



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

PROYECTO DE GRADUACIÓN

ACTUALIZACIÓN DE DATOS DE RELLENO SANITARIO

OMOA, CORTÉS, HONDURAS, ABRIL 2022

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

21651121 CARLOS ALBERTO SÁNCHEZ BONILLA

21641157 HERMES DANIEL MARTÍNEZ HERNÁNDEZ

21711348 RAMON ANTONIO MEJIA SAAVEDRA

ASESOR TEMÁTICO:

ING. OSCAR CASTRO

ING. SERGIO PAREDES

CAMPUS SAN PEDRO SULA

JULIO, 2022

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

UNITEC

RECTOR

MARLON BREVÉ REYES

VICERRECTOR ACADÉMICO

DESIRÉE TEJEDA CALVO

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

VICERRECTORA CAMPUS SAN PEDRO SULA

MARÍA ROXANA ESPINAL MONTEILH

JEFE ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

HÉCTOR WILFREDO PADILLA SIERRA

ACTUALIZACIÓN DE DATOS DE RELLENO SANITARIO

TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS EXIGIDOS PARA

OPTAR AL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

ASESOR TEMÁTICO

ING. SERGIO PAREDES

ING. OSCAR CASTRO

ASESOR METODOLÓGICO

ING. HÉCTOR WILFREDO PADILLA SIERRA

MIEMBROS DE LA TERNA:

ING. RAÚL ALEJANDRO MEDINA

ING. OTTO FLORES JANSER

ING. ADA SOBEYDA RODRÍGUEZ

DERECHOS DE AUTOR

© Copyright 2022

CARLOS ALBERTO SÁNCHEZ BONILLA

HERMES DANIEL MARTÍNEZ HERNÁNDEZ

RAMÓN ANTONIO MEJIA SAAVEDRA

Todos los derechos son reservados.

DEDICATORIA

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

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

Es primeramente para Dios quien me guio todo el camino y sin él no sería nada.

Para mi madre Astrid Bonilla quien ha sido el motor de mi vida y gracias a sus sacrificios, amor y
apoyo incondicional. Para mi padre Darío Sánchez quien ha sido constante con sus consejos
para convertirme en un gran hombre como lo es él.

A mi abuela Melvia Bonilla quien siempre ha querido verme parado justo donde estoy en este
momento y cumplir su mayor sueño de ser Ingeniero.

A todos y cada uno de mis hermanos que los amo con mi corazón entero, por su apoyo
incondicional y confianza sobre mí.

Y sin dejar de fuera al resto de mi familia y amigos que siempre me acompañaron en esta gran
aventura que en este momento está a punto de culminar.

Esto es para ustedes que confiaron en mi desde el primer día, los amare siempre con toda mi
vida en especial a vos mami.

Carlos Alberto Sánchez Bonilla

Es para mí un gran logro y satisfacción personal poder llegar a estas instancias en mi desarrollo personal y académico. Quiero agradecer a mi padre, Hermes Sydney Martínez Flores y a mi madre, Itza Suyapa Hernández García, por su gran apoyo incondicional, ayudarme en todo momento a superarme, ser una mejor persona en todos los ámbitos de la vida, y nunca dejarme caer en los momentos difíciles. Agradezco a mi hermano, Daroll Joao Martínez Hernández, por siempre darme su apoyo y guiarme y a mi abuela, Juana Flores Argueta por apoyarme a siempre cultivar mis conocimientos académicos.

Hermes Daniel Martínez Hernández

Le doy gracias a Dios ya que sin el en primer lugar no hubiera logrado llegar a estas instancias, sin nada de esto sería posible. A mis padres Iris Xiomara Saavedra Mejia y Miguel Antonio Mejia, que han sido mi apoyo y confidentes en toda la carrera y mi vida, lo cual estaré agradecido toda la vida, a mi hermano Juan Miguel Mejia Saavedra. A mis abuelos Juan Miguel Mejia, Digna Madrid, Juan Ramon Saavedra Esteves y Natalia Mejia Aranda que desafortunadamente ninguno esta presentes físicamente pero siempre estarán en mi mente y corazón lo que significa que nunca me han abandonado y gracias a los consejos y ejemplos que me dieron estando en vida me hicieron la persona que soy ahora y nunca me olvidare de ellos.

Ramón Antonio Mejia Saavedra

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad

Por brindarnos la oportunidad de adquirir los conocimientos, expresar nuestras ideas y tener varias experiencias en la carrera que nos ayudaron a concatenar mejor la experiencia de estar aquí. Además, por ayudarnos a prepararnos para ser futuros profesionales, facilitándonos las herramientas para poseer un mejor y extenso conocimiento y los catedráticos que nos acompañaron en todo momento brindando su conocimiento y experiencias.

