o sea, de 2 a 3,5%.

2.6.2.3 Combinación de ambos métodos

Dado que estos dos métodos de construcción de rellenos sanitarios tienen técnicas similares de operación, es posible combinar ambos para aprovechar mejor el terreno y el material de cobertura, así como para obtener mejores resultados. (Campos, 2000, p.120 - 127.)

2.6.3 *Uso futuro del relleno sanitario*

El uso futuro de un relleno sanitario depende del clima, de su localización respecto al área urbana, de su distancia de las zonas habitadas, de su extensión o área superficial y de las características constructivas. Estas últimas tienen que ver con la configuración

final del relleno, la altura y el grado de compactación y, por supuesto, la capacidad económica de la población.

El terreno de un relleno sanitario clausurado se presta para desarrollar programas de recuperación paisajística y social como un parque, un campo deportivo o una zona verde. Por fortuna ya existen en la Región experiencias de aprovechamiento de estos sitios transformados en parques y áreas recreativas en México D. F., Santiago de Chile y Buenos Aires, entre otras ciudades.

No se recomienda la construcción de edificaciones, viviendas, escuelas ni infraestructura pesada sobre la superficie del relleno, debido a su poca capacidad para soportar estructuras pesadas, además de los problemas que pueden ocasionar los hundimientos y la generación de gases.

Para la recuperación del paisaje es conveniente la siembra de plantas de raíces cortas y césped o grama. En muchos casos, después de la cobertura final, el pasto crece en forma espontánea. (Campos, 2000, p.120 - 127.)

2.6.4 *Riesgos indirectos del manejo inadecuado de residuos sólidos*

Tabla 3-2: Riesgos Indirectos del mal manejo de Residuos Sólidos.

VECTORES	FORMAS DE TRANSMISIÓN	ENFERMEDADES CAUSADAS
Ratas	Mordiscos, Orina y heces	Peste bubónica, Tifus y Leptospirosis
	Pulgas	
Moscas	Vía mecánica (Alas, patas y cuerpo)	Fiebre tifoidea, Salmonelosis, Cólera Amibiasis, Disentería y Giardias
Mosquitos	Picadura del mosquito	Malaria, Leishmaniosis, Fiebre Amarilla, Dengue y Filariasis
Cucarachas	Vía mecánica (Alas, patas y cuerpo)	Fiebre tifoidea, Cólera y Giardiasis
Cerdos	Ingestión de carne contaminada	Cisticercosis, Toxoplasmosis, Triquinosis y Teniasis

Fuente: Guía para la Implementación, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios., 2010

Realizado por: Carlos Zhigui, 2015.

2.6.5 Descomposición de los residuos sólidos

Con el tiempo los residuos sólidos empiezan a descomponerse por acción microbiana, resultado de ello se produce una serie de reacciones que para su mejor comprensión se muestra en la figura 2-1.

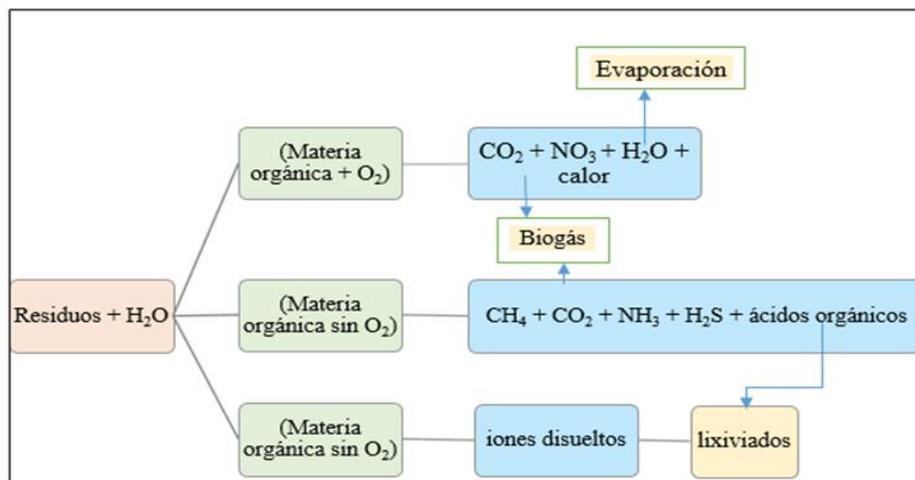


Figura 2-2: Descomposición de los Residuos Sólidos

Fuente: (Kiss y Mendoza, 1998)

CAPÍTULO III

3. PARTE EXPERIMENTAL

3.1 AREA DE ESTUDIO

3.1.1 Ubicación geográfica

Taracoa, también conocida como “El Yuca” se encuentra ubicada en el kilómetro 40 vía el Auca, desde la ciudad Puerto Francisco de Orellana.

3.1.1.1 Macrolocalización

Tabla 1-3: Ubicación Político Administrativo del Proyecto y su limitación.

PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA
Orellana	Francisco de Orellana	Taracoa
LÍMITES		
NORTE	Cantón Joya de los Sachas	
SUR	Parroquia Dayuma	
ESTE	Parroquia Alejandro Labaka y Parroquia Dayuma	
OESTE	Parroquia Dayuma, Parroquia El Dorado y Parroquia Pto. Francisco de Orellana	

Realizado por: Carlos Zhigui, 2015.

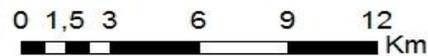
MAPA DE UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA PARROQUIA TARACOA



INFORMACIÓN

ELABORADO POR: Carlos Zhigüi

FECHA: 2015/05/18



ESCALA:
1 cm = 2 km

WGS_1984_UTM_Zone_18S
Transverse_Mercator

Figura 1-3: Mapa de Localización geográfica de la Parroquia Taracoa

Fuente: Gobierno Parroquial Taracoa

3.1.1.2 Microlocalización

✓ **CARACTERÍSTICAS GENERALES**

- **Población:** según el INEC censo 2010 es de 2616 habitantes
- **Altitud:** desde 233 a 372 m.s.n.m
- **Clima:** Megatérmico lluvioso
- **Temperatura:** Aproximadamente el 10% del territorio occidental de la parroquia presenta una temperatura media mensual de entre 22 y 26 °C, mientras que el 90% del territorio restante presenta una temperatura media mensual de entre 26 y 27 °C.
- **Precipitación anual:** 2000 a 3000 mm
- **Zonas de vida:** Según Cañadas se observa una zona de vida en la parroquia, de bosque húmedo tropical

✓ **RIESGO**

El principal riesgo es la presencia de los pozos petroleros y sus emisiones de gases, los oleoductos y los derrames del petróleo, las vías por donde circulan vehículos que muchas de las veces son choferes imprudentes.

✓ **ACTIVIDADES ECONÓMICAS**

Una de las actividades que mayor ejerce la población de Taracoa es la agricultura y en cantidades menores como personas asalariadas del sector público y privado, indicándose en la siguiente tabla los respectivos porcentajes de acuerdo a la actividad económica:

Tabla 2-3: Población económicamente activa de Taracoa

Actividad Económica	Tasa
Trabajador particular, negocio propio	6,0%
Trabajador asalariado público	3,0%
Trabajador asalariado privado	3,0%
Agricultor	65,0%
Quehaceres domésticos	15,0%
Desocupado	8,0%

Fuente: INEC-2010 Año: 2011

Realizado por: Carlos Zhigui, 2015.

✓ **SERVICIOS BÁSICOS**

En la tabla que se muestra a continuación se expone en porcentajes la cobertura de los servicios básicos del área de estudio (Taracoa, Cabecera Parroquial).

Tabla 3-3: Porcentaje de la cobertura de servicios básicos de Taracoa.

COBERTURA DE SERVICIOS BÁSICOS DE TARACOA	
SERVICIOS	PORCENTAJE
Agua Potable	80 %
Alcantarillado (Sistema de aguas servidas)	50 %
Energía eléctrica	100 %
Alumbrado Público	40 %
Recolección de Residuos Sólidos	70%

Fuente: GAD-Parroquial Taracoa-2011.

Realizado por: Carlos Zhigui, 2015.

✓ GRUPOS ÉTNICOS

La nacionalidad predominante en la Parroquia Taracoa es la Kichwas con un 42.90% y las demás se expresan en la tabla siguiente:

Tabla 4-3: Grupos étnicos de Taracoa.

NACIONALIDADES/PUEBLOS	NÚMERO	PORCENTAJE %
Shuar	152	15.75
Kichwas	414	42.90
Se ignora	399	41.35
Otras Nacionalidades	1	0.10
Total	965	100.00

Fuente: SIISE-2010.

Realizado por: Carlos Zhigui, 2015.

✓ SERVICIOS SOCIALES DE SALUD Y EDUCACIÓN

La Cabecera Parroquial Taracoa cuenta con un Subcentro de salud, dotado de instrumentos, equipos y personal calificado, tomando en cuenta que hay una deficiencia de medicinas para odontología y medicina en general. Las escuelas que posee les falta infraestructura y mejorar la calidad de las mismas.

✓ CLIMA Y METEOROLOGÍA

El área de estudio se encuentra ubicado en la provincia de Orellana por lo que tomamos datos correspondientes a la Estación El Coca Aeropuerto que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5-3: Caracterización climatológica de la estación El Coca Aeropuerto

ESTACIÓN AEROPUERTO EL COCA														
LATITUD: 0° 28' 37,85" S					LONGITUD: 76° 59' 39,7" O					ALTITUD: 299,9 msnm				
PARÁMETROS (Valores medios 1981 - 2012)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Media	TOTAL
PRECIPITACIÓN (mm)	194,6	245,6	304,6	317,5	326,4	304,0	240,2	172,6	213,3	267,1	289,7	267,6	261,9	3143,3
HUMEDAD RELATIVA (%)	76,8	79,0	80,8	81,0	81,3	81,4	79,8	76,8	75,7	76,0	77,5	77,2	78,6	943,3
NUBOSIDAD (Octas)	6,3	6,8	6,7	6,9	6,7	6,8	6,8	6,3	6,3	6,2	6,4	6,3	6,5	6,5
TEMPERATURA (° C)	27,3	26,9	26,5	26,4	26,3	25,7	25,5	26,5	27,0	27,3	27,2	27,3	26,7	26,7
VELOCIDAD DEL VIENTO (kt)	4,0	3,9	4,0	3,7	3,7	3,8	3,9	3,8	3,7	3,8	3,7	3,8	3,8	3,8
ETP J. BENAVIDES Y J LÓPEZ (mm)	158,3	135,0	142,7	136,7	139,2	129,4	135,4	150,4	153,2	160,7	150,8	157,9	145,8	1749,7
BALANCE HÍDRICO (mm)	36,4	110,6	161,9	180,8	187,2	174,6	104,9	22,2	60,1	106,4	138,9	109,7	116,1	1393,6
Índice de calor mensual	13,1	12,7	12,5	12,4	12,3	11,9	11,8	12,5	12,9	13,1	13,0	13,1		151,2
ETP sin corregir	148,4	139,9	133,6	131,5	128,4	117,8	114,8	131,9	142,9	149,6	146,5	149,2		
a	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8		
N	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0		
d	31,0	28,0	31,0	30,0	31,0	31,0	30,0	31,0	30,0	31,0	30,0	31,0		
ETP Thornthwaite	153,3	130,5	138,1	131,5	132,7	121,7	114,8	136,3	142,9	154,5	146,5	154,1	138,1	1657,1
Excedencias (mm)	41,3	115,0	166,5	186,1	193,7	182,3	125,4	36,3	70,4	112,5	143,2	113,4		1486,3
Déficit (mm)														0,0

Fuente: INAMHI., 2015

Realizado por: Carlos Zhigui, 2015.

3.2 METODOLOGÍA

3.2.1 Levantamiento de línea base

3.2.1.1 Sitio del Relleno Sanitario

Según el presidente de la junta parroquial Taracoa el lugar designado para el relleno sanitario se encuentra ubicado a 8 km del área urbana (cabecera Parroquial Taracoa) ubicado en los siguientes puntos tomados con ayuda de un GPS:

Tabla 6-3: Coordenadas de ubicación del terreno designado para el Relleno Sanitario del área urbana de la Parroquia Taracoa.

COORDENADAS GEOGRÁFICAS UTM		
PUNTOS	COORDENADA X	COORDENADA Y
Punto 1	301993	9943636
Punto 2	301974	9943608
Punto 3	302065	9943538
Punto 4	302095	9943575

Realizado por: Carlos Zhigui, 2015.

3.2.1.2 Descripción del sitio para el relleno sanitario

El área destinada para el Relleno Sanitario cuenta con un área de 2670m² para el relleno sanitario y 1992 m² para infraestructura complementaria, área de compostaje y desechos peligrosos, siendo un área total de 4662,45m², el lugar seleccionado por parte de la Junta Parroquial de Taracoa es plano y cumple con factores ambientales, sociales y económicos.

3.2.2 Sistema integral de gestión de los desechos

El Sistema Integral de Gestión de los desechos generados en el área urbana de la Parroquia Taracoa en el presente proyecto consta de:

- Generación de residuos

- Separación
- Recolección
- Transporte
- Disposición final (Relleno Sanitario)

3.2.3 *Diseño del relleno sanitario.*

Para el diseño del relleno sanitario del área urbana de la parroquia Taracoa se fundamenta en las especificaciones dadas en la norma CEPIS y en datos obtenidos en el campo durante el desarrollo de esta investigación:

3.2.4 *Tipo del relleno sanitario*

El tipo de relleno sanitario factible para el presente proyecto es el manual tipo trinchera según el análisis costo-beneficio, tamaño de la población, disposición del terreno, mano de obra y el análisis de la tabla 10.

Tabla 7-3: Alternativas de Rellenos Sanitarios.

PARÁMETROS	RELLENO TRADICIONAL	RELLENO SECO (ALTA COMPACTACIÓN)	RELLENO SANITARIO MANUAL
Operación	Regular	Regular	Muy sencillo
Mantenimiento	Sencillo, convencional	Complejo, especializado	Muy sencillo, convencional y
Equipo	Convencional	Especializado	convencional y sencillo
Calificación del personal	Nivel promedio	Nivel especializado	Bajo promedio
Reducción del volumen de RSU (%) ³	50-60	70-75	40-50
Aplicable para municipios pequeños	Sí, pero costoso	No o solamente al nivel intermunicipal	Exclusivamente
Aplicable para municipios grandes	Si	Si	No
Experiencia en pos clausura	Si	Si	No

Fuente: Secretaría de Ecología; Agencia de Cooperación Técnica Alemana., 2002.

Realizado por: Carlos Zhigui, 2015.

3.2.5 *Información básica*

3.2.5.1 *Aspectos Demográficos*

➤ **Población en estudio**

Corresponde al número total de habitantes del área urbana de la parroquia Taracoa (Cabecera Parroquial Taracoa), que son obtenidos a través de una encuesta. Ver modelo de encuesta en el Anexo II.

Población Actual: para una mayor exactitud se toma en cuenta datos actualizados obtenidos de la encuesta socioeconómica realizado en el área urbana de la Parroquia Taracoa en el año 2014 por parte del grupo de estudiantes de la ESPOCH-ENA con un valor de 727 habitantes, y con una tasa de crecimiento según Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2015 – 2025 de 2,89%. Obteniendo así una población para el presente año 2015 de 748 habitantes.

Población futura: para el cálculo de la población futura según la Norma CEPIS., 2002, se estima el número de años para la proyección de la población un valor de 10 años, se establece la fórmula del método geométrico:

$$Pf = Pa * \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n \quad \text{(Ecuación1)}$$

Donde:

Pf: Población futura.

Pa: Población actual.

r: índice anual de crecimiento.

n: periodo de tiempos en años.

3.2.6 *Generación de residuos sólidos en el área urbana de Taracoa*

3.2.6.1 *Número de muestras*

Una vez conocido el tamaño de la población, para determinar el número de muestras en estudio se aplica la siguiente fórmula:

$$n = \frac{z^2 pq N}{e^2 (N - 1) + z^2 pq} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

N: tamaño conocido de la población.

e: error máximo permitido (10%).

z: Margen de confiabilidad (1.96).

p: probabilidad que el evento ocurra (0.5).

q: probabilidad que el evento ocurra (0.5).

n: tamaño de la muestra.

El número de muestras calculado representa el número de casas a recolectar los residuos sólidos para la obtención de la producción de residuos sólidos de la población.

3.2.6.2 *Distribución de la muestra*

Según el número de muestras calculadas se establece los puntos de muestreo con la ayuda del mapa del área urbana de la parroquia Taracoa, durante 17 días en las casas seleccionadas, previamente informadas se les entregó una funda de basura diaria.

3.2.6.3 *Codificación*

Con la finalidad de lograr un muestreo organizado y fiable se establece una codificación que va de acuerdo al barrio, manzana y código como se visualiza a continuación:

		L	M	MI	J	V	S	D
FRECUCENCIA								
PESO								
FECHA								
SOCIALIZADOR					JEFE DE HOGAR			

Figura 2-3: Codificación de muestra

Fuente: Elaborado por Zhigui C.

3.2.6.4 Método de cuarteo

1. El método de cuarteo consiste en:
2. Colocar todos los residuos sólidos obtenidos del muestreo sobre una superficie plana y bajo techo
3. Se mezcla hasta homogeneizarlos para luego dividir en cuatro partes iguales (A, B, C, D) como se muestra en la Figura 5.
4. Para excluir las partes opuestas que pueden ser A y D o B y C,
5. Se repite varias veces el proceso hasta que quede como mínimo 50kg de muestra representativa para su respectiva clasificación. (Rivera C., 2013)

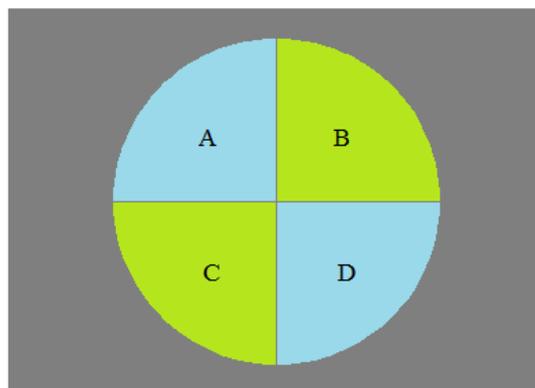


Figura 3-3: Esquema del método de cuarteo de residuos sólidos

Fuente: (Rivera C, 2013)

3.2.6.5 Producción per cápita

La producción per cápita es la cantidad de residuos sólidos generados en Kg por cada habitante por día de la población muestreada y se expresa mediante la siguiente fórmula según CEPIS., 2002:

$$PPC = \frac{DSr}{Pob.M * D_m * Cob.} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde:

PPC: Producción Per cápita (kg/hab.día).

Pob.M: Población muestreada (habitantes).

D_m: Días muestreados (17días)

DSr: Cantidad de residuos sólidos recolectados en los días muestreados (17días) (Kg).

Cob: Cobertura de aseo de servicio urbano (%).

El porcentaje de cobertura de servicio de aseo es el 70% según el dato proporcionado por la junta parroquial de Taracoa, por lo cual para mejorar la calidad de servicio y su cobertura se estima el 90 % para el presente proyecto.

Metodología para la determinación de la PPC

1. La basura recogida diariamente de las casas seleccionadas se deposita en el sitio seleccionado para el cuarteo en condiciones higiénicas antes de cada descarga de residuos diarios durante el tiempo de muestreo.
2. Se coloca la balanza en un sitio limpio, liso y algo alejado del lugar de descarga de residuos.
3. Se efectúa el pesaje y registro de los residuos generados diariamente.
4. Una vez obtenido el peso total de las muestras diarias, procedemos a determinar la PPC, aplicando la ecuación 3.

3.2.6.6 Producción Total de residuos

Es el cálculo de la cantidad de residuos sólidos que se generan por la población total de habitantes en un día, como se muestra a continuación:

$$P_{TRS} = P_{ob_T} \cdot PPC. \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

P_{TRS} : Cantidad de residuos sólidos por día (kg/día).

P_{ob_T} : Población total de habitantes (hab.).

PPC: Producción Per cápita (kg/hab.día).

3.2.6.7 Proyección de la producción total

La producción por año de residuos sólidos va en dependencia de la proyección de la población y la producción per cápita.

La proyección de la población es obtenida mediante métodos matemáticos, para ello se utilizó la ecuación 1 y para el crecimiento de la producción per cápita no se conoce exactamente cifras de variación anual, puesto que el desarrollo de la parroquia y crecimiento de su población y comercio aumenta su producción, sin embargo se sugiere un incremento entre 0,5% y 1% anual, según la CEPIS., 2002.

3.2.6.8 Producción anual de Residuos sólidos.

Para obtener la producción anual de los residuos sólidos se multiplica el valor de la producción diaria por los 365 días que tiene 1 año y para un mejor manejo de valores se transforma las unidades en toneladas por día, sabiendo que 1 tonelada equivale a 1.000 kg.

3.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Mediante la caracterización de los residuos sólidos se obtienen los siguientes datos:

- Cantidad de residuos sólidos,
- Densidad,
- Humedad y
- Composición física.

➤ **CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS**

– **Origen de los residuos sólidos**

Es la procedencia de los residuos sólidos y puede ser de origen domiciliario, institucional, industrial y mercados.

– **Densidad de los residuos sólidos**

1. Para determinar la densidad de los residuos sólidos se necesita:
2. Un recipiente cuyo volumen sea conocido o fácil de calcular, de esta manera el recipiente que vamos a ocupar es de forma cilíndrica, con un volumen de 19L equivalentes a 0,019m³
3. Se procede a pesar el recipiente vacío
4. Colocamos los residuos obtenidos del cuarteo sin compactar y se pesa
5. La diferencia de pesos es el resultado de la masa de residuos sólidos en kilogramos que se necesita para obtener la densidad suelta mediante la siguiente fórmula:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad \text{(Ecuación 5)}$$

Donde:

ρ : Densidad suelta de los residuos sólidos (kg/m³)

m: Peso de la muestra (kg)

v: Volumen del recipiente (m³)

– **Composición física**

Del método de cuarteo se seleccionó una parte destinada a la clasificación de los residuos sólidos dependiendo al tipo que pertenece, clasificándolos de la siguiente manera:

- ✓ Orgánicos
- ✓ Papel
- ✓ Plásticos
- ✓ Caucho
- ✓ Lata
- ✓ Vidrio
- ✓ Cartón
- ✓ Textil
- ✓ Tetrapack
- ✓ Madera
- ✓ Aluminio
- ✓ Desechos Infecciosos
- ✓ Electrónicos
- ✓ Otro Tipo De Desechos

• **Procedimiento:**

Para calcular la densidad de los residuos pesamos cada residuo clasificado en un recipiente con un volumen conocido, cuyo volumen debe estar expresado en m^3 , donde se realiza una división del peso neto del residuo con el volumen conocido quedándonos así nuestra densidad en Kg/m^3 .

– **Porcentaje**

Para calcular el porcentaje de cada tipo de residuo sólido se emplea la ecuación que se expresa a continuación:

$$\text{Porcentaje (\%)} = \frac{w_i}{w_T} * 100 \quad (\text{Ecuación 6})$$

Donde:

w_i : Peso de cada material (kg).

w_T : Peso total de los materiales (kg).

%: Porcentaje de cada material clasificado.

3.4 CÁLCULO DEL VOLUMEN NECESARIO PARA EL RELLENO SANITARIO MANUAL

– Volumen de residuos sólidos

Para la obtención del volumen diario y anual, compactado y estabilizado de residuos sólidos se obtiene de la siguiente manera:

$$V_{diario} = \frac{P_{TRS}}{D_{RSM}} \quad (\text{Ecuación 7})$$

$$V_{anual\ compactado} = V_{diario} * 365 \quad (\text{Ecuación 8})$$

$$V_{anual\ estabilizado} = \frac{P_{TRS}}{D_{RSE}} * 365 \quad (\text{Ecuación 9})$$

Donde:

V_{diario} : Volumen de residuos sólidos por disponer en un día ($m^3/día$).

V_{anual} : Volumen de residuos sólidos correspondiente a 1 año ($m^3/año$).

P_{TRS} : Cantidad de residuos sólidos por día (Kg/día).

365: número de días en un año.

D_{RSM} : Densidad de los residuos recién compactados ($400 - 500\ kg/m^3$).

D_{RSE} : Densidad del relleno estabilizado ($500 - 600\ kg/m^3$).

Los residuos sólidos estabilizados conjuntamente con el material de cobertura conforman el volumen del relleno sanitario estabilizado.

– **Volumen del material de cobertura**

El volumen de material de cobertura es la cantidad de tierra con la que se cubren los residuos recién compactado y según Röben, 2002. está entre el 20% al 25% del volumen de residuos sólidos compactados se establece el porcentaje de 20%.

Diario

$$m_{cd} = V_{diario} * (0,20 \text{ ó } 0,25) \quad \text{(Ecuación 10)}$$

Anual

$$m_c = V_{anual compactado} * (0,20 \text{ ó } 0,25) \quad \text{(Ecuación 11)}$$

Donde:

m_c : material de cobertura (m^3 de tierra / año).

– **Volumen del relleno sanitario**

Con este cálculo se obtiene el volumen del relleno sanitario anual acumulado, lo que implica que al comparar con la capacidad volumétrica del sitio del relleno se puede estimar la vida útil del mismo. Se emplea la siguiente ecuación:

$$V_{RS} = V_{anual estabilizado} + m_c \quad \text{(Ecuación 12)}$$

Donde:

V_{RS} : Volumen del relleno sanitario (m^3 /año)

m_c : material de cobertura (m^3 de tierra / año).

– **Volumen total ocupado durante la vida útil**

Este valor corresponde a cantidad de residuos sólidos acumulados en el transcurso de la vida útil del relleno, estos valores son representados en la columna L de la tabla del Anexo IV se obtiene de la siguiente fórmula:

$$V_{RS \text{ Vida útil}} = \sum_{i=1}^n V_{RS}$$

(Ecuación 13)

Donde:

V_{RS} : Volumen del relleno sanitario durante la vida útil (m^3).

n : número de años.

3.5 CÁLCULO DEL ÁREA REQUERIDA

– Cálculo del área por rellenar

En base al conocimiento o visita de campo se tiene una perspectiva general de la topografía del terreno destinado para el relleno sanitario, conociendo la profundidad de su nivel freático se considera la altura o profundidad que tendría el mismo, tomando también en cuenta que de la disponibilidad del terreno depende el periodo de diseño o vida útil del relleno a pesar de que en la Norma CEPIS., 2002 se establece un rango de proyección de diseño entre 5 y 10 años y una altura de 2,5 metros.

Las necesidades de área se pueden estimar mediante la siguiente ecuación:

$$A_{RS} = \frac{V_{RS}}{h_{RS}}$$

(Ecuación 14)

Donde:

V_{RS} : Volumen del relleno sanitario ($m^3/año$)

A_{RS} : área por rellenar sucesivamente (m^2)

H_{RS} : altura o profundidad media del relleno sanitario (m)

– Cálculo del área total

Para el cálculo del área total se toma en cuenta el factor de aumento f_a para las áreas adicionales (vías de acceso, patio de maniobra, linderos, entre otros), este valor está

entre el 20% y 40% del área que se va a rellenar, eligiendo un valor del 30%. (CEPIS., 2002.). Se emplea la siguiente fórmula:

$$A_T = A_{RS} * fa \quad \text{(Ecuación 15)}$$

Donde:

A_T : Área total requerida (m²)

fa : Factor de aumento para áreas adicionales.

A_{RS} : Área por rellenar sucesivamente (m²)

3.6 PUERTA Y CERCA

La puerta y cerca del relleno sanitario es un sistema de seguridad que limita el acceso de animales o personas no autorizadas, además es una área delimitada donde se debe cumplir con normas y conductas especiales, para el diseño de las mismas se tomó en cuenta el modelo según Collazos H., 2008.

3.7 CASETA DE REGISTRO Y BODEGA DE HERRAMIENTAS

Esta se encuentra a la llegada del relleno sanitario con la finalidad de controlar la entrada de basura y del personal laboral a más del registro de la herramientas que se van a utilizar en el relleno, la bodega de herramientas se dispondrá en la parte trasera de la caseta de registro con la finalidad de minimizar costos, área y personal, a más de contar con baño para servicio higiénico y sanitario del personal que labora.

3.8 CANALETAS PARA AGUAS PLUVIALES

La finalidad de estos canales evitan que las aguas lluvias ingresen a las celdas y aumenten el canal de los lixiviados, se construye en los límites del relleno sanitario con revestimiento apropiado, en este caso concreto, dentro de estos canales la velocidad del agua no debe menor a los 0,60 m/s ni mayor a 1,80 m/s, es recomendable una profundidad de 0,8m y 1m de ancho.

3.9 SISTEMA VIAL

Dentro del sistema vial se toman en cuenta tres tipos de vías: vías principales, vías secundarias y vías temporales.

Las vías principales son el acceso al relleno sanitario desde la ciudad hacia el sitio donde se dispondrá los residuos sólidos generadas por la población en estudio.

Las vías secundarias son medios de acceso a los diferentes niveles que conforman el relleno sanitario, es decir son vías perimetrales del relleno.

Las vías temporales son vías de corta duración las cuales tendrán las mismas características topográficas del sitio del relleno sanitario.

3.10 VOLUMEN DE LA ZANJA

El volumen de la zanja se calcula a través de la siguiente formula

$$V_Z = \frac{t * P_{TRS} * mc}{D_{RSM}} \quad (\text{Ecuación 16})$$

Donde:

V_Z: Volumen de la zanja (m³)

t: Tiempo de vida útil (60 a 90 días)

P_{TRS}: Cantidad de RSM recolectados (kg/día)

mc: Material de cobertura 1.20 a 1.25 (20-25% del volumen compactado)

D_{RSM}: Densidad de los RSM en el relleno (450 kg/m³)

La cantidad de desechos depositados en un día se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$D_{RSd} = \frac{V_Z}{t_Z} \quad (\text{Ecuación 17})$$

Donde:

D_{RSd}: Cantidad de desechos sólidos recolectados y depositados en un día (m³/día)

V_Z: Volumen de la zanja (m³)

Tz: Tiempo de servicio de la zanja (días)

– Dimensiones de la zanja

Para el dimensionamiento de la zanja se toma en cuenta los siguientes requerimientos: Su profundidad debe estar entre 2 a 4 metros, tomando en cuenta el nivel freático, el tipo de suelo, presupuesto de excavación y equipo, siendo el valor seleccionado 2,5m. Su ancho debe medir en un rango de 3 a 6 metros. (CEPIS., 2008)

Para calcular la longitud de la zanja en base a la vida útil se tiene la siguiente ecuación:

$$l = \frac{Vz}{a * hz} \quad \text{(Ecuación 18)}$$

Donde:

l: Largo o longitud.

Vz: Volumen de la zanja (m³).

a: Ancho 4m (3 a 6m).

hz: Profundidad 2.5m (2 a 4m).

– Tiempo de la maquinaria

Según el suelo, el tipo, la potencia y el sistema de tracción de cada máquina se tarda en la excavación de las zanjas, tomando en cuenta también la experiencia del conductor. Según las especificaciones de la CEPIS., 2008. Se opta por un rendimiento de 14 m³/hora.

$$texc = \frac{Vz}{R * J} \quad \text{(Ecuación 19)}$$

Donde:

texc: Tiempo de la maquinaria para la excavación de la zanja (días)

Vz: Volumen de la zanja (m³).

R: Rendimiento de excavación del equipo pesado (14 m³/hora).

J: Jornada de trabajo diario (8 horas/día).

3.11 VIDA ÚTIL DEL TERRENO

Al emplear el método de trinchera, una vez calculado el volumen de la zanja, hay que tomar en cuenta las áreas adicionales como separación entre zanjas, vías de acceso, entre otros. Se estima 1 metro de separación entre zanjas.

Es necesario determinar el número de zanjas con ayuda de la siguiente ecuación:

$$n = \frac{A_T}{F * A_Z} \quad \text{Ecuación 20}$$

Donde:

n: Número de zanjas

A_T : Área total del terreno (m^2)

F: Factor para áreas adicionales de 1.2 a 1.4 (20-40%)

A_Z : Área de la zanja (m^2)

Siendo la vida útil calculada mediante la fórmula:

$$V_u = \frac{t_z * n}{365} \quad \text{(Ecuación 21)}$$

Donde

V_u : Vida útil del terreno (años)

t_z : tiempo de servicio de la zanja (días)

3.12 CÁLCULO DE LA CELDA DIARIA

La celda diaria no es más que el conjunto de los residuos sólidos municipales conformados por el material de cobertura, la cual está dada por los siguientes factores tales como: Total diario de residuos sólidos disponibles, nivel de compactación, la

altura ideal para el trabajo manual en la celda, el acceso de los vehículos para la descarga de los residuos.

Se debe tener en cuenta para el diseño de la celda diaria una altura entre 1 y 1.5 m, en base a esto se calcula el ancho y el largo de la celda, además de la cobertura de recolección que anteriormente se estableció el 90 % y una operación de 7 días

– **Volumen de la celda diaria**

$$V_c = \frac{P_{TRS}}{D_{rsm}} * m. c \quad \text{(Ecuación 22)}$$

Donde:

V_c : Volumen de la celda diaria (m^3)

D_{rsm} : Densidad de los RSM recién compactados en el relleno sanitario manual, 400-500 kg/m^3

m. c.: Material de cobertura (20-25%)

P_{TRS} : Cantidad de RSM recolectados ($kg/día$)

Nota: la densidad compactada es menor que la estabilizada empleada en el cálculo de volumen.

– **Área de la celda**

$$A_c = \frac{V_c}{h_c} \quad \text{(Ecuación 23)}$$

Donde:

A_c : Área de la celda ($m^2/día$)

h_c : Altura de la celda (m) - límite 1,0 a 1,5 m. Flintoff reporta alturas entre 1,5 y 2,0 m para rellenos sanitarios con operación manual, con lo que disminuye el material de cobertura.

– **Largo o avance de la celda (m)**

$$I = \frac{A_c}{a} \quad \text{(Ecuación 24)}$$

Donde:

a: Ancho que se fija de acuerdo con el frente de trabajo necesario para la descarga de la basura por los vehículos recolectores (m).

Nota: Se tiene presente que para el caso de parroquia pequeñas serán uno o dos vehículos de recolección como máximo los que descarguen a la vez, lo que determina el ancho entre 3 y 6 m.

3.13 CÁLCULO DE LA MANO DE OBRA

Para determinar el cálculo de mano de obra para realizar la celda diaria se basa en datos como la cantidad de residuos sólidos municipales, el material de cobertura, el tiempo diario laboral, días laborales, factibilidad, condiciones atmosféricas, descarga de los residuos en el frente de trabajo y rendimiento de los trabajadores.

Se considera bajo condiciones normales de trabajo una jornada de 8 horas diarias con un rendimiento efectivo de 6 horas.

Tabla 8-3: Cálculo para determinar el total de trabajadores

OPERACIÓN	ABREVIATURA	RENDIMIENTOS	UNIDADES
Movimiento de desechos	Md	0.95	ton/hora*hombre.
Compactación de desechos	Cd	20	m ² /hora*hombre.
Movimiento de tierra	Mt	0.35 a 0.70	m ³ /hora*hombre.
Compactación de la celda	Cc	20	m ² /hora*hombre.

Fuente: CEPIS., 2008

Realizado por: Carlos Zhigui, 2015.

Realizando los cálculos para determinar el total de trabajadores se tiene las siguientes ecuaciones:

$$Md = \frac{\text{Desechos sólidos (ton/día)}}{0.95 \text{ ton/hora} - \text{hom.}} * \frac{1}{6 \text{ horas}} = \quad (\text{Ecuación 25})$$

$$Cd = \frac{\text{Area superficial (m}^2\text{)}}{20 \text{ m}^2/\text{hora} - \text{hom.}} * \frac{1}{6 \text{ horas}} = \quad (\text{Ecuación 26})$$

$$Mt = \frac{\text{Tierra (m}^3\text{)}}{0.35 \text{ a } 0.70 \text{ m}^3/\text{hora} - \text{hom.}} * \frac{1}{6 \text{ horas}} = \quad (\text{Ecuación 27})$$

$$Cc = \frac{\text{Area superficial (m}^2\text{)}}{20 \text{ m}^2/\text{hora} - \text{hom.}} * \frac{1}{6 \text{ horas}} = \quad (\text{Ecuación 28})$$

3.14 DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PARA LIXIVIADOS

En esta fase del diseño que es el sistema de drenaje para lixiviados se toma en cuenta datos como la precipitación anual y mensual, humedad, grado de compactación y evapotranspiración, tomando en cuenta que al tratarse de un relleno sanitario manual dado que es débilmente compactado es decir con una producción aproximada de lixiviado entre 25 y 50% se opta por un coeficiente de compactación de 0,30. (CEPIS., 2002).

La precipitación anual varía entre 2000 a 3000mm siendo el promedio 2500mm según datos proporcionados por la Junta Parroquial de Taracoa.

– Caudal medio de Lixiviado

$$Q_{med \text{ Lix}} = \frac{1}{t} * P * A * K \quad (\text{Ecuación 29})$$

Donde:

$Q_{med \text{ Lix}}$: Caudal medio de lixiviado (L/seg).

P: Precipitación media anual (mm/año).

A: Área superficial del relleno (m²).

K: Coeficiente dependiente del grado de compactación de los residuos (0,30).

t: Número de segundos de un año (31.536.000 seg/año).

Teniendo en cuenta que los lixiviados se generan en mayor cantidad en épocas de lluvias según la norma CEPIS se estima los valores empleando la precipitación máxima mensual y para mayor precisión el número máximo de meses con lluvias consecutivos como se indica a continuación:

– Caudal medio de lixiviado generado

$$Q_{mlg} = P_m * A * K \quad \text{(Ecuación 30)}$$

Donde:

Q_{mlg}: Caudal medio de lixiviado generado (m³/mes)

P_m: Precipitación máxima mensual (mm/mes)

A: Área superficial del relleno (m²).

K: Coeficiente dependiente del grado de compactación de los residuos (0,30).

– Volumen de Lixiviado

$$V_{lix} = Q_{lm} * t \quad \text{(Ecuación 31)}$$

Donde:

V_{lix}: Volumen de lixiviado que será almacenado (m³).

Q_{lm}: Caudal medio de lixiviado o líquido percolado (m³/mes).

t: número máximo de meses con lluvias consecutivas (mes).

– Longitud del sistema de zanjas

$$L_z = \frac{V_{lix}}{A} \quad \text{(Ecuación 32)}$$

Donde:

L_z: Longitud de las zanjas de almacenamiento (m).

V_{lix} : Volumen de lixiviado que será almacenado en periodos de lluvia (m^3)

A: Área superficial de la zanja (m^2).

– **Especificaciones del drenaje interno de lixiviados.**

Al estar el suelo impermeabilizado con geo-membrana HDPE con un espesor no menor a 2 mm en las condiciones y especificaciones de acuerdo al diseño.

El dren principal de lixiviados interno sera de 0,6 metros por un metro y se requiere de instalar pantallas cada 5 ó 10 metros, optando por una distancia de cada 5 metros con un ancho de 0,60 metros. Para que el lixiviado permanezca almacenado en el interior sin rebosar por las zanjasse deja un borde libre de 0,30 metros entre la pantalla y el nivel de la superficie del terreno. Ya que para realizar un tratamiento de los mismos no resulta factible para municipios y poblaciones pequeñas como es el caso por lo que se opta por la recirculación. (CEPIS., 2002)

se rellena la zanja para lixiviados con piedras de 4 a 6 pulgadas colocando sobre ellas sacos, pastos o ramas secas con la finalidad de que actue como filtro para que ingresen unicamente el líquido percolado, reteniendo así las partículas finas. (CEPIS., 2002)

Si la cantidad de lixiviado excede en su capacidad debido a largos periodos de lluvia se recomienda constuir fuera del relleno una zanja de secado que permita almacenar este líquido durante este periodo. (CEPIS., 2002)

3.15 DRENAJE PARA GASES

Dentro de un relleno sanitario a más de encontrar residuos sólidos y lixiviados, al actuar como un biodigestor debido la degradación de los residuos por acción microbiana anaerobia, también se producen gases en cantidades mayores como gas metano (CH_4) y dióxido de Carbono (CO_2), y como trazas de gases de olor el ácido sulfhídrico (H_2S), amoniaco (NH_3) y entre otros mercaptanos.

En el relleno sanitario se produce estos gases capaces de aprovechar cualquier fisura o espacio vacío para salir del relleno, este gas puede ser inflamable y explosivo en concentraciones de un 5 a un 15% en volumen. (Fernandez, 2010)

Es necesario su manejo para evitar cualquier inconveniente o explosión en las áreas vecinas.

Para llevar a cabo su control se coloca un sistema de drenaje vertical con piedra en varios puntos del relleno conectándose con el drenaje de lixiviados distribuidas cada 10 metros según las especificaciones del terreno con 0,3 m de diámetro 0,5m de largo por 0.3m de ancho, con una altura de 5m colocando tubería de concreto al final para poder quemar el gas que sale de cada chimenea ya que este gas representa un peligro para los obreros. (Diseño de un relleno sanitario manual para el recinto Cristóbal Colon- Provincia de Esmeraldas , 2015)

Para la construcción de las chimeneas es recomendable puntales de madera, con trabas a cada metro, recubiertas por malla olímpica o de gallinero, cuyo relleno sea de piedra con diámetros de 4 a 6 pulgadas con la finalidad de que se facilite el flujo del gas durante la vida útil del relleno sanitario.

– **Quema de los gases provenientes de las chimeneas**

Es necesaria la quema de estos gases ya que éstos al salir casi sin dilución de las chimeneas representan un peligro para los obreros y para el ambiente.

CAPÍTULO IV

4. CÁLCULOS Y RESULTADOS

4.1 ENCUESTA

Los resultados de la encuesta realizada en Taracoa tomando como base modelos de encuesta establecidos por el INEN representan los siguientes resultados:

Tabla 1-4: Número de viviendas de Taracoa.