A los Catedráticos

Para esas personas que nos apoyaron en todo momento con nosotros, nos decían que diéramos la milla extra, que no nos rindiéramos, que dejaron una marca en cada etapa que cursamos en el proceso universitario, brindándonos sus experiencias y conocimientos para lograr el éxito de todo el trabajo realizado en la carrera, a nuestro asesor temático Ing. Oscar Castro que desde el primer día nos brindaba sus experiencias y que siempre nos decía que diéramos la milla extra como ingenieros y ya en la última etapa dándonos todo el apoyo durante el proyecto de graduación, también a nuestro asesor temático Ing. Sergio Paredes que siempre nos brindó un poco de su tiempo para ayudarnos y explicarnos en la parte que corresponde en el área de la topografía , a nuestro asesor Ing. Michael Pineda por brindar su tiempo y experiencia en este campo, además de proporcionar un conocimiento más allá para culminar satisfactoriamente nuestro proyecto.



RESUMEN EJECUTIVO

La presente tesis documentó el desarrollo del proyecto de graduación el cual tuvo como propósito brindar una detallada actualización de datos con respecto a la demografía, cantidad de desechos que se producen diariamente en la comunidad y un replanteo del terreno donde se construirá el relleno sanitario. El propósito es poder dar un cierre técnico al botadero municipal a cielo abierto con el que se cuenta actualmente debido a que se encuentra en su máxima capacidad y es una fuente de contaminación. Se utilizó como base propuestas realizadas anteriormente del diseño de relleno sanitario de Omoa y se actualizó para que cumpliera los requerimientos y condiciones solicitadas por la municipalidad. Se desarrolló un levantamiento topográfico del sitio para actualizar el área total del terreno, sus curvas de nivel y los nuevos accesos que ahora existen en el terreno natural, cabe mencionar que se utilizaron levantamientos topográficos previos para poder realizar la actualización del diseño. Se concluyó con una actualización del diseño de relleno sanitario que tendrá una vida útil de 20 años.

Palabras claves: Diseño, Medio Ambiente, Relleno Sanitario, Residuos, Topografía



ABSTRACT

This thesis documented the development of the graduation project which was intended to provide a detailed update of data in regarding demographics, amount of waste that is produced daily in the community and a rethinking of the terrain in which the landfill is going to be built. The purpose is to be able to give a technical closure to the open sky landfill because it is at its maximum capacity and it is a pollution source. The Proposals previously made for the design of the Omoa landfill were used as a basis and updated to meet the requirements and conditions solicited by the city hall. The topography survey of the site was developed to update the total area of the land, its contour lines and the new accesses that now exist in the natural terrain, it is worth mentioning that previous topographic survey were used to be able to update the design. It was concluded with an update of the landfill design that will have a useful life of 20 years.

Key words: Design, environment, landfill, topography, waste

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. Introducción	1
II. Planteamiento del Problema	2
2.1 . Precedentes.....	2
2.2 Definición del Problema	4
2.2.1 Enunciado del Problema	4
2.2.2 Formulación del Problema.....	4
2.3 Preguntas de Investigación	5
2.4 Objetivos	5
2.4.1 Objetivo General	5
2.4.2 Objetivos Específicos	5
2.5 Justificación del Proyecto.....	6
III. Marco Teórico	9
3.1 Análisis de la Situación Actual.....	9
3.1.1 Análisis de Macro-entorno.....	9
3.1.1.1 Gestión de Rellenos Sanitarios en América Latina	9
3.1.1.2 Problemática de la disposición final en América Latina y el Caribe	10
3.1.2 Análisis de Micro-entorno.....	12
3.1.2.1 Análisis de Residuos Sólidos en Honduras	12
3.1.2.2 Manejo de Desechos Sólidos en Barrios Populares de Tegucigalpa, Francisco Morazán.....	13
3.1.2.3 Gestión de Residuos Sólidos en Potrerillos, Cortés	14