NÚMERO DE VIVIENDAS DE TARACOA	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Barrio El Cisne	25
Barrio Amazonas	9
Barrio 12 de Febrero	3
Barrio Bolívar	40
Barrio La Libertad	42
Barrio Central	16
Barrio 24 de Mayo	27
TOTAL DE VIVIENDAS	162

Realizado por: Carlos Zhigui, 2015.

– Nivel Socio Económico.

Según la encuesta realizada en Taracoa el 56% de la población pertenece al estrato C+ (medio bajo), el 31% estrato D (bajo), el 12% estrato C+ (medio típico), el 1% al estrato B (medio alto) y un 0% al estrato A (alto), datos que se pueden observar en la gráfica a continuación:

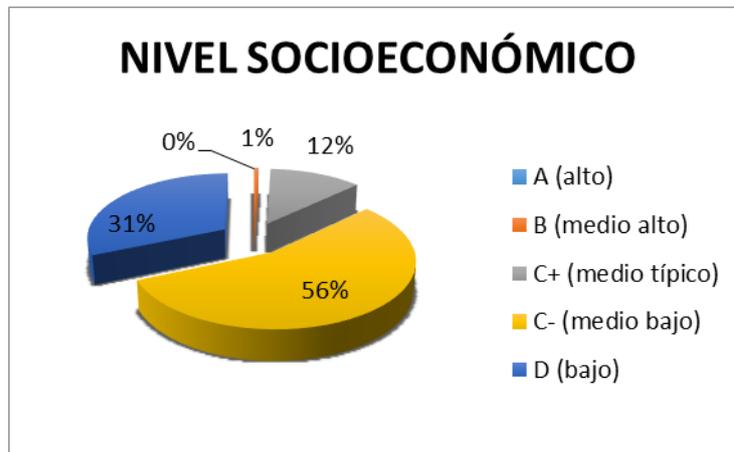


Figura 1-4: Nivel socioeconómico de Taracoa.
Fuente: Encuesta 2014, ESPOCH-ENA

➤ FUENTE DE PRODUCCIÓN

El 98% de las residencias que fueron encuestas pertenecen a una categoría residencial, el 1% pertenece a centros hospitalarios y el 1% restante pertenece a establecimientos educativos.

Podemos considerar que el porcentaje es factible debido a que se trata de una parroquia, razón por la cual no vamos a encontrar valores en el área industrial, comercial, otro.

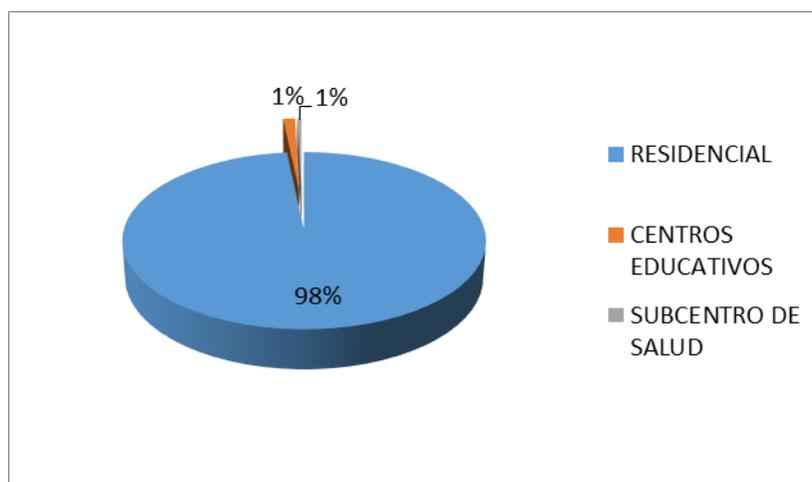


Figura 2-4: Porcentajes de la fuente de producción de residuos
Fuente: (Encuesta 2014, ESPOCH-ENA)

A. SERVICIO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

El 100% de los encuestados no cuentan con el servicio de recolección de desechos sólidos se estima que un 80% de los encuestados no cuentan con el servicio de recolección.

B. TIPO DE RECIPIENTE UTILIZADO PARA RECOLECTAR LOS RESIDUOS SÓLIDOS.

El 55.36% de los encuestados utilizan tachos de plástico; el 0.36% utiliza tacho de metal; mientras que el 0.71% cajas de madera y cajas de cartón; el 6.43% utilizan sacos de yute y el 36.43% no utilizan ningún recipiente.

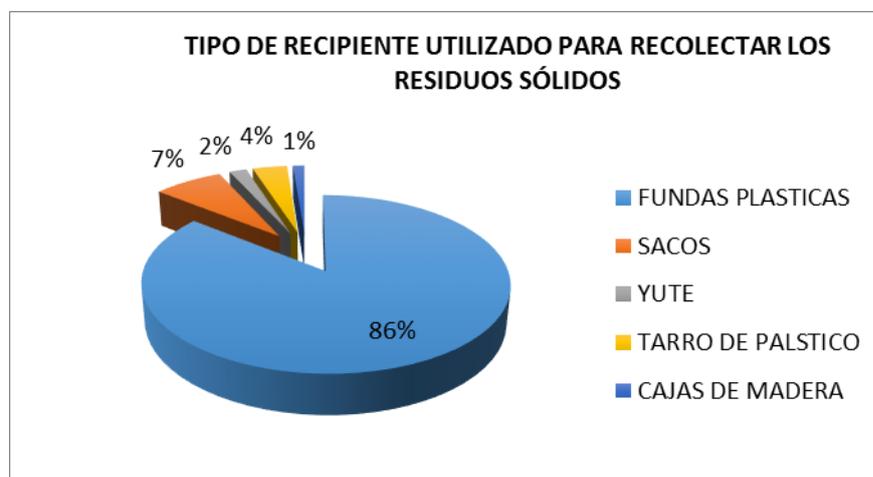


Figura 3-4: Tipo de recipientes para recolectar los residuos sólidos
Fuente:(Encuesta 2014, ESPOCH-ENA)

C. FRECUENCIA CON QUE SACA LOS RESIDUOS SÓLIDOS.

Con el resultado de las encuestas obtuvimos que un 79% de los encuestados sacan sus desechos cada 3 días, el 12% cada 2 días, el 7% de los residentes una vez al día y el 2% 1 vez a la semana.

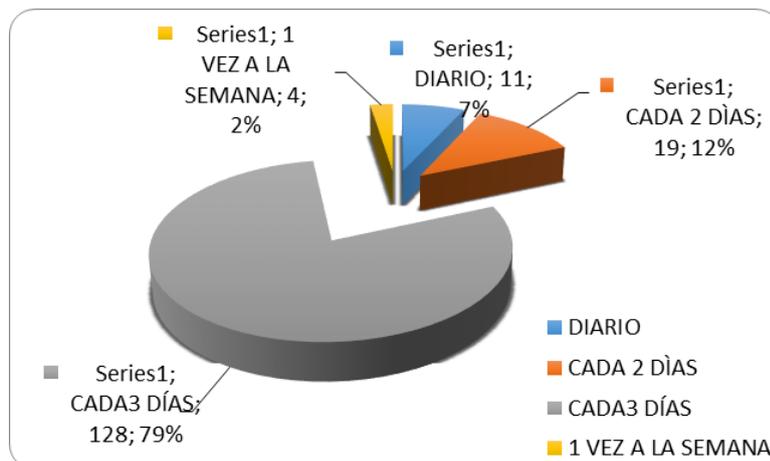


Figura 4-4: Frecuencia con que se saca los residuos sólidos

Fuente:(Encuesta 2014, ESPOCH-ENA)

4.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

➤ CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS

Según las casas muestreadas durante los 17 días efectuados con respecto a producción diaria y producción per cápita se puede verificar en el Anexo III

➤ COMPOSICIÓN FÍSICA

La composición física de los residuos sólidos obtenidos se expresan en porcentaje para su mayor comprensión y los resultados son los siguientes:

Tabla 2-4: Porcentaje de los componentes de los Residuos Sólidos de Taracoa.

COMPONENTES	PORCENTAJE
Orgánicos	55.224 %
Papel	6.077 %
Cartón	4.351 %
Tetra pack	1.627 %
Madera	0.361 %
Plásticos	10.632 %
Cauchos	1.136 %
Textil	2.664 %
Latas	8.003 %

Vidrios	5.896 %
Aluminio	1.192 %
Desechos infecciosos	6.224 %
Otro tipo de desechos	7.318 %

Realizado por: Carlos Zhigui, 2015.

➤ DENSIDAD

Según la ecuación 5 se determina la densidad de los residuos sólidos, resultados que se muestran a continuación:

Tabla 3-4: Resultados de Densidad de Residuos Sólidos de la Parroquia Taracoa

DENSIDAD		
TIPO DE RESIDUOS	VALORES	UNIDADES
ORGANICOS	209,171123	Kg/m ³
PAPEL	18,30748663	Kg/m ³
PLÁSTICOS	31,03475936	Kg/m ³
CAUCHO	1,336898396	Kg/m ³
LATA	9,347593583	Kg/m ³
VIDRIO	19,35828877	Kg/m ³
CARTÓN	11,52406417	Kg/m ³
TEXTIL	9,374331551	Kg/m ³
TETRAPACK	8,352941176	Kg/m ³
MADERA	1,122994652	Kg/m ³
ALUMINIO	5,058823529	Kg/m ³
DESECHOS INFECCIOSOS	0,828877005	Kg/m ³
ELECTRONICOS	0,13368984	Kg/m ³
OTRO TIPO DE DESECHOS	15,74117647	Kg/m ³

Realizado por: Carlos Zhigui, 2015.

Es así que pudimos observar que los residuos orgánicos son los de mayor densidad con 209,171123 Kg/m³.

4.3 CÁLCULOS

4.3.1 Cálculo de la Población Futura

Tabla 4-4: Datos para cálculos de la población futura en estudio

Parámetro	Abreviatura	Valor
Población Actual	Pa	748 hab.
Índice anual de crecimiento	r	2,89 %
Periodo de tiempo	n	10 años.

Realizado por: Carlos Zhigui, 2015.

$$Pf = Pa * \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n \quad (\text{Ecuación 1})$$

$$Pf = 748 \text{ hab} * \left(1 + \frac{2,89}{100}\right)^{10} = 995 \text{ hab.}$$

4.3.2 Cálculo del número de muestras

Tabla 5-4: Datos el cálculo de número de muestras

Parámetro	Abreviatura	Valor
Margen de confiabilidad	z	1,96
probabilidad que el evento ocurra	p	0,5
probabilidad que el evento ocurra	q	0,5
error máximo permitido	e	10 %
Tamaño conocido de la población	N	748 hab.

Realizado por: Carlos Zhigui, 2015.

$$n = \frac{z^2 pq N}{e^2 (N - 1) + z^2 pq} \quad (\text{Ecuación 2})$$

$$n = \frac{(1,96)^2 * 0,25 * 748}{(0,21)^2 (748 - 1) + 1,96^2 * 0,25} = 85$$

4.3.3 Cálculo de la producción per cápita

Tabla 6-4: Datos el cálculo de la producción per cápita

Parámetro	Abreviatura	Valor
Población muestreada	Pob. _M	352 hab.
Días muestreados	D _m	17 días.
Cantidad de residuos sólidos recolectados en los 17 días muestreados	DSr	2909 Kg.
Cobertura de aseo de servicio urbano	Cob.	90 %

Realizado por: Carlos Zhigui, 2015.

$$PPC = \frac{DSr}{Pob._M * D_m * Cob.} \quad (\text{Ecuación 3})$$

$$PPC = \frac{2909 \text{ Kg}}{352 \text{ hab} * 17 \text{ días} * 0.9} = 0,54 \text{ Kg/hab/día}$$

Año 2025: 0,596 kg/hab/día

4.3.4 Cálculo de la Producción Total de residuos

Tabla 7-4: Datos para el cálculo de la producción total de residuos

Parámetro	Abreviatura	Valor
Población total de habitantes	Pob _T	748 hab.
Producción per cápita de residuos	PPC	0,54 Kg/hab.día

Realizado por: Carlos Zhigui, 2015.

$$P_{TRS} = Pob_T * PPC. \quad (\text{Ecuación 4})$$

$$P_{TRS} = 748 \text{ hab} * 0,54 \text{ Kg/hab.día.} = 403,92 \text{ Kg/día}$$

Año 2025: 593,25 kg/hab

4.3.5 Cálculo del volumen necesario para el relleno sanitario manual

Tabla 8-4: Datos para el cálculo de volumen de residuos sólidos.

Parámetro	Abreviatura	Valor
Producción total de residuos	P _{TRS}	403,92 Kg/día
Densidad de los residuos recién compactados	D _{RSM}	450 Kg/m ³
Densidad del relleno estabilizado	D _{RSE}	600 kg/m ³

Realizado por: Carlos Zhigui, 2015.

$$V_{diario} = \frac{P_{TRS}}{D_{RSM}} = \frac{473,92 \text{ kg/día}}{450 \text{ kg/m}^3} = 0,8976 \text{ m}^3/\text{día} \quad (\text{Ecuación 7})$$

Año 2025: 1,32 m³

$$V_{anual \text{ compactado}} = V_{diario} * 365 = 0,8976 \text{ m}^3/\text{día} * 365 = 327,62 \text{ m}^3 \quad (\text{Ecuación 8})$$

$$V_{anual \text{ estabilizado}} = \frac{P_{TRS}}{D_{RSE}} * 365 = \frac{403,92 \text{ kg/día}}{600 \text{ kg/m}^3} * 365 = 245,72 \text{ m}^3 \quad (\text{Ecuación 9})$$

4.3.6 Cálculos del volumen del material de cobertura

Diario

$$m_{cd} = V_{diario} * 0,20 = 0,8976 \text{ m}^3/\text{día} * 0,2 = 0,18 \text{ m}^3/\text{día} \quad (\text{Ecuación 10})$$

Anual

$$m_c = V_{anual \text{ compactado}} * 0,20 = 327,62 \text{ m}^3 * 0,2 = 65,52 \text{ m}^3 \quad (\text{Ecuación 11})$$

4.3.7 Cálculos del volumen del relleno sanitario

$$V_{RS} = V_{anual \text{ estabilizado}} + m_c = 245,72 \text{ m}^3 + 65,52 \text{ m}^3 = 311,24 \text{ m}^3 \quad (\text{Ecuación 12})$$

4.3.8 Cálculo del Volumen total ocupado durante la vida útil

$$V_{RS \text{ Vida útil}} = \sum_{i=1}^n V_{RS} = 4179,93 \text{ m}^3 \quad (\text{Ecuación 13})$$

4.3.9 Cálculo del área requerida

$$A_{RS} = \frac{V_{RS}}{h_{RS}} = \frac{311,24 \text{ m}^3}{2,5 \text{ m}} = 124,497 \text{ m}^2 \quad (\text{Ecuación 14})$$

Año 2025: 1671,97 m²

Cálculo del área total

$$A_T = A_{RS \text{ año 2025}} * fa = 1671,97 \text{ m}^2 * 30\% = 2173,56 \text{ m}^2 \quad (\text{Ecuación 15})$$

Cálculos del volumen de la zanja

$$V_z = \frac{t * P_{TRS} * mc}{D_{RSM}} = \frac{90 \text{ días} * 403,92 \text{ kg/día} * 1,20}{450 \text{ kg/m}^3} = 96,94 \text{ m}^3 \quad (\text{Ecuación 16})$$

Cálculo de la cantidad de desechos depositados en un día

$$D_{Rsd} = \frac{V_z}{tz} = \frac{96,94 \text{ m}^3}{90 \text{ días}} = 1,08 \text{ m}^3/\text{día} \quad (\text{Ecuación 17})$$

4.3.10 Cálculo de las dimensiones de la zanja

Cálculo de la longitud de la zanja

$$l = \frac{V_z}{a * h_z} = \frac{96,94 \text{ m}^3}{4 \text{ m} * 2,5 \text{ m}} = 9,69 \text{ m} \cong 10 \text{ m} \quad (\text{Ecuación 18})$$

Cálculo del tiempo de maquinaria

$$t_{exc} = \frac{V_z}{R * J} = \frac{96,94 \text{ m}^3}{14 \text{ m}^3/\text{hora} * 8 \text{ horas/día}} = 0,86 \text{ días} \cong 1 \text{ día} \quad (\text{Ecuación 19})$$

Cálculo del número de zanjas

$$n = \frac{A_T}{F * A_z} = \frac{2670 \text{ m}^2}{1,3 * ((4 \text{ m} + 1 \text{ m}) * 10 \text{ m}) \text{ m}^2} = 41,07 \cong 41 \quad (\text{Ecuación 20})$$

4.3.11 Cálculo de la vida útil del terreno

$$V_u = \frac{t_z * n}{365} = \frac{90 \text{ días} * 59}{365} = 10,13 \cong 10 \text{ años} \quad (\text{Ecuación 21})$$

4.3.12 Cálculo de la celda diaria

Volumen de la celda diaria

$$V_c = \frac{P_{TRS}}{D_{rsm}} * m.c = \frac{403,92 \frac{\text{kg}}{\text{día}}}{450 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} * 1,2 = 1,1 \text{ m}^3/\text{día laboral} \quad (\text{Ecuación 22})$$

Se toma en cuenta como 1,1 m³ de volumen de residuos por día laboral.

Dimensiones de la celda diaria

Área de la celda

$$A_c = \frac{V_c}{h_c} = \frac{1,1 \text{ m}^3}{1 \text{ m}} = 1,1 \text{ m}^2 \quad (\text{Ecuación 23})$$

Largo o avance de la celda (m)

$$I = \frac{A_c}{a} = \frac{1,1m^2}{3 m} = 0,37m \quad (\text{Ecuación 24})$$

4.3.13 Cálculo de la mano de obra

$$Md = \frac{1,11 \text{ (ton/día)}}{0,95 \text{ ton/hora} - \text{hom.}} * \frac{1}{6 \text{ horas}} = 0,19 \text{ hombres} \quad (\text{Ecuación 25})$$

$$Cd = \frac{1,1 m^2}{20 m^2/hora - \text{hom.}} * \frac{1}{6 \text{ horas}} = 0,0092 \text{ hombres} \quad (\text{Ecuación 26})$$

$$Mt = \frac{1,1 m^3}{0,35 m^3/hora - \text{hom.}} * \frac{1}{6 \text{ horas}} = 0,52 \text{ hombres} \quad (\text{Ecuación 27})$$

$$Cc = \frac{1,1 m^2}{20 m^2/hora - \text{hom.}} * \frac{1}{6 \text{ horas}} = 0,0092 \text{ hombres} \quad (\text{Ecuación 28})$$

Número total de hombres: $0,19 + 0,0092 + 0,52 + 0,0092 = 0,72 \cong 1$ hombre

4.3.14 Cálculos para el sistema de drenaje de lixiviados

Cálculo de caudal medio de lixiviado

$$Q_{med \text{ Lix}} = \frac{1}{t} * P * A * K = \frac{1}{31536000 \frac{\text{seg}}{\text{año}}} * 2500 \text{ mm} * 2670m^2 * 0,30 \quad (\text{Ecuación 29})$$
$$= 0,063 \text{ L/seg} = 0,000063 m^3/\text{seg}$$

Cálculo del caudal medio lixiviado generado.

$$Q_{mig} = P_m * A * K = 326,4 \text{ mm} * 2670 m^2 * 0,30 = 261,45 m^3/\text{mes} \quad (\text{Ecuación 30})$$

Cálculo del volumen de lixiviado

$$V_{lix} = Q_{lm} * t = \frac{261,45 \text{ m}^3}{\text{mes}} * 2 \text{ meses} = 522,9 \text{ m}^3 \quad (\text{Ecuación 31})$$

Cálculo de la longitud del sistema de zanjas

$$L_z = \frac{V_{lix}}{A} = \frac{522,9 \text{ m}^3}{40\text{m}^2} = 13 \text{ m} \quad (\text{Ecuación 33})$$

4.4 PRESUPUESTO DEL RELLENO SANITARIO MANUAL

Tabla 9-4: Presupuesto del Relleno Sanitario Manual tipo trinchera

DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO DEL ÁREA URBANA DE LA PARROQUIA TARACOA, PROVINCIA DE ORELLANA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Adecuación del terreno				
Limpieza de vía de acceso			100	100
Limpieza del terreno			100	100
Movimiento de tierras en el área del relleno			50	50
Replanteo y nivelación			50	50
Delimitación del área				
Cerca con alambre de púas			200	200
Puerta de malla			100	100
Cartel de presentación			50	50
Caseta de control				
Bodega de herramientas y caseta de registro			300	300
Canal receptor de aguas pluviales				
Excavación del canal			210	210
cubrimiento del canal con concreto			150	150
Chimenea				
Construcción de la chimenea con malla, piedra y quemador			150	150
Zanja				
Excavación			400	400
Geomembrana			500	500
Canal receptor de lixiviados				
Grava en la zanja			120	120

Cierre de zanja			80	80
Suelo Natural para relleno			90	90
Restauración				
Plantas nativas			20	20
TOTAL			2670	

Realizado por: Carlos Zhigui, 2015.

4.5 PLAN DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DE TARACOA

4.5.1 Introducción

El presente plan de gestión integral de residuos sólidos tiene como finalidad proponer medidas necesarias y buenas prácticas en el manejo de residuos del área urbana de Taracoa para prevenir, mitigar y corregir los impactos ambientales negativos, resultado del manejo de residuos sólidos generados por la ciudadanía de Taracoa, poniendo énfasis en el manejo, conservación de los recursos naturales y el buen vivir de la población mejorando sus hábitos, salud y calidad de vida.