3.1.2.4 Gestión de Residuos Sólidos y Relleno Sanitario en Puerto Cortés, Cortés	15
3.1.2.5 Construcción y Equipamiento del Relleno Sanitario El Pinalito	15
3.1.3 Análisis Interno	16
3.1.3.1 Análisis de Residuos Sólidos en Omoa, Cortés	16
3.2 Teoría de Sustento	17
3.2.1 Análisis Costo Beneficio	17
3.2.2 Análisis Intervención Social	19
3.2.3 Criterios de Diseño	20
3.2.3.1 Diseño de la celda sanitaria tipo	20
3.2.3.2 Calculo de la vida útil	22
3.2.3.3 Impermeabilización de fondo y lateral	23
3.2.3.4 Sistema de control de lixiviados	23
3.2.3.5 Diseño de un sistema de manejo de aguas lluvias	24
3.2.3.6 Interceptación de aguas superficiales al interior del relleno	25
3.2.3.7 Sistema de drenaje de lixiviados	25
3.2.3.8 Sistema de control de biogás	26
3.3 Marco Conceptual	28
3.4 Marco Legal	32
IV. Metodología	36
4.1 Enfoque	37
4.2 Variables de Investigación	38
4.2.1 Tabla de Variables de Operacionalización	38

4.2.2 Diagrama de Variables de Operacionalización	41
4.2.3 Tabla de Operacionalización de Variables.....	42
4.3 Técnicas e Instrumentos Aplicados.....	45
4.3.1 Instrumentos	45
4.3.2 Técnicas.....	54
4.3.2.1 Levantamiento topográfico	54
4.3.2.2 Reuniones	55
4.3.2.3 Revisiones bibliográficas.....	56
4.4 Cronograma de Actividades	57
V. Análisis y Resultados	61
5.1 Cuantificación y Gestión de Residuos en Omoa	61
5.2 Resultados de Desechos Sólidos para el año 2016.....	63
5.3 Volumen de Desechos Sólidos para el año 2016	65
5.4 Área Requerida y Lixiviados para el año 2016.....	67
5.5 Resultados de Desechos Sólidos para el año 2017.....	69
5.6 Volumen de Desechos Sólidos para el año 2017	70
5.7 Proyección de Recolección de Desechos Sólidos para el año 2017	73
5.8 Resultados de Desechos Sólidos para el año 2022.....	76
5.9 Volumen de Desechos Sólidos para el año 2022	77
5.10 Área Requerida y Lixiviados para el año 2022.....	79
5.11 Actualización de Levantamiento Topográfico para el año 2022	81
5.12 Análisis de Suelo	104
5.13 Instalación del Relleno Sanitario.....	106

5.13.1 Portón de acceso.....	106
5.13.2 Cerca perimetral.....	106
5.13.3 Calles de acceso interno	106
5.13.4 Oficina administrativa	107
5.13.5 Sistema de recirculación.....	107
5.13.6 Sistema de recolección de lixiviados.....	108
5.13.7 Laguna de lixiviados	108
5.13.8 Chimeneas de gas	108
5.13.9 Impermeabilización	111
5.13.10 Equipo básico y especificaciones básicas	112
5.14 Información del Relleno Sanitario	113
5.14.1 El Tipo de Relleno Sanitario	113
5.14.2 El Método del Relleno Sanitario	114
5.14.3 Vida Útil.....	115
5.15 Diseño del Relleno Sanitario.....	115
5.15.1 Construcción del Fondo.....	115
5.15.2 Capa de Polietileno de Alta Densidad	118
5.15.3 Drenaje	119
5.15.4 Drenaje del Gas por Chimenea.....	122
5.16 Diseño del Relleno Sanitario.....	123
5.17 Caudales de escorrentía	123
5.18 Presupuesto para Proyecto de Relleno Sanitario	125
VI. Conclusiones	128

VII. Recomendaciones.....	130
VIII. Bibliografía	131
IX. Anexos	135

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1- Botadero municipal a cielo abierto en la ciudad de Omoa.....	8
Ilustración 2-Dimension de Variables de Operacionalización.....	41
Ilustración 3-Microsoft Word.....	45

Ilustración 4-Microsoft PowerPoint.....	46
Ilustración 5-Microsoft Excel.....	47
Ilustración 6-Microsoft Project.....	47
Ilustración 7: Autodesk AutoCAD Civil 3D.....	48
Ilustración 8-Google Meet.....	49
Ilustración 9- Estación total Trimble C-5.....	50
Ilustración 10-Trípode Topográfico	51
Ilustración 11-Prisma Topográfico	52
Ilustración 12-Estacas para Topografía.....	52
Ilustración 13-Clavos.....	53
Ilustración 14-Machete	54
Ilustración 15-Cronograma de actividades parte 1.....	58
Ilustración 16-Cronograma de actividades parte 2.....	59
Ilustración 17-Cronograma de actividades parte 3.....	60
Ilustración 18 - Plano 01 de Zonificación del año 2016.....	82
Ilustración 19 – Plano 02 de Drenaje de Lixiviado del año 2016	84
Ilustración 20 – Plano 03 de Detalle y Ubicación de chimenea del año 2016	86
Ilustración 21 – Plano 04 de curvas de nivel del año 2016	88
Ilustración 22 – Plano 05 de perfiles transversales para fijación y talud del año 2016	90
Ilustración 23 – Plano 06 de perfiles longitudinales del año 2016.....	92
Ilustración 24 – Plano 07 de perfil de detalle e isométrico de celda del año 2016	94
Ilustración 25 – Plano 08 de Detalle de balanza del año 2016.....	96
Ilustración 26 – Plano 09 de Detalle de lixiviados del año 2016.....	98