Para lograr lo mencionado se establecen criterios enfocados en la viabilidad técnica y económica, en base a los resultados obtenidos de la caracterización de residuos sólidos y coordinación con la Junta Parroquial de Taracoa.

4.5.2 Objetivos del plan

Promover la gestión integral de los residuos sólidos urbanos de Taracoa, desarrollando beneficios económicos, minorando costos y empleando técnicas viables y efectivas en el manejo de residuos.

4.5.3 Alcance

El presente plan del Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos está dirigido a prevenir y mitigar los efectos negativos de los residuos sólidos generados en la Parroquia Taracoa en el factor biótico y abiótico, propiciada por las diferentes actividades propias de los pobladores.

4.5.4 Fases del programa

El programa del manejo de residuos sólidos provenientes de la parroquia Taracoa para implementarse el presente plan se dispondrá de las siguientes etapas:

ETAPA 1: Entrega de recipientes y capacitación:

Se entregará a la ciudadanía recipientes de color verde y negro, realizando la respectiva capacitación con el material informativo sobre la clasificación, rutas, frecuencias y horarios de recolección de los residuos, a cargo del personal capacitado que designe la Junta Parroquial Taracoa, quienes serán los responsables de visitar cada hogar para la capacitación correspondiente.

ETAPA 2: Recolección diferenciada:

La recolección de los residuos sólidos se la llevara a cabo mediante el diseño de rutas y horarios establecidos en el presente plan los días Lunes, Miércoles, Viernes y Domingo los residuos orgánicos y martes, jueves y sábado los residuos inorgánicos, el vehículo recolector se anunciara mediante una melodía o campana adaptado al mismo para su previo aviso.

ETAPA 3: Observación y Control:

Durante esta etapa los técnicos a cargo del proyecto (Supervisores) mediante la observación directa monitorearán y evaluarán el proyecto, presentando informes técnicos de los inconvenientes que se presenten en la ejecución del mismo, para ello además de este grupo técnico se tendrá a disposición en las oficinas de la Junta Parroquial de Taracoa personal capacitado quienes puedan informar a la ciudadanía sobre sus dudas a más de receptor quejas o sugerencias en el bienestar del desarrollo del sistema de gestión integral de residuos.

ETAPA 4: Correctivos

Una vez presentado el informe final detallado por parte del grupo técnico se tomarán los correctivos necesarios, ya sean en las rutas u horarios o en los hogares que no hubo cumplimiento de lo expuesto en la capacitación, por lo que se procederá con los mismos a un diálogo y llamado de atención dejando en claro que si reinciden en el mismo comportamiento o incumplimiento de lo acordado se aplicará la respectiva multa.

4.5.6 Plan de manejo integral de residuos sólidos

a) Generación de residuos

Las principales fuentes que generan residuos sólidos en el área urbana de la parroquia Taracoa son las viviendas, instituciones educativas y el subcentro de salud, producto de sus actividades diarias.

Como generadores de residuos y usuarios del servicio de aseo urbano son responsables de su separación en la fuente, disponerlos en un recipiente adecuado y en el sitio y horario determinado.

b) Separación

Es de vital importancia la separación y clasificación de los residuos sólidos desde su fuente generadora aportando así con beneficios ambientales y económicos para el desarrollo de la parroquia.

➤ Objetivo

Implementar la clasificación y separación de los residuos sólidos por parte de los usuarios del servicio de aseo urbano.

➤ Alcance

Todo usuario aplica la separación de sus residuos, clasificándolos en dos grupos: orgánicos e inorgánicos.

➤ **Medidas**

- Como base principal para lograr este objetivo está la capacitación a toda la población con la finalidad de lograr que el 100% sepa reconocer cada tipo de residuo a clasificar según sea orgánico o inorgánico.
- Es importante concienciar a la población sobre los beneficios que se pueden obtener con la clasificación de los RSU desde sus hogares o fuentes ya que actualmente no se clasifica en fundas o recipientes específicos para cada residuo.
- Es necesaria la importancia de poseer 2 tipos de recipientes diferentes, uno para cada tipo de residuo.
- En base a la norma NTE INEN 2841, según la necesidad y facilidad de organización se opta por designar dos colores el color verde para los residuos orgánicos y negro para los residuos inorgánicos.
- La mayor cantidad de residuos generados en la parroquia son residuos orgánicos con un 55.224 %, aprovechando este porcentaje y que van hacer clasificados en la fuente se pondrá a disposición un espacio dentro del diseño del relleno sanitario para la elaboración de compost que puede ser utilizada en beneficio de la parroquia, ya sea en sus jardines, parques o por la población dedicada a la agricultura y otros fines.
- Al analizar la producción de residuos reciclables como vidrio, plástico, cartón, papel, entre otros que es en un 44.776 % se ve la necesidad de crear una asociación que se encargue de su recolección específica y venta para la obtención de beneficios económicos para sus integrantes.



Figura 5-4: Tachos para la clasificación de los residuos

Fuente: Elaborado por: Zhigui, C.

➤ **Almacenamiento de los residuos sólidos en el origen**

- La Junta Parroquial de Taracoa es responsable de la concientización de los pobladores del área urbana y la gestión necesaria para la provisión de tachos con características adecuadas para el reciclaje y almacenamiento temporal de los mismos en la fuente.
- Cada jefe de familia es responsable de enseñar y vigilar a los miembros de su hogar que coloquen los residuos en el tacho adecuado.
- Es responsabilidad del usuario almacenar los residuos en el tacho correspondiente, en caso de que no lo efectúe se actuará según las sanciones decididas por la junta parroquial u organización a cargo.
- Los recipientes o tachos deben poseer tapas seguras, resistentes a la humedad y su volumen debe estar de acuerdo con la producción de residuos.
- Disponer el tacho de residuos en un sitio adecuado de tal manera que no esté expuesto a la lluvia o a animales.

Tabla 10-4: Modelo de Generación y Separación de los Residuos Sólidos Urbanos.

MODELO DE SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE TARACOA				
ETAPA	MEDIDA PROPUESTA	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA
Generación de residuos en el origen	Reducir y Reutilizar los desechos en el origen, es decir en cada hogar mediante estrategias de campañas educativas.	Disminución de la cantidad de residuos sólidos.	Habitantes de cada domicilio.	Diaria
Separación de Residuos Sólidos en el origen	Diferenciar los tipos de residuos y separarlos en la fuente para su posterior almacenamiento.	Tachos de basura identificados y etiquetados.	Habitantes de cada domicilio.	Diaria
	Disponer de dos tachos diferentes de basura, uno verde para residuos orgánicos y otro negro para residuos inorgánicos.	Disposición de tachos de color negro y verde	Habitantes de cada domicilio.	Diaria
	Verificar que el volumen de los tachos a utilizar sea el indicado para la cantidad de residuo producido en el hogar.	Los residuos sólidos no se rebotan de su recipiente.	Habitantes de cada domicilio.	Diaria
Almacenamiento de los residuos sólidos en la fuente	Mantener los tachos de basura en especial el verde que es para desechos inorgánicos en lugares secos y no expuestos al sol.	Tachos de basura identificados y etiquetados.	Habitantes de cada domicilio.	Diaria
	Almacenar los residuos orgánicos e inorgánicos en el tacho correspondientes y bien tapados	Tachos de basura identificados y etiquetados.	Habitantes de cada domicilio.	Diaria
	No almacenar los residuos por mucho tiempo máx. 7 días	Tachos de basura identificados y etiquetados.	Habitantes de cada domicilio.	Diaria

Realizado por: Carlos Zhigui, 2015.

c) Recolección y transporte

Uno de los procesos importantes de un sistema de gestión integral y el que más costo implica es la recolección y transporte de los residuos, puesto que se necesita de un carro recolector y una cuadrilla de trabajadores cuya finalidad es recolectar los residuos desde la fuente y transportar al sitio de disposición final o relleno sanitario, estableciendo rutas y horarios eficientes.

Existen diferentes tipos de recolección según lo mencionado en el marco teórico por lo que se opta por el más empleado en nuestro entorno que es el método de acera.

➤ Método de acera

Este método consiste en que los usuarios disponen los tachos con los residuos sólidos en la acera, al frente de sus viviendas, dónde el equipo operario va y vacía los residuos en el carro recolector regresando el tacho a su lugar de procedencia. En caso de que la vía de acceso esté obstruida o en malas condiciones se les ruega a los usuarios que estén pendientes de los horarios y acercarse al lugar donde pase el carro recolector.

Este método se lo representa en la siguiente figura para una mayor comprensión:

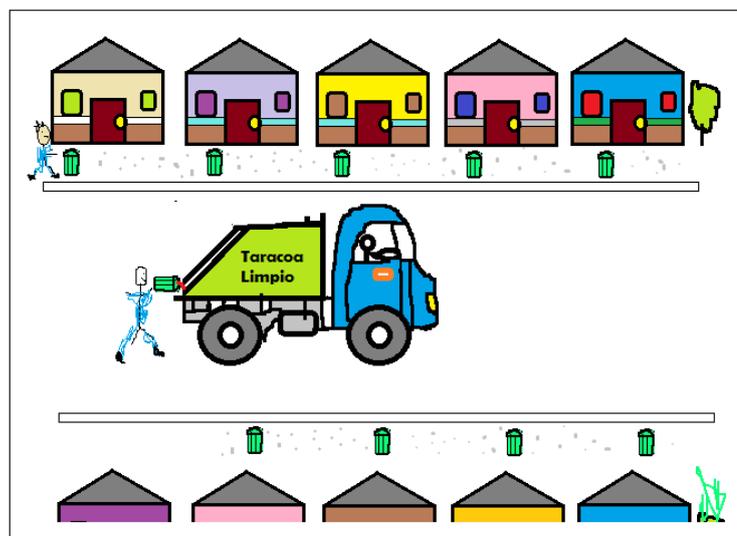


Figura 6-4: Método de acera

Fuente: Elaborado por: Zhigui, C.

➤ **Equipo de recolección**

Para la recolección de residuos sólidos se necesitará un vehículo recolector que estará bajo responsabilidad de la junta parroquial tanto de su adquisición, operación y mantenimiento y una cuadrilla de trabajadores que estarán integrados por el conductor vehicular y un trabajador para la recolección bajo normas de seguridad e higiene.

Cabe mencionar que no se necesita de un vehículo especializado, tratándose de una población pequeña, según la producción diaria de residuos sólidos (403.92 kg/día) se prevé un vehículo con capacidad 7m³.

➤ **Seguridad de trabajo durante la recolección**

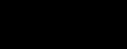
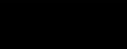
Va dirigido hacia los operarios y el conductor, basándose en la CEPIS., 2002 se recomienda los siguientes puntos:

- Hacer uso de los guantes en todo momento durante la recolección de residuos sólidos ya que pueden encontrarse con objetos punzocortantes o cualquier material que ponga en riesgo la salud del trabajador.
- Evitar trabajar jornadas largas de manera excesiva para evitar la fatiga.
- Levantar de forma correcta los objetos pesados.
- Realizar el aseo personal al terminar la jornada.
- Ingerir alimentos en horas de trabajo sin el aseo respectivo.
- Usar los elementos de protección personal durante las horas laborales.

➤ **Horario de recolección**

En base a la clasificación de los residuos sólidos según sean orgánicos e inorgánicos se dispondrá del siguiente horario y frecuencia de recolección de los residuos sólidos en el área urbana de la Parroquia Taracoa:

Tabla 11-4: Horario de recolección de los residuos sólidos del área urbana de la Parroquia Taracoa.

DÍA	TIPO DE RESIDUO	COLOR DEL RECIPIENTE	
Lunes	Orgánicos		Verde
Martes	Inorgánicos		Negro
Miércoles	Orgánicos		Verde
Jueves	Inorgánicos		Negro
Viernes	Orgánicos		Verde
Sábado	Inorgánicos		Negro
Domingo	Orgánicos		Verde

Realizado por: Carlos Zhigui, 2015.

➤ **Ruta de Recolección:**

La ruta de recolección se diseñó en base al mapa facilitado por la Junta Parroquial de Taracoa.

Imagen: Ruta de Recolección en el área urbana de la Parroquia Taracoa.

➤ **Barrido y limpieza de vías y áreas públicas**

El barrido y limpieza es parte complementaria de la recolección, consiste en mantener las vías y áreas públicas libres de residuos que arrojan los peatones, asistentes a eventos especiales y espectáculos que se den en la parroquia.

La entidad a cargo del aseo será la junta parroquial de Taracoa según el departamento que se designe por el mismo, formando una cuadrilla de trabajadores para que ejecuten la limpieza y aseo.

Tabla 12-4: Modelo de Recolección, Transporte y Limpieza pública

MODELO DE SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE TARACOA				
ETAPA	MEDIDA PROPUESTA	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA
Limpieza pública	Mantener limpias las calles de la Cabecera Parroquial Taracoa	Calles limpias y ordenadas, sin presencia de residuos.	Junta Parroquial de Taracoa.	Cada dos días
	El personal a cargo de la Junta Parroquial de Taracoa designará un plan de barrido de calles conjuntamente con la cuadrilla de trabajadores calificados	Cumplimiento del horario y rutas de recolección.	Junta Parroquial de Taracoa.	Cada dos días
	Limpieza de la acera de cada vivienda será responsabilidad de los integrantes de cada hogar.	Aceras Limpias.	Habitantes de cada domicilio.	Diaria
	Colocar tachos de residuos en las aceras de cada cuadra.	Tachos etiquetados y disponibles en cada cuadra	Junta Parroquial de Taracoa.	Permanente
Recolección de Residuos sólidos	Ejecutar la ruta, frecuencia y horario diseñado.	Cumplimiento de Rutas y horarios establecidos.	Junta Parroquial de Taracoa.	Diaria
	El vehículo recolector deberá ir a una velocidad de 10 km/h como máximo.	Ausencia de quejas por parte de los usuarios.	Junta Parroquial de Taracoa.	Diaria
	Disponer del tacho con el tipo de residuo indicado y de acuerdo al horario y día de recolección establecido.	Tachos identificados y color correspondiente a ese día	Habitantes de cada domicilio.	Diaria
Transporte	El transporte se lo realizara en un solo vehículo y sin necesidad de transferencia.	Recolección total de RSU.	Junta Parroquial de Taracoa.	Diaria

Realizado por: Carlos Zhigui, 2015.

d) Disposición final (Relleno Sanitario)

Es el lugar a donde se llevaran los residuos recolectados del área urbana de la Parroquia Taracoa, donde se designarán según el diseño realizado en la presente investigación.

➤ Objetivo

Proporcionar condiciones óptimas y adecuadas para la disposición final de los residuos generados en Taracoa.

➤ Alcance

La disposición final es aplica a los residuos que se generan en el área urbana de la Parroquia Taracoa.

➤ Medidas

La Junta Parroquial de Taraco es responsable de disponer el terreno adecuado para la disposición final de los residuos, a más de la obtención de la licencia para la construcción del mismo, realizando los estudios correspondientes, el personal a cargo y el control del mismo.

Tabla 13-4: Modelo de Disposición Final de los Residuos Sólidos - Taracoa

MODELO DE DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RSU. - TARACOA			
ETAPA	MEDIDA PROPUESTA	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE
Disposición final.	Implementación del Relleno Sanitario Manual tipo trinchera	Existencia de un Relleno Sanitario Manual	Junta Parroquial de Taracoa.
	Disponibilidad del área de compostaje en el Relleno Sanitario.	Área de compostaje	Junta Parroquial de Taracoa.
	Elaborar compost a partir de los residuos orgánicos recolectados	Disponibilidad de sacos de compost	Junta Parroquial de Taracoa.

Realizado por: Carlos Zhigui, 2015.

4.5.7 Propuesta para la elaboración del compost.

Al desarrollar con éxito lo planificado en el sistema integral de manejo de residuos sólidos, se tiene como ventaja que los residuos orgánicos va a estar clasificados desde su origen lo que resulta más fácil la elaboración del compost a partir de los mismos.

➤ Especificaciones:

El compost se obtiene a partir de la descomposición biológica por parte de los microorganismos propios de los residuos en periodos de tiempo corto, este tiene la acción parecida a la del humus. La acumulación de la materia orgánica puede tener de 1,2 m a 1,5 m de altura.

Su pH mínimo debe ser de 6, normalmente se encuentra entre 7 y 8, en caso de que su pH disminuya se le puede agregar cal para aumentar, debe tener volteo constantemente y las condiciones de temperatura óptima y agua suficiente puesto que debe mantenerse húmedo y homogéneo.

➤ Análisis de la demanda y la oferta

El presente plan está disponible y dirigido para la demanda de 748 hab. del área urbana de la parroquia Taracoa.

A la Junta Parroquial de Taracoa le compete el manejo de los residuos sólidos generados en esta área como tal es el ente encargado de la gestión y función como ofertante.

4.5.8 Descripción de la estrategia del plan

Teniendo en cuenta aspectos relevantes por los que la ciudadanía no lleven con éxito el desarrollo del presente plan de manejo de residuos sólidos siendo estos su desconocimiento, la costumbre y la irrelevancia, para contrarrestarlas se ha diseñado los siguientes estrategias: Estrategias Educativas, Estrategias de beneficio y Estrategias de inducción al cambio y legales.

➤ **Estrategias educativas**

Esta estrategia va enfocada en la información y concientización a la población sobre el problema sanitario y ambiental que se genera por la mala disposición de los residuos sólidos generados en los domicilios.

Al tener en cuenta que los estudiantes tanto niños como jóvenes de escuelas y colegios son los más predispuestos y con mayor disponibilidad de tiempo para adquirir un nuevo comportamiento y hábito se les capacitará mediante el equipo designado por la Junta Parroquial con charlas informativas y participativas en los beneficios de un buen manejo de los residuos. Trabajar en un programa de educación ambiental con los jóvenes de primero de bachillerato en una campaña de puerta con la información a cerca de manejo de residuos orgánicos e inorgánicos.

➤ **Estrategias de beneficio**

Creación de una microempresa encargada de la recolección y venta de residuos reciclables como cartón, vidrio y botellas. Disposición de información sobre las empresas dedicadas al reciclaje de residuos, su ubicación y lista de materiales que reciclan.

➤ **Estrategias de inducción al cambio y legales**

Hacer cumplir y cumplir las normas dirigidas a la clasificación domiciliaria de los residuos sólidos.

Por medio de una Ordenanza Municipal establecer obligatoriedad en el cumplimiento del sistema integral de manejo de residuos sólidos. Establecer multas económicas en caso de incumplimiento de lo establecido en el plan.

4.5.9 Localización.

El área de compostaje se ubicará en el relleno sanitario manual de Taracoa ya que ahí se realizara la disposición final de los residuos sólidos.

➤ Diagrama del manejo de desechos sólidos del área urbana de Taracoa

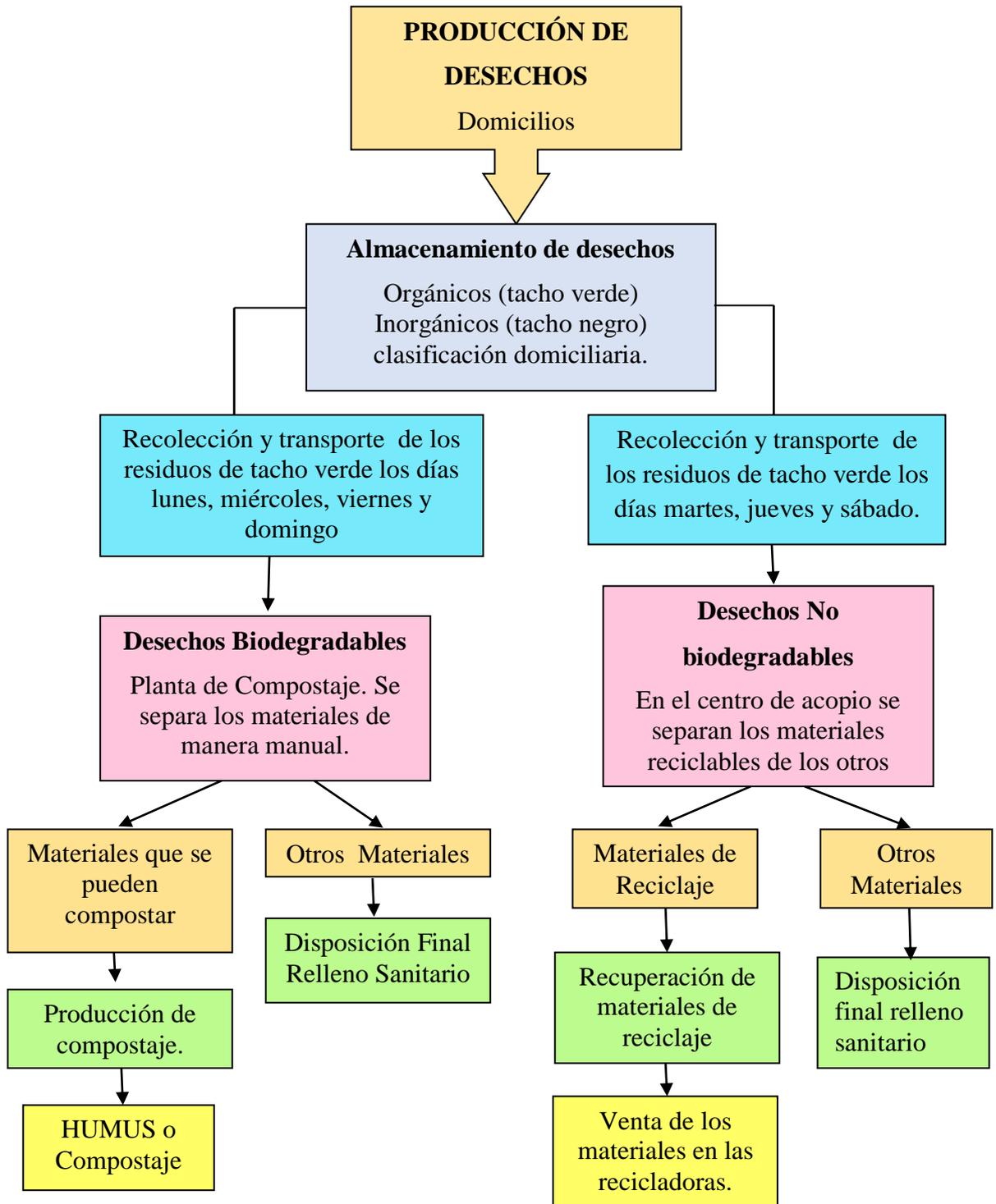


Figura 7-4: Método de acera
Realizado por: Carlos Zhigui, 2015.

4.5.10 Evaluación financiera

➤ Entidades participantes en el financiamiento

La Junta Parroquial Taracoa conjuntamente con el Municipio de Francisco de Orellana se encargará de la adquisición de los tachos, siendo el valor total de los dos tachos cancelados por los ciudadanos a través de la tasa de recolección de residuos sólidos que los ciudadanos pagan mensualmente con la facturación de electricidad.

Sera responsabilidad de la Junta Parroquial la coordinación y organización de la capacitación técnica y costos.

4.5.11 Plan de inversión.

➤ Activos fijos

• Clasificación Domiciliaria

Para la clasificación de los residuos domiciliarios se propone disponer de dos recipientes para la basura uno negro y uno verde por cada domicilio.

Tabla 14-4: Inversión de la Gestión Integral de desechos – Clasificación domiciliaria.

NÚMERO DE VIVIENDAS DE TARACOA		
Nº DE VIVIENDAS	VALOR DE LOS 2 TACHOS	VALOR TOTAL
162	17,00 USD	2754,00 USD

Realizado por: Carlos Zhigui, 2015.

• Planta de compostaje

La planta de compostaje será ubicada en el relleno sanitario ya que es una ventaja que este cerca de la disposición final de los residuos por lo que va en el diseño del Relleno Sanitario Manual de Taracoa.

El material a utilizar para la elaboración de compost se detalla en la tabla a continuación:

Tabla 14-4: Maquinaria para la planta de compostaje

Máquinas	Cant.	Valor unit	Vida Útil	Valor Total
banda de clasificación manual	1	9000 USD	15	\$ 9000,00
criba tambor	1	1800 USD	15	\$ 1800,00
selladora de sacos	2	200 USD	10	\$ 400,00
Bailarianas - regadoras	2	7 USD	5	\$ 14,00
termómetros para camas	2	240 USD	10	\$ 480
TOTAL				11694,00 USD

Realizado por: Carlos Zhigui, 2015.

Tabla 15-4: Requerimiento de herramientas

Herramientas	Cant.	Valor unit	Vida Útil	Valor Total
Carretilla	1	24 USD	15	\$ 24,00
Palas	1	8 USD	15	\$ 8,00
Rastrillo	2	10 USD	10	\$ 20,00
Balanza para embalar	2	20 USD	5	\$ 40,00
TOTAL				92,00 USD

Realizado por: Carlos Zhigui, 2015.

➤ Activos diferidos.

El personal que estará a cargo de la mano de obra para la producción de compost durante los meses de degradación así como los técnicos a cargo.

Tabla 16-3: Requerimientos de equipos de seguridad.

Descripción	Cant.	Valor unit	Valor Total
Uniforme	3	\$ 30,00	\$ 90,00
Delantal - protector	3	\$ 3,40	\$ 10,20
Guantes Industriales	3	\$ 1,50	\$ 4,50
Botas	3	\$ 6,25	\$ 18,75
Mascarillas para gases	3	\$ 3,25	\$ 9,75
Capas protectoras de lluvia	3	\$ 11,50	\$ 24,50
TOTAL			157,70 USD

Realizado por: Carlos Zhigui, 2015.

Tabla 17-3: Requerimiento de Mano de obra

Descripción	Cant.	Valor unit	Valor Total
Oficiales	1	\$ 350,00	\$ 700,00
Albañiles	2	\$ 336,00	\$ 336,00
TOTAL			1036,00 USD

Realizado por: Carlos Zhigui, 2015.

4.5.12 Plan de ingresos

Se planifica cobrar por los tachos de basura y por la recolección de los residuos sólidos con un valor de \$5,00 por vivienda de recolección, la venta de los sacos de compost para los agricultores de la zona de \$8,00 además de la contratación de personal de residencia en Taracoa para aportar beneficios económicos a la población propia del lugar mediante fuentes de trabajo. A demás de contar con el apoyo del Municipio de Orellana.

4.5.11 Evaluación ambiental

Para la evaluación de impactos se ha elaborado una Matriz de Identificación de Impactos o Matriz Modificada de Leopold que es una matriz de doble entrada causa-efecto (Canter, 1998); esta matriz, combina las actividades del proyecto en un eje y la lista de factores ambientales afectados a lo largo del otro eje de la matriz. Cuando se espera que una acción determinada provoque un cambio de un factor ambiental, éste se apunta y posteriormente se describe en términos de magnitud e importancia. De forma que se obtiene un análisis integrado, global, sistemático e interdisciplinario del medio y de sus muchos componentes.

De conformidad con los resultados obtenidos en las matrices, información válida para la interpretación de las afectaciones ambientales se puede concluir lo siguiente: en general, El sistema de manejo integral de residuos sólidos de Taracoa presenta impactos ambientales negativos y positivos, siendo la etapa de operación la que genera la mayoría de las afectaciones negativas; Sin embargo refleja mejora en los servicios brindados a los pobladores del área de influencia, mejoramiento del estilo y calidad de vida y generación de empleo siendo este impacto muy significativo.

A continuación se resumen los resultados obtenidos en la matriz de Leopold modificada de valoración ambiental de los impactos ambientales generados, tanto los valores obtenidos por las actividades del proyecto como para cada uno de los componentes ambientales afectados según el porcentaje obtenido:

Tabla 18-3: Porcentaje de afectación de la matriz de Leopold

% DE AFECTACIÓN DE LA MATRIZ DE LEOPOLD					
SIGNIFICADO					
%	SIGNO	CANTIDAD DEL DAÑO	%	SIGNO	CANTIDAD DEL DAÑO
80-100	+	Muy significativo	0-20	-	No significativo
60-80	+	Significativo	20-40	-	Poco significativo
40-60	+	Medianamente significativo	40-60	-	Medianamente significativo
20-40	+	Poco significativo	60-80	-	Significativo
0-20	+	No significativo	80-100	-	Muy significativo

Fuente: Matriz de Leopold.

Realizado por: Carlos Zhigui, 2015.

MATRIZ DE CALIFICACIÓN DE UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (LEOPOLD)

		ACCIONES											AFECTACIONES (+)	AFECTACIONES (-)	TOTAL DE AFECTACIONES	AGREGACIÓN DE IMPACTOS	PORCENTAJE						
		GENERACIÓN			TRANSPORTE			DISPOSICIÓN FINAL															
		MANEJO DE RESIDUOS	ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS	RECOLECCIÓN DE RESIDUOS	TRANSPORTE DE RESIDUOS AL RELENO SANITARIO	PREPARACIÓN DEL SISTEMA VIAL DEL PROYECTO	PREPARACIÓN DEL SITIO DEL RELENO	CONSTRUCCIÓN DEL RELENO SANITARIO MANUAL	DESCARGA DE LOS RESIDUOS EN EL RELENO	CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS	COMPACTACIÓN Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS EN LAS ZANJAS	ELABORACIÓN DEL COMPOST											
VARIABLES FÍSICAS	AIRE	Olor	-6	8	-7	8	-8	-5	-5	-8	7	-5	5	-6	7	-5	4	0	6	6	-247	-41,17	
		Material particulado					2	2	3										0	3	3	-41	-13,67
		Nivel de ruidos			-6	2	-7	3	-6	2	-4	2	-6	2					0	5	5	-65	-13
	AGUA	Sistema de alcantarillado	-6	2															0	1	3	-12	-4
		Calidad del suelo						-6	3	-8	4	-8	3	-9			4		0	4	4	-115	-28,75
		Incremento de desechos orgánicos		-8	2	-5	4	-6	3						-8	2			0	4	4	-70	-17,5
SUELO	Incremento de desechos inorgánicos	-8	5	-6	3	-5	2	-6	3				-8	-6	2	3		0	6	6	-120	-20	
	Erosión				-6	3												0	5	5	-150	-30	
	FLORA	Capa vegetal				5	-9	5	-8	4	-6	3	-8	2				0	5	5	-150	-30	
VARIABLES PAISAJÍSTICAS	FAUNA	Vectores	-8	-9	-7	-8	2	-6	5	-8	9	-6	2					0	3	3	-114	-38	
		Topografía	4	4	2	2	-6	-7	-3	2					-8	4	-7	5	0	7	7	-179	-25,57
	PAISAJE	Ocupación del suelo		-9	2		-8	4	-8	2	-9	2						0	4	4	-56	-14	
		Contraste con el entorno	8	-6	2	-5	-8	4	-7	5	-8	7	-6			-8	4	-3	0	6	6	-193	-32,17
		Accesibilidad	8	7	2	2	2	2	-7	8	8	4	-6	3				1	6	7	-94	-13,43	
		calidad de vida	9	8												7	2		2	0	2	134	67
	SOCIAL	Estilo de vida	8	6	9	3						8	7	6	3			10	2	0	2	154	77
		Trafico	6	9								8	7					10	5	0	5	249	49,8
		Salud	8	9		-7	2					7	4					8	0	2	2	-46	-23
		Nivel de empleo			10	10	10	10	10	10	9	8	6	9	9	8	9	10	3	0	3	194	64,667
Servicios colectivos				10	10	10	10	10	10	9	8	9	9	9	8	10	10	9	0	9	785	87,222	
ECONOMICO		Cambio en valor de suelo		10	8	9	8					10					10	4	0	4	350	87,5	
	Población económicamente activa		10	8	8	10				9	10		8		10	10	2	0	2	180	90		
PROMEDIOS POSITIVOS		5	3	3	2	1	1	5	1	3	1	9					5	0	5	440	88		
PROMEDIOS NEGATIVOS		3	6	6	6	8	8	9	4	3	6	5											
TOTAL		8	9	9	8	9	9	14	5	6	7	14											
PROMEDIOS ARITMETICOS		210	49	144	67	-81	-183	117	-45	106	-87	687											
PORCENTAJE		26,25	5,44	16	8,38	-9	-20,33	8,36	-9	17,67	-12,43	49,07143											

MAGNITUD/
IMPORTANCIA

MAGNITUD : Es la alteración provocada en el factor ambiental y va precedido del signo + ó - (+ impacto positivos; - impactos negativos) y su rango es de 1 a 10.

IMPORTANCIA: Es el peso relativo que el factor ambiental considerado dentro del proyecto y fluctua de 1 a 10

4.6 ANÁLISIS DE RESULTADOS

➤ Población de diseño

Según el método geométrico aplicado a la obtención de datos de la población futura en estudio se observa que medida que va aumentando el número de años aumenta el crecimiento de la población como se indica en gráfico a continuación

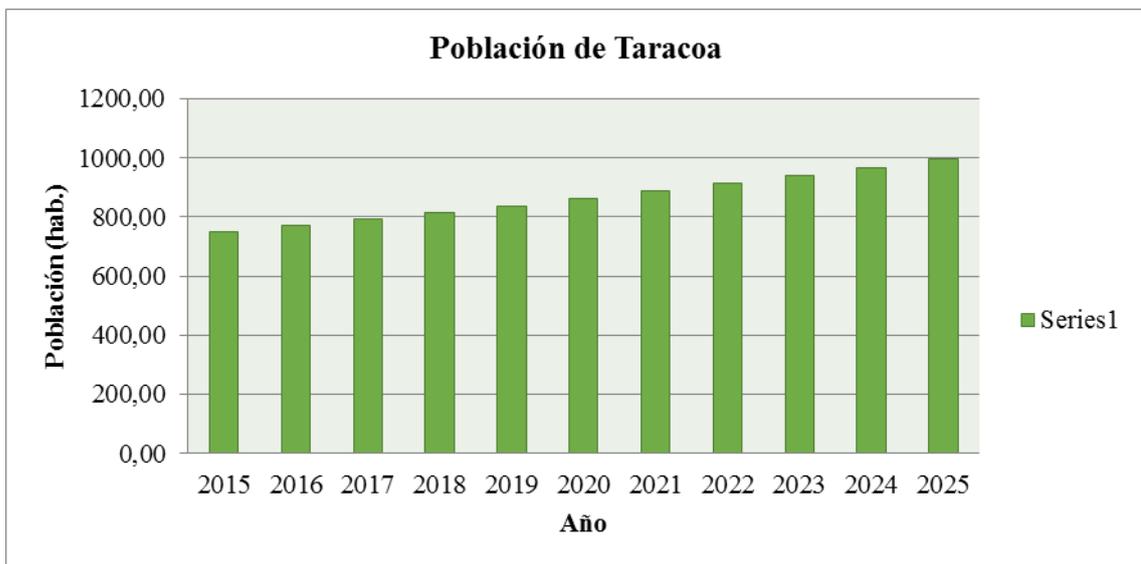


Figura 8-4: Crecimiento poblacional de Taracoa.

Fuente: Elaborado por: Zhigui, C.

➤ Generación de residuos sólidos

La generación de residuos sólidos es el resultado de la producción per cápita es decir de la cantidad de residuos sólidos producidos, tomando como referencia la producción per cápita y el número de habitante se obtiene la cantidad de residuos generados indicado en el grafico a continuación en el que se puede apreciar que el volumen de residuos ha aumentado de acuerdo al crecimiento poblacional y al número de años.

Gráfico: Cantidad de Residuos sólidos producidos anualmente.

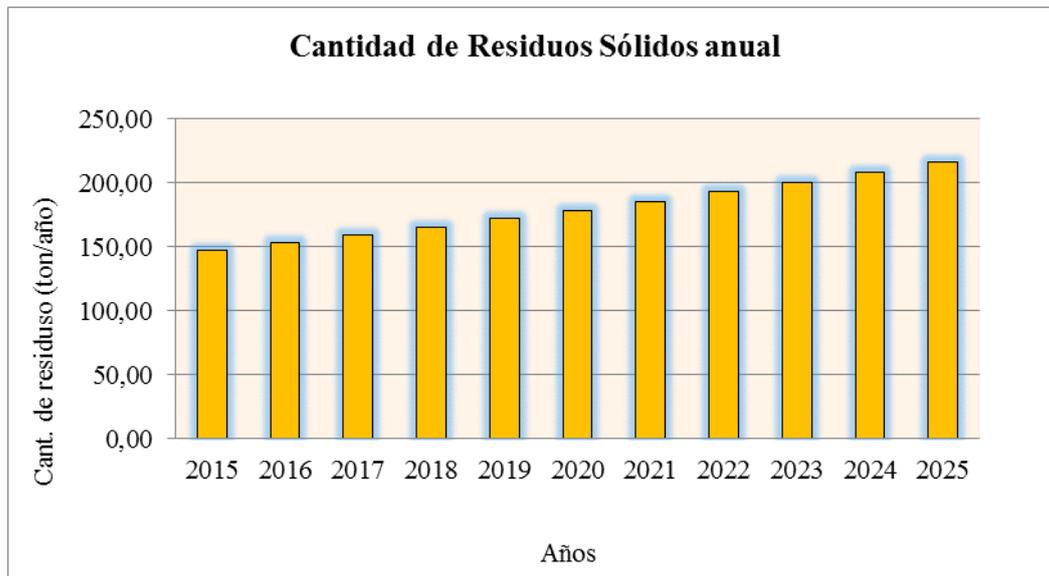


Figura 9-4: Cantidad de Residuos sólidos generados anualmente en Taracoa

Fuente: Elaborado por: Zhigui, C

➤ Unidades del diseño del relleno Sanitario manual tipo trinchera

- **Canaletas para aguas lluvias**

Son necesarias para la evacuación de aguas lluvias serán revestidas con concreto con una profundidad de 0,8m y un metro de ancho

- **Zanja**

El volumen de la zanja calculado es de 96,94 m³ es decir va a tener una longitud de 10m un ancho de 4 m y altura de 2,5m; para su excavación se necesita de un día de trabajo de la maquinaria, construyendo un total de 41 zanjas y una vida útil de 10 años

- **Celda diaria**

De acuerdo a los residuos generados, la densidad y el material de cobertura se estima un volumen de residuos sólidos por día laboral de 1,1 m³ con un avance de 0,37m de largo, como se muestra en la imagen a continuación:

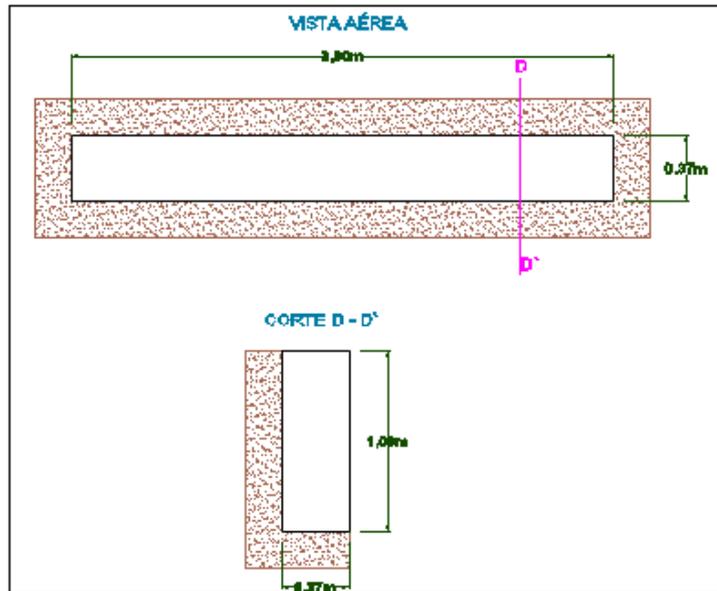


Figura 10-4: Especificaciones de la celda diaria

Fuente: Elaborado por: Zhigui, C

- **Canal de Lixiviados**

Se obtiene según los resultados un caudal medio de 0,063 L/seg de lixiviados que corresponden mensualmente a 261,45 m³/mes.

- **Chimeneas**

En la construcción de las chimeneas es necesario utilizar todas las medidas de seguridad necesarias para su construcción, quedando una distancia de 10m entre ellas y colocar la tubería de concreto al final para la quema del gas.

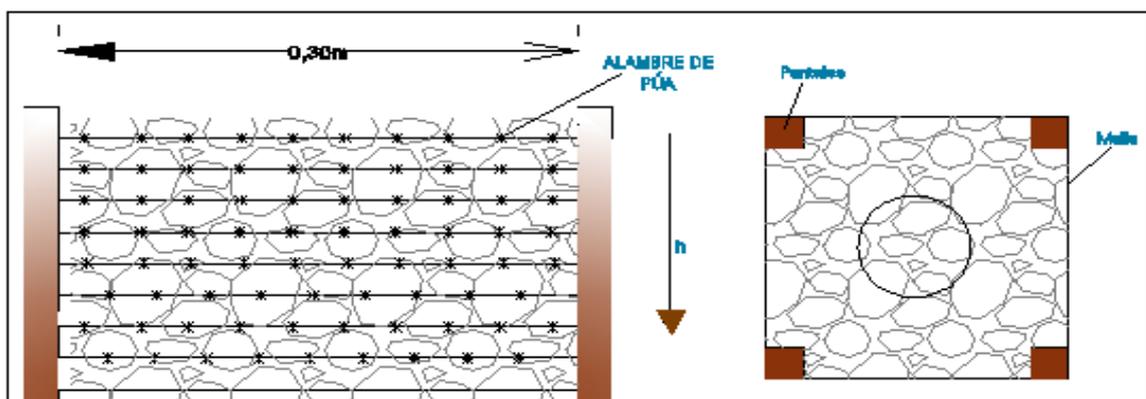


Figura 11-4: Especificaciones para chimenea de gases

Fuente: Elaborado por: Zhigui, C

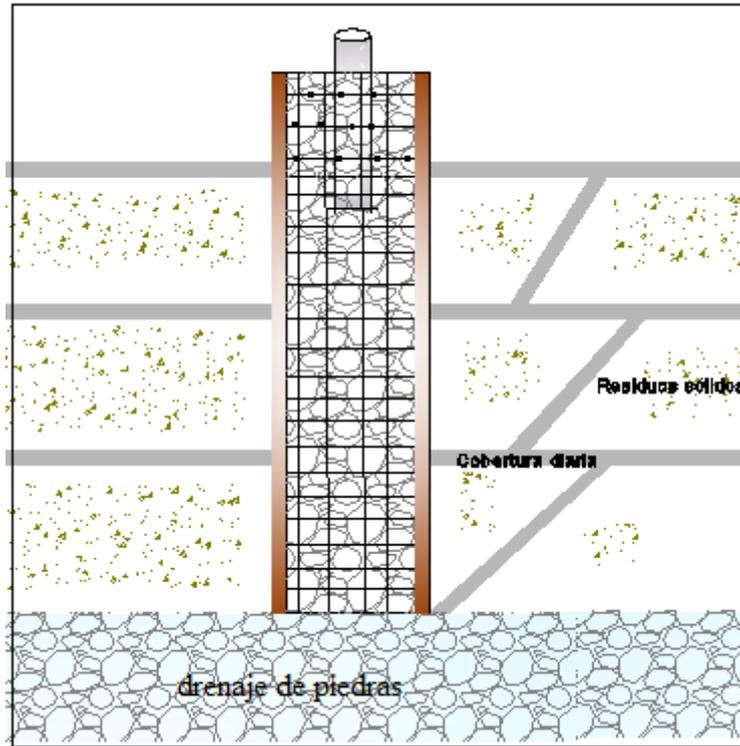


Figura 12-4: Esquema de la chimenea – salida de gases

Fuente: Elaborado por: Zhigui, C

- **Cierre y Abandono**

Para el cierre y abandono es necesario verificar que no exista ningún tipo de contaminación tanto en el suelo como en el agua subterránea o el nivel freático, realizar un análisis técnico del estado de las chimeneas y restablecer el lugar con plantas nativas para que la reforestación se lleve a cabo con más éxito.

CONCLUSIONES

- Se diseñó un Relleno Sanitario del área Urbana para la Parroquia Taracoa, Provincia de Orellana manual tipo zanja o trinchera en base a las consideraciones de factores tanto ambientales, sociales y socioeconómicos.
- Los residuos sólidos se caracterizaron de acuerdo a la composición de cada material obtenido durante los 17 días de muestreo reflejando como resultado los siguientes porcentajes: 55.224 % orgánicos, 6.077 % Papel, 4.351 % Cartón, 1.627 % Tetra pack, 0.361 % Madera, 10.632 % Plásticos, 1.136 % Cauchos, 2.664 % Textil, 8.003 % Latas, 5.896 % Vidrios, 1.192 % Aluminio, 6.224 % Desechos infecciosos, 7.318 % Otro tipo de desechos.
- El sistema Integral de Gestión de los desechos generados por la población de la Parroquia Taracoa se establece la generación, el método de recolección de los residuos que es el método de acera, el transporte y la disposición de los residuos en el relleno sanitario, y se especificó la clasificación de los residuos mediante colores, rutas y días de recolección, generando fuentes de trabajo para la población de la Parroquia.
- Según los cálculos y resultados obtenidos en el presente proyecto se dimensionó el relleno sanitario manual para la parroquia Taracoa tipo zanja o trinchera con un total de 41 zanjas que durará 90 días cada una, el volumen de la celda diaria es de 1.1m^3 , el sistema de lixiviados se diseñó de recirculación debido a la población pequeña, el área del relleno está diseñada con una cerca, portón de ingreso, caseta de registro y bodega de herramientas, área de compost , celda de residuos hospitalarios y el área de trabajo ocupada por las trincheras.

RECOMENDACIONES

- La Junta Parroquial de Taracoa debe establecer prioridad al manejo adecuado de los residuos sólidos ya que está relacionado directamente con salud.
- Se debe emprender programas y capacitaciones tanto en el sector educativo como colectivo sobre el manejo adecuado de los residuos sólidos y la importancia para el desarrollo del sector, así como del cuidado y preservación del ambiente.
- Es recomendable durante la operación y mantenimiento del relleno sanitario manual la seguridad de las personas que laboran en el mismo, crear en ellos desde el inicio el compromiso de responsabilidad y cuidado, tomando en cuenta las normas de seguridad establecidas en su jornada laboral.
- Establecer un control consecutivo del estado de salud de los trabajadores del relleno sanitario.
- Revisar periódicamente el compost elaborado a partir de los residuos orgánicos generados en Taracoa.
- En caso de ser necesario editar las rutas del vehículo recolector, de acuerdo a las necesidades que se vayan presentando con la finalidad de lograr eficacia y eficiencia a más de ahorros económicos.

BIBLIOGRAFÍA

CAMPOS, IRENE. *Saneamiento Ambiental*. Primera edición. Costa Rica. La Editorial Universidad Estatal a Distancia, San José. 2000. pp. 120 – 127

COLLAZOS PEÑALOZA, Héctor. *Diseño y Operación de Rellenos Sanitarios*. 3ª Ed. Colombia: Cristina Salazar, 2008, pp. 70-96.

FERNANDEZ SANDOVAL, Ivannia Janeth. *Diseño y factibilidad de Relleno Sanitario Manual para el Municipio de la Libertad, Departamento de la Libertad*. [En línea]. (Tesis). Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Civil. Ciudad Universitaria – El Salvador. 2010. pp. 134 – 140. [Consulta: 2015-09-30]. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/202/1/10136390.pdf>

JIMÉNEZ, BLANCA. *La contaminación ambiental en México*. México. Limusa Noriega Editores. 2005. 453p.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA VICEMINISTERIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO, 1ª Versión. Bolivia, 2010 [Consulta: 20 Octubre 2015]. Disponible en: <http://www.mmaya.gob.bo/>

PERÚ, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (CEPIS/OPS),. *Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales*., Editorial CEPIS., Lima – Perú., 2002., pp. 42-50

PORCEL SILVA, Andrea Zoraida. *Diseño de un Sistema de Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos para la Parroquia de San Juan del Cantón Riobamba*”. [En línea]. (Tesis). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad Ciencias, Escuela de Ciencias Químicas. Riobamba – Ecuador. 2014. pp. 76-124. [Consulta: 2015-09-10]. Disponible en:
<http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/3645/1/236T0111%20UDCTFC.pdf>

RÖBEN, EVA. *Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales*. [En línea]. Loja: DED/ Ilustre Municipalidad de Loja, 2000. [Consulta: 15 Septiembre 2015]. Disponible en:

http://www.bvsde.paho.org/cursoa_rsm/e/fulltext/loja.pdf

RUIZ ORTEGA, Jennifer Carolina, & UNAPANTA ALBÁN, Victoria Carolina. *Diseño de un Relleno Sanitario Manual para el Recinto Cristóbal Colón Provincia de Esmeraldas*. [En línea]. (Tesis). Universidad Politécnica Salesiana, Ingeniería Ambiental, Quito, Ecuador. 2015. pp. 60-96. [Consulta: 2015-12-12]. Disponible en:

<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10096/1/UPS%20-%20ST001613.pdf>

ANEXOS

ANEXO A: Mapa del centro poblado de Taracoa



ANEXO B: Modelo de la Encuesta.

A) INFORMACION GENERAL		A.3 NOMBRE: INSTITUCIÓN	NOMBRE DE JEFE DE FAMILIA		SEXO		ESTADO CIVIL						
A.1 BOLETA N°	ESCUELA:			H	M		SOLTERO (A):	<input type="text"/>	CASADO(A):	<input type="text"/>			
SECTOR INEC	HOSPITAL:			<input type="text"/>	<input type="text"/>		DIVORSIADO (A):	<input type="text"/>	UNIÓN LIBRE:	<input type="text"/>			
MANZANA	COLEGIO:												
CÓDIGO CASA	OTRO:												
A2. DIRECCIÓN													
A4. FECHA													
B) INFORMACION SOCIO ECONOMICA													
B.1 N° DE HABITANTES EN POR CASA	ESCUELA N° ALUMNOS	<input type="text"/>	HOSPITAL # DE CAMAS	<input type="text"/>	# VENDEDORES MERCADO	<input type="text"/>	# VENDEDORES INFORMALES	<input type="text"/>					
	COLEGION # DE ALUMNOS	<input type="text"/>											
C) INFORMACION SOCIO ECONOMICA													
C3. CARGAS FAMILIARES			C4. GRADO DE ESCOLARIDAD				C5. LA VIVIENDA		C6. SERVICIOS BASICOS				
	N° DE HIJOS	<input type="text"/>	AÑOS	ED. BÁSICA	PRE-PRIM	MEDIO	SUPER	PROPIA	<input type="text"/>	AGUA	<input type="text"/>		
	OTROS	<input type="text"/>	MENOS DE 6					ARRENDADA	<input type="text"/>	ENERGIA ELECTRICA	<input type="text"/>		
			DE 6 A 12					OTRA	<input type="text"/>	TELEFONO	<input type="text"/>		
			DE 12 A 18							TV. CABLE	<input type="text"/>		
			MÁS DE 18							INTERNET	<input type="text"/>		
										IMPUESTO PREDIAL	<input type="text"/>		
										OTRO:	<input type="text"/>		
C7. TIENE VEHICULO		C8. ACTIVIDAD ECÓNOMICA		C9. CUANTO GASTA MENSUALMENTE									
SI	<input type="text"/>	COMERCINTE	<input type="text"/>	ALIMENTACIÓN	<input type="text"/>								
NO	<input type="text"/>	AGRICULTOR	<input type="text"/>	VIVIENDA	<input type="text"/>								
		GANADERO	<input type="text"/>	EDUCACIÓN	<input type="text"/>								
USO PERSONAL	<input type="text"/>	ARTESANO	<input type="text"/>	VESTUARIO	<input type="text"/>								
DE TRABAJO	<input type="text"/>	EMPLEADO PUBLICO	<input type="text"/>	SALUD	<input type="text"/>								
		EMPLEADO PRIVADO	<input type="text"/>	RECREACIÓN	<input type="text"/>								
		Q.Q.D.D.	<input type="text"/>	OTRO	<input type="text"/>								
		OTROS	<input type="text"/>		<input type="text"/>								
D. SISTEMA ACTUAL DE RECOLECCIÓN													
D1. FRECUENCIA			D2. TIPO DE RECIPIENTE			D3. ¿ QUE HACE CON LOS DESECHOS SI NO PASA EL RECOLECTOR?							
¿QUE DIAS PASA EL RECOLECTOR?			FUNDA PALSTICA	<input type="text"/>	CAJA DE MADERA	<input type="text"/>							
LUN	<input type="text"/>	MAR	<input type="text"/>	TARRO DE METAL	<input type="text"/>	SACA/LONA	<input type="text"/>						
MIER	<input type="text"/>	JUE	<input type="text"/>	TARRO PLASTICO	<input type="text"/>	OTRO	<input type="text"/>						
SAB	<input type="text"/>	DOM	<input type="text"/>	CAJA DE CARTÓN	<input type="text"/>								
HORA:	<input type="text"/>												
D4. DE SU OPINION SOBRE EL SERVISIIO DE RECOLECCION			D5. ESTÁ USTED DISPUESTO A CLASIFICAR SUS DESECHOS EN RECICLABLES Y NO RECICLABLES			D6. DISTINGUE USTED ENTRE		D7. ¿RECOJERIA Y CALSIFICARIA SU BASURAEEN LOS TRES TIPOS DE DESECHOS ANTERIORES?					
BUENO	<input type="text"/>			SI	<input type="text"/>	NO	<input type="text"/>	ORGANICOS	<input type="text"/>				
MALO	<input type="text"/>							PAPEL, BOTELLAS, CARTONES	<input type="text"/>				
REGULAR	<input type="text"/>							DESECHOS	<input type="text"/>				
										SI	<input type="text"/>	NO	<input type="text"/>
NOMBRE DEL ENCUESTADOR						FIRMA							

ANEXO C: Modelo de la encuesta para la estratificación.

		PUNTAJE
Características de la vivienda		
1. ¿Cuál es el tipo de vivienda?		
Suite de lujo		59
Cuarto(s) en casa de inquilinato		59
Departamento en casa o edificio		59
Casa/Villa		59
Mediagua		40
Rancho		4
Choza/ Covacha/Otro		0
2. El material predominante de las paredes exteriores de la vivienda es de:		
Hormigón		59
Ladrillo o bloque		55
Adobe/ Tapia		47
Caña revestida o bahareque/ Madera		17
Caña no revestida/ Otros materiales		0
3. El material predominante del piso de la vivienda es de:		
Duela, parquet, tablón o piso flotante		48
Cerámica, baldosa, vinil o marmetón		46
Ladrillo o cemento		34
Tabla sin tratar		32
Tierra/ Caña/ Otros materiales		0
4. ¿Cuántos cuartos de baño con ducha de uso exclusivo tiene este hogar?		
No tiene cuarto de baño exclusivo con ducha en el hogar		0
Tiene 1 cuarto de baño exclusivo con ducha		12
Tiene 2 cuartos de baño exclusivos con ducha		24
Tiene 3 o más cuartos de baño exclusivos con ducha		32
5. El tipo de servicio higiénico con que cuenta este hogar es:		
No tiene		0
Letrina		15
Con descarga directa al mar, río, lago o quebrada		18
Conectado a pozo ciego		18
Conectado a pozo séptico		22
Conectado a red pública de alcantarillado		38
Acceso a tecnología		
1. ¿Tiene este hogar servicio de internet?		
No		0
Sí		45
2. ¿Tiene computadora de escritorio?		
No		0
Sí		35
3. ¿Tiene computadora portátil?		

No		0
Sí		39
4. ¿Cuántos celulares activados tienen en este hogar?		
No tiene celular nadie en el hogar		0
Tiene 1 celular		8
Tiene 2 celulares		22
Tiene 3 celulares		32
Tiene 4 ó más celulares		42
Posesión de bienes		
1. ¿Tiene este hogar servicio de teléfono convencional?		
No		0
Sí		19
2. ¿Tiene cocina con horno?		
No		0
Sí		29
3. ¿Tiene refrigeradora?		
No		0
Sí		30
4. ¿Tiene lavadora?		
No		0
Sí		18
5. ¿Tiene equipo de sonido?		
No		0
Sí		18
6. ¿Cuántos TV a color tienen en este hogar?		
No tiene TV a color en el hogar		0
Tiene 1 TV a color		9
Tiene 2 TV a color		23
Tiene 3 ó más TV a color		34
7. ¿Cuántos vehículos de uso exclusivo tiene este hogar?		
No tiene vehículo exclusivo para el hogar		0
Tiene 1 vehículo exclusivo		16
Tiene 2 vehículo exclusivo		11
Tiene 3 ó más vehículos exclusivos		15
Hábitos de consumo		
1. ¿Alguien en el hogar compra vestimenta en centros comerciales?		
No		0
Sí		6
2. ¿En el hogar alguien ha usado internet en los últimos 6 meses?		
No		0
Sí		26
3. ¿En el hogar alguien utiliza correo electrónico que no es del trabajo?		

No		0
Sí		27
4. ¿En el hogar alguien está registrado en una red social?		
No		0
Sí		28
5. Exceptuando los libros de texto o manuales de estudio y lecturas de trabajo ¿Alguien del hogar ha leído algún libro completo en los últimos 3 meses?		
No		0
Sí		12
Nivel de educación		
1. ¿Cuál es el nivel de instrucción del Jefe del hogar?		
Sin estudios		0
Primaria incompleta		21
Primaria completa		39
Secundaria incompleta		41
Secundaria completa		65
Hasta 3 años de educación superior		91
4 ó más años de educación superior (sin post grado)		127
Post grado		171
Actividad económica en el Hogar		
1. ¿Alguien en el hogar está afiliado o cubierto por el seguro del IESS (general, voluntario o campesino) y/o seguro del ISSFA o ISSPOL?		
No		0
Sí		39
2. ¿Alguien en el hogar tiene seguro de salud privada con hospitalización, seguro de salud privada sin hospitalización, seguro internacional, seguros municipales y de Consejos Provinciales y/o seguro de vida?		
No		0
Sí		55
3. ¿Cuál es la ocupación del Jefe del hogar?		
Personal directivo de la Administración Pública y de empresas		76
Profesionales científicos e intelectuales		69
Técnicos y profesionales de nivel medio		46
Empleados de oficina		31
Trabajador de los servicios y comerciantes		18
Trabajador calificados agropecuarios y pesqueros		17
Oficiales operarios y artesanos		17
Operadores de instalaciones y máquinas		17
Trabajadores no calificados		0
Fuerzas Armadas		54
Desocupados		14
Inactivos		17

Según la suma de puntaje final (Umbrales),
identifique a que grupo socioeconómico pertenece su hogar:

Grupos socioeconómicos	Umbrales
A (alto)	De 845,1 a 1000 puntos
B (medio alto)	De 696,1 a 845 puntos
C+ (medio típico)	De 535,1 a 696 puntos
C- (medio bajo)	De 316,1 a 535 puntos
D (bajo)	De 0 a 316 puntos



suma de
puntajes
finales

ANEXO D: Producción diaria

PRODUCCIÓN DIARIA EN Kg

BARRIO BOLIVAR

MANZANAS	CODIGO	NOMBRE DE JEFE DE FAMILIA	NÚMERO DE HABITANTES	SUMA DE PUNTAJE	(kg/1dia)	(kg/2dia)	(kg/3dia)	(kg/4dia)	(kg/5dia)	(kg/6dia)	(kg/7dia)	(kg/8dia)	(kg/9dia)	(kg/10dia)	(kg/11dia)	(kg/12dia)	(kg/13dia)	(kg/14dia)	(kg/15dia)	(kg/16dia)	(kg/17dia)	sumatoria Kg/día
D/2	D/2-4	Ange Cunalata	4	595	2,727272727	3,181818182	2,363636364	2,727272727	2,272727273	2,954545455	1,909090909	2,272727273	1,954545455	2,727272727	2,090909091	2,954545455	2,727272727	2,727272727	1,909090909	2,090909091	3,181818182	42,727272727
E/5	E/5-42	Dalia Iñiguez	5	641	2,045454545	1,818181818	2,136363636	1,954545455	1,818181818	2,272727273	1,590909091	2,727272727	1,636363636	1,818181818	1,681818182	2,272727273	2,045454545	1,954545455	1,590909091	1,681818182	1,818181818	32,863636364
Y/4	Y/4-26	William Lama	3	659	1,136363636	0,909090909	0,681818182	1,045454545	0,454545455	1,363636364	1,818181818	1,590909091	2,090909091	2,272727273	1,818181818	1,363636364	1,136363636	1,045454545	1,818181818	1,818181818	0,909090909	23,272727272
D/3	D/3-20	Henry Espinoza	5	440	2,272727273	2,045454545	1,818181818	3,772727273	2,727272727	0,227272727	1,590909091	2,590909091	1,818181818	2,136363636	0,227272727	2,272727273	2,818181818	1,590909091	1,363636364	2,045454545	31,090909090	
E/4	E/4-3	Alberto Castillo	6	522	2,954545455	2,272727273	7,727272727	3,272727273	3,636363636	4,090909091	4,090909091	3,909090909	0,272727273	3,590909091	2,727272727	4,090909091	2,954545455	3,272727273	4,090909091	2,727272727	57,954545455	
E/4	E/4-40	José Rivera	4	408	1,136363636	1,136363636	1,363636364	1,272727273	1,136363636	1,590909091	1,818181818	2,136363636	3,181818182	2,727272727	1,818181818	1,590909091	1,136363636	1,272727273	1,818181818	1,818181818	1,136363636	28,090909090
F/3	F/3-23	Daniel Cedeño	4	316	1,136363636	0,909090909	0,909090909	0,818181818	0,681818182	1,136363636	1,681818182	1,772727273	2,045454545	2,272727273	0,681818182	1,136363636	1,136363636	0,818181818	1,681818182	0,681818182	0,909090909	20,409090910
WZ	WZ-32	Douglas Recalde	3	583	2,954545455	2,636363636	3,409090909	2	2,727272727	2,727272727	2,636363636	1,818181818	2,136363636	1,818181818	2,727272727	2,954545455	3,409090909	2,727272727	2,727272727	2,5	41,045454545	
E/4	E/4-39	Augusto Rivera	7	337	4,545454545	3,136363636	2,636363636	2,5	3,181818182	2,954545455	1,363636364	3,181818182	2,204545455	2,863636364	1,681818182	2,954545455	4,545454545	2,5	1,363636364	1,681818182	3,136363636	46,431818182
E/3	E/3-30	Richard Torres	5	420	1,363636364	2,045454545	1,818181818	1,818181818	1,363636364	1,590909091	1,363636364	1,272727273	2,840909091	0,681818182	1,363636364	1,818181818	1,590909091	0,681818182	2,045454545	24,204545455		
E/3	E/3-29	Rosa Romero	2	316	1,136363636	1,272727273	0,972727272	1,181818182	1,363636364	1,363636364	1,818181818	2,545454545	1,954545455	1,772727273	2,272727273	1,363636364	1,136363636	1,181818182	1,818181818	2,272727273	1,272727273	26,704545455
E/3	E/3-26	Feliza Palación	2	282	2,045454545	1,363636364	2,181818182	1,727272727	1,818181818	3,090909091	0,272727273	3,181818182	2,681818182	2,181818182	1,363636364	3,090909091	2,045454545	1,727272727	0,272727273	1,363636364	1,363636364	31,727272727
D/4	D/4-24	Mariana Pérez	2	352	3,636363636	3,181818182	3,181818182	2,090909091	2,272727273	1,363636364	2,272727273	2,863636364	1,818181818	1,345454545	1,136363636	1,363636364	3,636363636	2,090909091	2,272727273	1,363636364	3,181818182	40,954545455
D/1	D/1-5	Adelmo Alvarado	8	379	4,545454545	4,318181818	3,409090909	5,227272727	3,636363636	3,409090909	5	2,727272727	3,136363636	3,636363636	3,636363636	3,636363636	7,272727273	3,409090909	3,636363636	4,318181818	61,318181818	
F/1	F/1-5	Wilmer Troya	5	376	2,727272727	3,409090909	4,090909091	4,545454545	1,818181818	5,772727273	3,863636364	2,727272727	7,727272727	6	4,363636364	5,772727273	2,727272727	4,545454545	3,863636364	4,363636364	4,090909091	70,727272727
D/1	D/1-6	Freddy Moreno	4	453	2,272727273	1,045454545	1,227272727	1,409090909	1,818181818	1,590909091	1,818181818	2,409090909	2,272727273	1,954545455	2,272727273	1,590909091	2,272727273	1,409090909	1,818181818	2,272727273	1,045454545	30,500000000
E/1	E/1-6	Kleber Sánchez	2	400	0,454545455	0,227272727	0,454545455	0,272727273	0,681818182	0,909090909	1,363636364	1,863636364	1,818181818	2,318181818	0,909090909	0,909090909	0,454545455	0,272727273	1,363636364	0,909090909	0,272727273	14,727272727
E/1	E/1-10	Sixto Simaleasa	3	327	1,136363636	0,227272727	0,818181818	1,136363636	0,545454545	0,227272727	1,772727273	2,272727273	1,909090909	1,363636364	1,227272727	1,136363636	0,227272727	1,136363636	0,227272727	1,363636364	0,227272727	16,818181818
F/1	F/1-9	Freddy Ortiz	8	452	2,045454545	5,25	3,636363636	1,409090909	2,045454545	2,727272727	1,090909091	3,636363636	3,181818182	2,5	2,727272727	2,181818182	2,727272727	1,409090909	2,045454545	2,727272727	5,25	46,590909090
XY	XY-10	Albán Mecías	6	415	2,045454545	1,454545455	1,818181818	1,681818182	1,363636364	2,045454545	1,636363636	2,545454545	0,909090909	1,636363636	1,454545455	2,045454545	1,636363636	1,363636364	1,454545455	1,454545455	28,590909090	
XY	XY-6	Carlos Albán	4	455	0,909090909	0,681818182	1,136363636	1,181818182	1,272727273	1,363636364	1,590909091	1,818181818	0,454545455	2,045454545	1,363636364	1,363636364	0,454545455	1,272727273	2,045454545	0,681818182	17,863636364	
XY	XY-6.1	Wilson Garzón	6	398	1,818181818	2,5	2,318181818	1,818181818	2,727272727	2,818181818	2,954545455	3,136363636	2,636363636	1,136363636	2,181818182	1,818181818	1,136363636	2,727272727	2,181818182	2,5	39,727272727	
XY	XY-3	Rodolfo Espinoza	6	400	5,909090909	4,090909091	4	3,863636364	3,181818182	3,181818182	0,909090909	5,227272727	1,818181818	1,954545455	1,409090909	4	3,318181818	1,954545455	3,181818182	1,818181818	4,090909091	54,045454545
D/2	D/2-13	José Sanchez	3	382	0,681818182	0,636363636	0,681818182	2,5	1,363636364	1,090909091	1,818181818	1,363636364	4,090909091	0,636363636	1,045454545	0,681818182	1,090909091	0,636363636	1,363636364	4,090909091	0,636363636	24,409090910
E/5	E/5-47	Porfirio Blacio	7	317	1,136363636	3,181818182	4,090909091	3,863636364	3,818181818	2,954545455	2,272727273	3,409090909	2,181818182	1,590909091	1,227272727	4,090909091	2,954545455	1,590909091	3,818181818	3,181818182	46,409090910	
E/2	E/2-11	Gabriel Ruales	5	377	6,363636364	2,386363636	2,727272723	2,818181818	3,181818182	5,681818182	2,272727273	2,727272727	5	4,318181818	3,545454545	5,681818182	4,318181818	3,181818182	5	2,386363636	64,409090910	
F/2	F/2-13	Tulio Rosales	3	535	2,045454545	1,727272727	1,818181818	1,727272727	1,454545455	2,272727273	1,590909091	2,363636364	2,227272727	1,818181818	1,5	1,818181818	2,272727273	1,818181818	1,454545455	2,227272727	31,863636364	
F/2	F/2-12	Alfredo Cedeño	5	484	1,818181818	1,363636364	1,909090909	2,045454545	1,590909091	2,272727273	1,363636364	2,545454545	1,727272727	2,727272727	2,090909091	1,909090909	2,272727273	2,727272727	1,590909091	1,363636364	31,318181818	
E/5	E/5-48	Jhon Anto	3	445	0,909090909	1,136363636	1,090909091	1,136363636	1,272727273	1,363636364	1,818181818	1,718181818	1,636363636	2,272727273	1,227272727	1,090909091	1,363636364	2,272727273	1,272727273	1,363636364	1,136363636	24,354545455
G/6	G/6-42	Ramiro Padilla	4	341	1,136363636	0,681818182	0,909090909	1,090909091	1,227272727	1,363636364	1,409090909	2,090909091	1,727272727	1,818181818	1,681818182	0,909090909	1,363636364	1,818181818	1,272727272	1,727272727	22,863636364	
E/4	E/4-36	Victor Cunalata	2	427	0,227272727	0,681818182	0,909090909	0,272727273	1,545454545	1,090909091	2,272727273	0,909090909	1,954545455	0,681818182	0,909090909	1,090909091	1,954545455	1,545454545	0,909090909	0,681818182	17,636363636	
E/2	E/2-17	Javier Mendoza	3	419	0,227272727	0,909090909	0,181818182	0,227272727	0,454545455	0,909090909	1,136363636	1,909090909	1,681818182	2,272727273	0,727272727	0,181818182	0,909090909	2,272727273	0,454545455	1,681818182	0,909090909	15,454545455
D/2	D/2-15	José Adelmo	4	448	1,045454545	0,909090909	0,909090909	1	0,681818182	1,136363636	2,272727273	1,772727273	2,090909091	2,590909091	0,909090909	0,909090909	1,136363636	0,681818182	2,090909091	0,909090909	21,045454545	
E/2	E/2-13	Jhony Mendoza	5	322	3,636363636	3,863636364	4,090909091	3,636363636	3,181818182	2,727272727	3,545454545	2,681818182	2,727272727	1,818181818	4,090909091	3,181818182	2,727272727	4,045454545	2,681818182	3,863636364	52,500000000	
E/1	E/1-7	Feli Medanda	2	267	0,681818182	3,409090909	2	2,727272727	3,409090909	3,545454545	2,954545455	1,818181818	2,272727273	1,5	2,727272727	1,818181818	2,5	2,954545455	3,409090909	41,590909090		
D/1	D/1-7	Vicente Arceo	3	229	0,681818182	0,227272727	0,454545455	0,681818182	0,909090909	1,363636364	1,818181818	1,772727273	1,363636364	2,272727273	0,681818182	0,454545455	1,363636364	2,272727273	0,909090909	1,363636364	0,227272727	18,818181818
XY	XY-2	Riquelme Burbano	6	246	3,181818182	3,136363636	2,045454545	2,318181818	1,590909091	2,272727273	2,272727273	2,136363636	3,636363636	2,954545455	2,727272727	2,045454545	2,272727273	2,954545455	1,590909091	3,636363636	40,227272727	
E/3	E/3-28	Ramiro Navarez	4	312	0,454545455	0,909090909	0,272727272	0,454545455	0,5	0,090909091												

BARRIO LA LIBERTAD

MANZANAS	CODIGO	NOMBRE DE JEFE DE FAMILIA	NÚMERO DE HABITANTES	SUMA DE PUNTAJE	(kg/1dia)	(kg/2dia)	(kg/3dia)	(kg/4dia)	(kg/5dia)	(kg/6dia)	(kg/7dia)	(kg/8dia)	(kg/9dia)	(kg/10dia)	(kg/11dia)	(kg/12dia)	(kg/13dia)	(kg/14dia)	(kg/15dia)	(kg/16dia)	(kg/17dia)	sumatoria Kg/día	
A3	A3-22	José Lucio	4	677	1,136363636	1,363636364	2,272727273	1,863636364	1,545454545	1,818181818	1,909090909	1,454545455	1,136363636	1,363636364	1,590909091	2,181818182	1,863636364	1,181818182	1,318181818	1,318181818	2,272727273	1,409090909	27,68181818
A2	A2-20	Angel Yepes	7	607	3,409090909	4,318181818	3,636363636	3,181818182	3,136363636	2,727272727	3,5	2,818181818	0,954545455	3,272727273	2,363636364	4,227272727	3,181818182	1,909090909	3,954545455	3,636363636	3,090909091	53,31818182	
C2	C2-17	Demetrio Garzón	4	599	2,5	1,818181818	1,590909091	1,454545455	1,863636364	1,363636364	1,409090909	1,909090909	2,727272727	2,318181818	2,272727273	1,454545455	1,454545455	2,5	1,772727273	1,590909091	1,363636364	31,36363636	
A2	A2-15	Ramon Caval	3	323	0,454545455	0,681818182	0,954545455	1	0,909090909	0,954545455	0,818181818	1,045454545	1,363636364	0,727272727	1,5	0,863636364	0,954545455	1,863636364	0,863636364	1,318181818	0,545454545	16,86363636	
C2	C2-16	José Urbano	4	347	2,5	2,068181818	2,409090909	2,454545455	1,818181818	2,272727273	2,818181818	0,727272727	3,681818182	2,272727273	2,318181818	2,090909091	2,454545455	2,363636364	2,045454545	2,090909091	1,863636364	36,43181818	
C2	C2-11	Antonio Yanagómez	3	370	1,045454545	0,909090909	1,409090909	1,363636364	1,636363636	2,727272727	1,409090909	1	1,818181818	1,363636364	1,863636364	1,727272727	1,363636364	1,272727273	0,909090909	1,363636364	1,272727273	24,45454545	
CSA	CSA-6	Luis Bolivar	6	422	1,363636364	2,272727273	2,954545455	1,863636364	0,545454545	2,727272727	1,409090909	0,590909091	0,909090909	1,409090909	2,454545455	3,181818182	0,863636364	2,272727273	2,454545455	2,5	29,727272727		
CSA	CSA-1	José Guerrero	6	462	2,954545455	3,636363636	3,863636364	3,409090909	3,272727273	3,318181818	3,863636364	4,090909091	2,272727273	1,590909091	2,727272727	4,181818182	3,409090909	3,545454545	3,636363636	2,090909091	2,954545455	54,86363636	
CSA	CSA-15	Gustavo Guerrero	4	501	1,590909091	2,5	1,909090909	2,181818182	2,272727273	2,409090909	1,909090909	1,954545455	1,136363636	1,954545455	1,863636364	1,409090909	2,181818182	1,909090909	2,5	2,409090909	1,454545455	33,54545455	
B7	B7-1	Juan Malacatos	2	448	0,227272727	1,136363636	1,136363636	0,590909091	0,681818182	0,863636364	3,318181818	2,5	3,181818182	2,272727273	1,818181818	0,909090909	0,818181818	0,454545455	1,136363636	1,136363636	0,545454545	23,18181818	
B7	B7-6	Sergio Troya	4	419	1,590909091	1,727272727	1,863636364	1,818181818	1,863636364	1,863636364	1,909090909	1,454545455	2,5	1,818181818	10,86363636	1,863636364	1,818181818	1,909090909	1,727272727	1,045454545	1,454545455	39,09090909	
Y6	Y6-3	Elmer Calva	4	370	0,863636364	0,590909091	0,727272727	0,590909091	0,545454545	0,863636364	0,545454545	0,909090909	1,363636364	0,454545455	0,909090909	0,727272727	0,590909091	0,954545455	0,590909091	0,636363636	0,818181818	12,68181818	
E4	E4-3	Jorge Tsamaret	11	333	7,272727273	5,454545455	11,363636364	4,181818182	5,681818182	5,454545455	5,909090909	1,727272727	6,136363636	5,681818182	9,090909091	11,363636364	4,181818182	7,272727273	5,454545455	11,363636364	6	16,590909091	
C3	C3-21	Franco Alvarado	4	510	5,636363636	1,590909091	5	1,818181818	1,454545455	3,136363636	2,727272727	1,363636364	5,454545455	1,818181818	0,909090909	5	1,818181818	4,090909091	4,045454545	1,727272727	3,636363636	52,31818182	
A3	A3-23	Merquin Vallalodin	2	394	1,590909091	0,909090909	1,136363636	0,909090909	3,136363636	2,045454545	1,454545455	0,909090909	2,181818182	1,590909091	0,954545455	1,136363636	0,909090909	1,272727273	1,409090909	1,045454545	1,590909091	24,18181818	
C2	C2-13	Edixon Reyes	4	480	0,227272727	0,454545455	0,590909091	0,681818182	0,863636364	0,909090909	1	0,636363636	1,136363636	0,545454545	1,045454545	1,454545455	1,272727273	0,863636364	1,409090909	2,818181818	1,181818182	17,81818182	
C2	C2-20		2		0,227272727	0,295454545	0,227272727	0,227272727	0,409090909	3,863636364	0,545454545	2,727272727	0,909090909	0,318181818	0,545454545	0,818181818	2,454545455	1,409090909	0,681818182	2,363636364	2,363636364	22,363636364	
C2	C2-19		4		0,681818182	2,045454545	3,863636364	4,318181818	2,272727273	0,454545455	1,136363636	2,181818182	1,727272727	1,909090909	1,590909091	1,909090909	2,636363636	0,227272727	0,295454545	0,545454545	0,681818182	28,72727273	
A2	A2-16	Gustavo Sanchez	2	437	0,454545455	0,681818182	0,409090909	0,681818182	0,818181818	0,545454545	0,818181818	0,545454545	0,909090909	1,727272727	2,727272727	0,681818182	2,045454545	2,636363636	0,590909091	0,590909091	0,409090909	32,36363636	
A2	A2-19	Modesto Gango	4	436	2,363636364	2,727272727	2,727272727	2,5	3,227272727	2,409090909	2,727272727	2,590909091	1,954545455	2,363636364	0,681818182	3,272727273	2,727272727	0,454545455	0,681818182	0,454545455	0,5	31,72727273	
A2	A2-11	Javier Sanchez	3	414	1,590909091	2,727272727	1,909090909	2,272727273	4,318181818	3,727272727	0,627272727	0,568181818	1,363636364	2,181818182	3,568181818	2,272727273	2,954545455	0,627272727	2,727272727	2,954545455	2,363636364	38,20909091	
CSA	CSA-8	Humberto Suarez	4	377	2,454545455	2,045454545	0,454545455	0,818181818	0,545454545	0,136363636	0,454545455	1,818181818	3,181818182	1,818181818	1,045454545	1,863636364	0,954545455	1,590909091	2,727272727	1,727272727	2,181818182	25,81818182	
C4	C4-37	Antonio Alvarez	3	432	0,318181818	0,227272727	0,227272727	0,227272727	0,545454545	0,681818182	0,818181818	0,363636364	1,136363636	1,363636364	0,545454545	0,590909091	0,909090909	0,863636364	2,454545455	2,045454545	0,5	0,954545455	14,54545455
E4	E4-1	José Sanmiguel	6	425	4,181818182	4,090909091	5,909090909	3,181818182	3,863636364	1,363636364	4,181818182	3,363636364	3,545454545	4,090909091	2,045454545	4,454545455	4,454545455	0,318181818	0,227272727	0,227272727	0,5	49,68181818	
Y6	Y6-10	Marcelo Quezada	5	459	2,045454545	1,818181818	1,590909091	1,363636364	1,454545455	1,272727273	2,090909091	1,318181818	1,363636364	1,136363636	2,818181818	0	2,090909091	7,5	5,909090909	3,090909091	36,86363636		
Y6	Y6-1	Juan Carvajal	4	364	1,727272727	1,590909091	1,863636364	1,454545455	1,727272727	1,818181818	1,5	2,636363636	2,272727273	1,590909091	1,727272727	1,727272727	2,636363636	2,272727273	1,590909091	1,045454545	30,86363636		
B7	B7-10	Cesar Andrade	5	374	0,909090909	1,818181818	3,181818182	4,545454545	2,727272727	1,181818182	3,090909091	1,136363636	4,090909091	1,136363636	2,681818182	1,136363636	4,090909091	1,136363636	3,636363636	2,954545455	39,45454545		
Y6	Y6-2	Manuel Cañares	5	402	2,727272727	3,636363636	2,409090909	3,227272727	2,863636364	2,954545455	3,090909091	2,590909091	2,136363636	2,272727273	2,681818182	1,954545455	2,590909091	2,136363636	2,272727273	1,909090909	2,318181818	43,72727273	
C4	C4-34	Juan Malacatos N.	3	271	1,409090909	1,909090909	1,909090909	4,318181818	0,227272727	2,727272727	5,909090909	1,909090909	0,954545455	1,590909091	2,363636364	4,090909091	1,454545455	1,727272727	1,863636364	0,590909091	0,954545455	33,54545455	
C4	C4-33	Maria Filemona	1	285	0,9	1	0,681818182	0,909090909	0,636363636	1,136363636	1,909090909	1,681818182	1,363636364	0,909090909	0,954545455	0,863636364	1,681818182	1,363636364	0,909090909	0,954545455	0,863636364	17,9	
C4	C4-32	Adelmo Garrido	3	229	0,590909091	2,045454545	2,136363636	2,045454545	1,272727273	1,818181818	1,454545455	1,272727273	2,318181818	2,045454545	1,727272727	3,636363636	3,181818182	2,272727273	2,045454545	0,954545455	0,863636364	32,13636364	
C4	C4-38	Andrea Intriago	3	298	1,590909091	2,045454545	1,409090909	1,363636364	1,863636364	1,818181818	1,954545455	1,136363636	2,272727273	1,590909091	1,409090909	1,727272727	1,136363636	2,272727273	1,590909091	1,363636364	1,863636364	28,40909091	
C4	C4-40	José Eras	4	214	1,181818182	1,818181818	1,363636364	1,272727273	1,818181818	1,454545455	1,636363636	1,318181818	0,909090909	1,090909091	1,090909091	1,454545455	1,318181818	0,909090909	1,090909091	1,272727273	1,818181818	22,81818182	
CSA	CSA-7	Rosa Gaona	3	161	0,909090909	4,090909091	2,045454545	2,5	0,681818182	2,727272727	2,318181818	1,681818182	0,681818182	1,818181818	2,5	0,681818182	0,909090909	2,045454545	2,5	0,545454545	28,68181818		
CSA	CSA-4	Rosa Moncada	2	206	0,545454545	1,818181818	0,227272727	2,045454545	0,681818182	0,727272727	1,136363636	2,272727273	1	0,818181818	2,045454545	0,545454545	1,818						

ANEXO E: Datos del Volumen y Área del Relleno Sanitario

AÑOS	Ítem	Población (hab)	ppc (kg/hab/día)	Cantidad de residuos sólidos			Volumen (m3)						Área requerida (m2)		
				Diaria (kg/día)	Anual (t/año)	Acumulado (t)	Residuos sólidos compactados		Material de cobertura (m3)		Residuos sólidos estabilizados (m3/año)	Relleno Sanitario		Relleno AR	Total AT
							Diaria (m3)	Anual (m3)	Diaria (m3)	Anual (m3)		(m3)	Acumulada		
				A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
2015	0	748	0,54	403,92	147,4308	147,431	0,8976	327,624	0,17952	65,5248	245,718	311,2428	311,2428	124,49712	161,846256
2016	1	769,6172000	0,5454	419,7492	153,2085	300,639	0,932776046	340,4632569	0,186555209	68,09265139	255,3474427	323,4400941	634,6828941	253,8731576	330,0351049
2017	2	791,8591371	0,550854	436,1988	159,2126	459,852	0,969330607	353,8056715	0,193866121	70,7611343	265,3542536	336,1153879	970,798282	388,3193128	504,8151067
2018	3	814,7438661	0,55636254	453,293	165,4519	625,304	1,007317704	367,670962	0,201463541	73,53419239	275,7532215	349,2874139	1320,085696	528,0342784	686,4445619
2019	4	838,2899639	0,561926165	471,0571	171,9358	797,24	1,046793478	382,0796193	0,209358696	76,41592386	286,5597145	362,9756383	1683,061334	673,2245337	875,1918938
2020	5	862,5165438	0,567545427	489,5173	178,6738	975,913	1,087816267	397,0529375	0,217563253	79,4105875	297,7897031	377,2002906	2060,261625	824,1046499	1071,336045
2021	6	887,4432719	0,573220881	508,701	185,6759	1161,59	1,130446699	412,6130451	0,22608934	82,52260901	309,4597838	391,9823928	2452,244018	980,8976071	1275,166889
2022	7	913,0903825	0,57895309	528,6365	192,9523	1354,54	1,174747775	428,7829377	0,234949555	85,75658754	321,5872033	407,3437908	2859,587808	1143,835123	1486,98566
2023	8	939,4786946	0,584742621	549,3532	200,5139	1555,06	1,220784965	445,5865122	0,244156993	89,11730245	334,1898842	423,3071866	3282,894995	1313,157998	1707,105397
2024	9	966,6296288	0,590590047	570,8818	208,3719	1763,43	1,268626307	463,0486021	0,253725261	92,60972041	347,2864516	439,896172	3722,791167	1489,116467	1935,851407
2025	10	994,5652251	0,596495948	593,2541	216,5378	1979,97	1,318342503	481,1950137	0,263668501	96,23900275	360,8962603	457,135263	4179,92643	1671,970572	2173,561744

C = A x B

F = [C x 7/6]/Dc

H = F x 0,2

K = I + J

M = L / h

N = M x fa

Población x ppc

Se estima la recolección de los residuos sólidos durante lunes y sábado durante estos días son llevados al relleno sanitario (7 días de producción/6 días de recolección)

idos para el material de cobertura, estando dentro del rango entre 20% y 25%

El Volumen del relleno sanitario VRS = material de cobertura + volumen de residuos sólidos estabilizados

Área por rellenar AR = volumen acumulado del relleno / h donde h: altura del relleno estimada. (2,5m)

Área total AT = área por rellenar x fa

fa = Factor para estimar el área adicional (entre 20% y 30%)

RELLENO SANITARIO MANUAL

DENSIDAD DE LA BASURA

(kg/m3)

Densidad	Rango	Valor elegido
Ds : Suelta	200 a 300	200
DC : Compactada	400 a 500	450
DE : Estabilizada	500 a 600	600

ANEXO F: Fotografías



Socialización



Encuesta



Encuesta



Entrega de fundas



Recolección de residuos de las casas muestreadas



Método de cuarteo

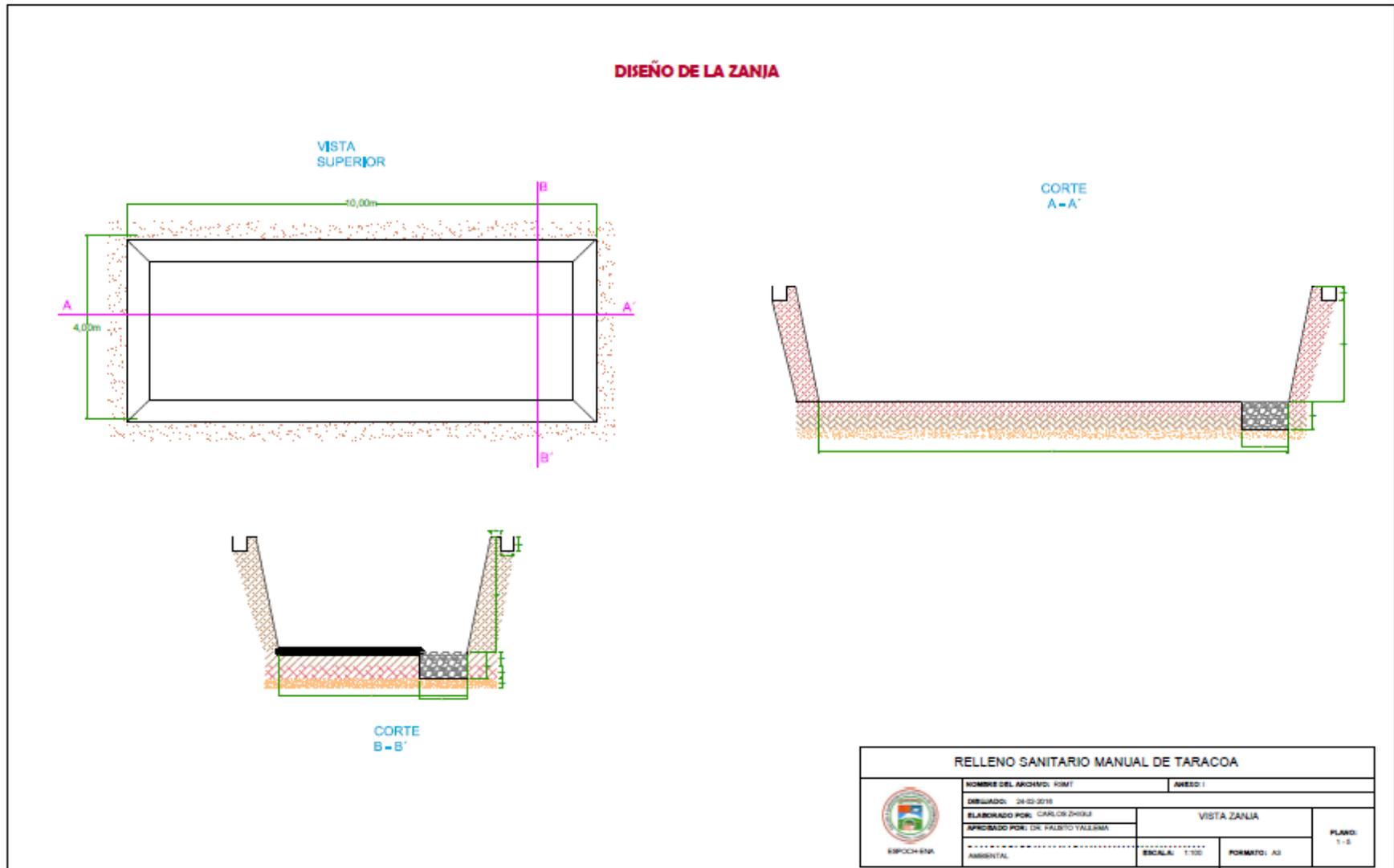


Densidad

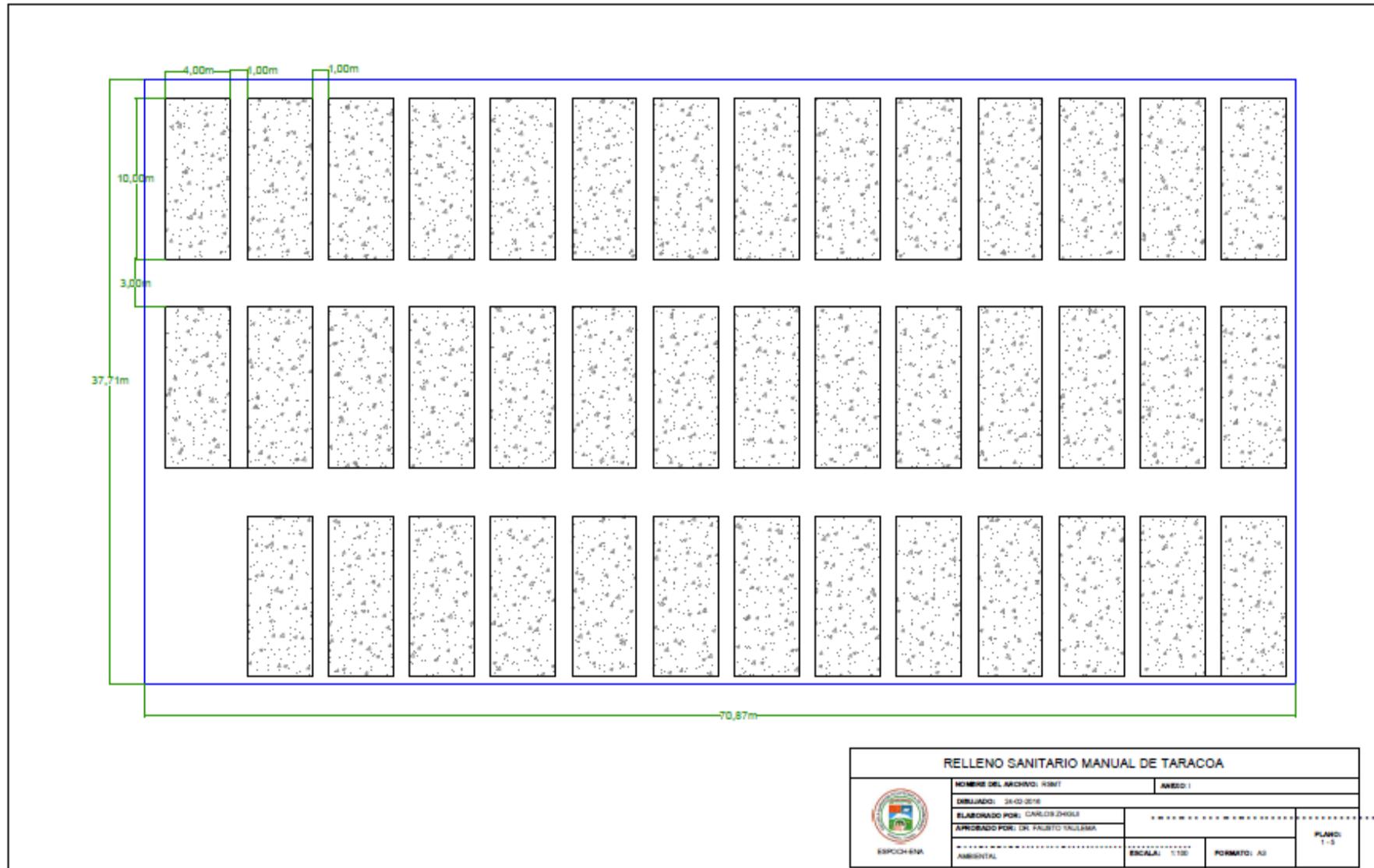


Residuos sólidos

ANEXO G: Diseño de la zanja



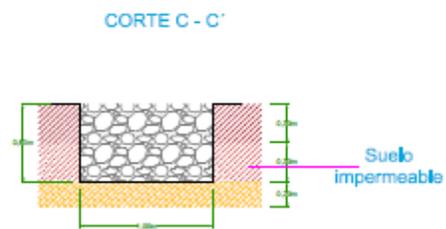
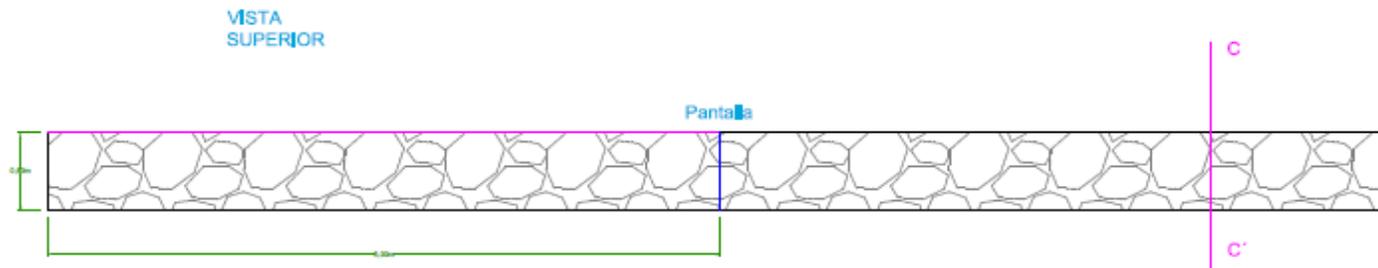
ANEXO H: Diseño de del número de zanjas



RELLENO SANITARIO MANUAL DE TARACOA			
 AGENCIA AMBIENTAL	NOMBRE DEL ARCHIVO: RSM/	ANEXO I	
	ELABORADO POR: CARLOS ZHIGLI		
	APROBADO POR: DR. FALBERTO VALLESPA		
	AMBIENTAL	ESCALA: 1:100	FORMATO: A3

ANEXO I: Diseño del cerco y puerta de ingreso al Relleno Sanitario Manual de Taracoa

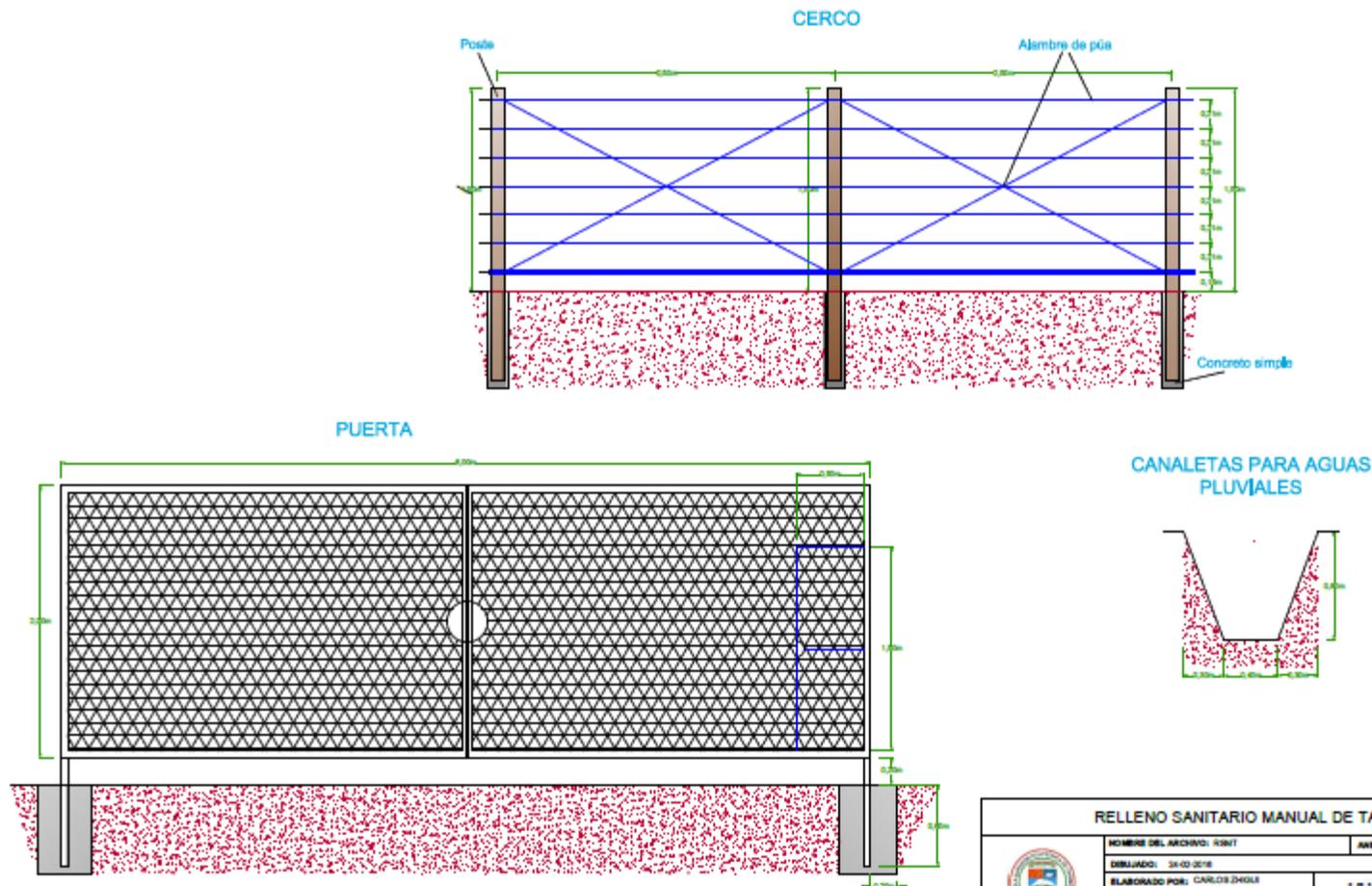
DISEÑO DEL CANAL DE LIXIVIADOS



RELLENO SANITARIO MANUAL DE TARACOA				
 ESPOCHEN	NOMBRE DEL ARCHIVO: RSMI	ANEXO II		
	FECHA: 24-02-2018	VISTA CANAL DE LIXIVIADOS		
	ELABORADO POR: CARLOS DAZOZ	ESCALA: 1:30	FORMATO: A3	PLANO: 1-3
	APROBADO POR: DR. FALSTO YALLAMA	REVISADO POR: DR. FALSTO YALLAMA		
ASISTENTE:				

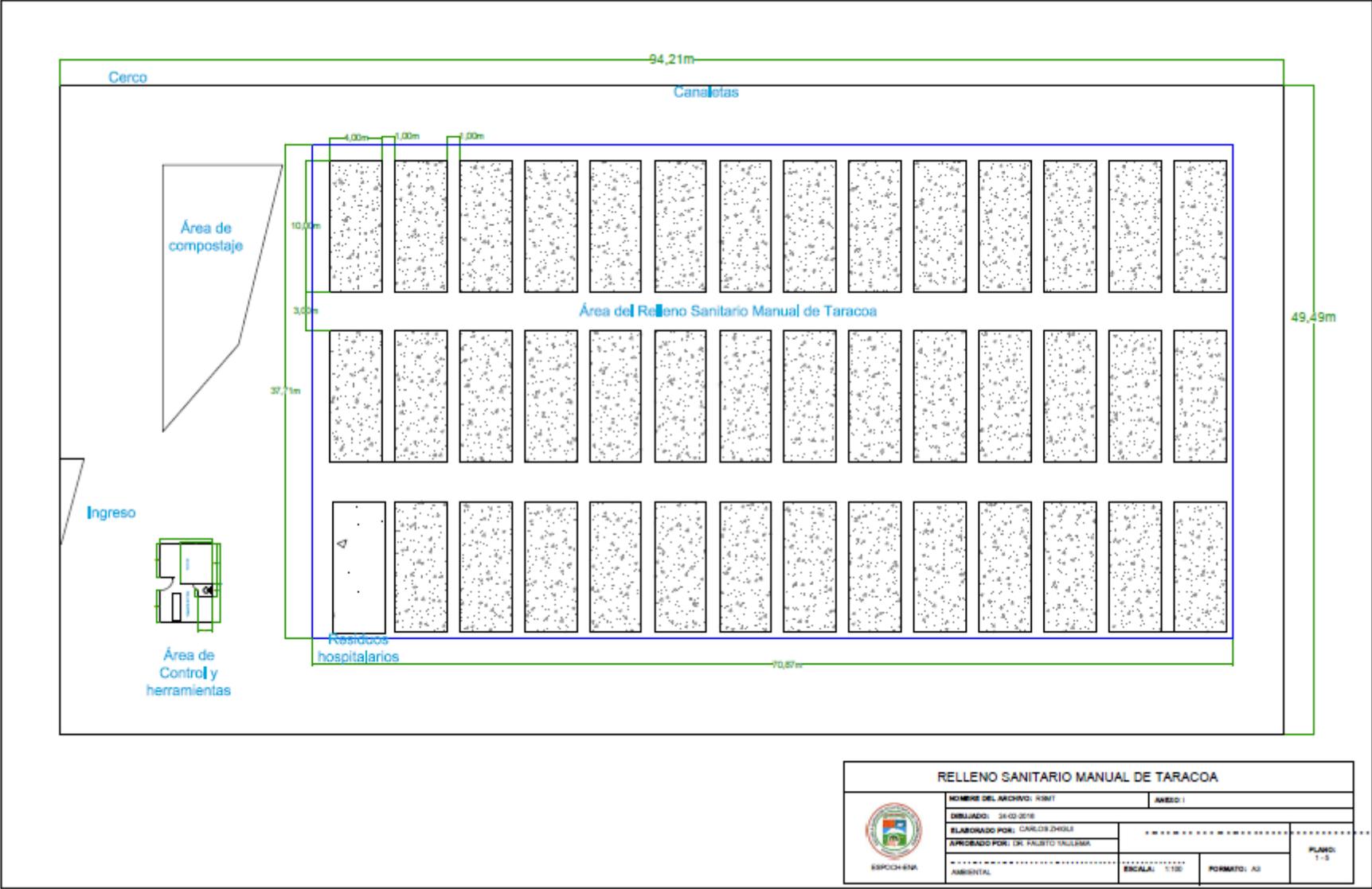
ANEXO J: Diseño de caseta de Registro y Bodega de herramientas del Relleno Sanitario Manual de Taracoa

DISEÑO DEL CERCO Y PUERTA DE INGRESO



RELLENO SANITARIO MANUAL DE TARACOA			
 EPOCOVENA	NOMBRE DEL ARCHIVO: RSM/T	ANEXO 1	
	DISEÑADO POR: CARLOS ZAVOLA APROBADO POR: DR. FABIÁN TALLEMA	ESCALA: 1:10	FORMATO: A3
AMBIENTAL			PLANO: 1-3

ANEXO K: Diseño del Relleno Sanitario Manual tipo trinchera del Área Urbana de la Parroquia Taracoa, Provincia De Orellana – Vista aérea.



RELLENO SANITARIO MANUAL DE TARACOA			
 EPOCHINA	NOMBRE DEL ARCHIVO: RSMT	ÁMBITO: I	
	FECHADO: 26-03-2018		
	ELABORADO POR: CARLOS ZHOLA		
	APROBADO POR: DR. RAÚL TALLAMA		
AMBIENTAL	ESCALA: 1:100	FORMATO: A3	PLANO: 1-3