Ilustración 27 – Plano 10 de Detalle de malla perimetral y caseta de seguridad del año 2016 ..	100
Ilustración 28 – Plano 11 de Detalle de caseta con balanza y oficina en sitio del año 2016	102
Ilustración 29-Diseño de Chimeneas.....	110
Ilustración 30- Detalle de Chimenea	111
Ilustración 31-Preparación de la capa mineral.....	118
Ilustración 32-Colocación de Polietileno.	119
Ilustración 33-Colocación del Sistema de Drenaje.....	120
Ilustración 34-Colocación del Sistema de Drenaje.....	121
Ilustración 35-Colocación del Sistema de Drenaje.....	121
Ilustración 36-Diseño de canal perimetral.....	124
Ilustración 37- Reconocimiento del sitio del vertedero municipal	135
Ilustración 38-Levantamiento topográfico en el sitio del proyecto.....	136
Ilustración 39-Levantamiento topográfico coordinado para cubrir la zona delimitada	137
Ilustración 40-Levantamiento topográfico en compañía de un grupo de estudiantes.....	138

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1- Gestión de Residuos Sólidos en América Latina y el Caribe.....	11
Tabla 2-Tabla de Variables de Operacionalización	38
Tabla 3- Tabla de Operacionalización de Variables	42
Tabla 4-Generación diaria de Residuos Residenciales.....	61

Tabla 5-Generación diaria de Residuos Sólidos Comerciales	62
Tabla 6-Comportamiento de los residuos marinos en función del relleno sanitario.....	63
Tabla 7-Cantidad de residuos sólidos calculados desde el año 2016	63
Tabla 8 - Formulas utilizadas para cálculo de producción de desechos solidos	64
Tabla 9- Cálculo de cantidad de Volumen de Desechos Sólidos Compactados y Materia de Cobertura.....	65
Tabla 10 - Formulas utilizadas para cálculo de producción de desechos solidos.....	66
Tabla 11-Cálculo de Volumen de desechos sólidos y Total Acumulado	66
Tabla 12-Calculos para Área Requerida y Lixiviados	67
Tabla 13 -Cálculo de Área Requerida y Lixiviados para el año 2017.....	68
Tabla 14-Cantidad de residuos sólidos calculados desde el año 2017	69
Tabla 15-Cálculo de cantidad de Volumen de Desechos Sólidos Compactados y Materia de Cobertura para el año 2017	71
Tabla 16 - Formulas utilizadas para cálculo de producción de desechos solidos.....	72
Tabla 17-Cálculo de Volumen de desechos sólidos y Total Acumulado para el año 2017	72
Tabla 18 - Periodos de Recolección de Desechos Sólidos en días	73
Tabla 19 - Periodos de recolección de desechos sólidos en días al año 2017.....	74
Tabla 20-Cálculo de cantidad de residuos sólidos calculados desde el año 2022	76
Tabla 21-Cálculo de cantidad de Volumen de Desechos Sólidos Compactados y Materia de Cobertura para el año 2022.....	77
Tabla 22 – Formulas utilizadas para cálculo de producción de desechos solidos	78
Tabla 23-Cálculo de Volumen de desechos sólidos y Total Acumulado para el año 2022	78
Tabla 24-Calculos para Área Requerida y Lixiviados	79

Tabla 25 -Calicata 2 muestra 1 granulometría.....	104
Tabla 26 -Calicata 2 muestra 1 granulometría.....	104
Tabla 27-Criterios de calidad para un suelo impermeable	116
Tabla 28-Diseño de Chimenea.....	122
Tabla 29-Nuevos criterios de diseño de celda año 2017	123
Tabla 30-Caudal de escorrentía en un periodo de 15 días.....	123
Tabla 31-Presupuesto del Proyecto	125

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafica 1- Generación Reportada de Residuos Residenciales.....	61
Grafica 2- Generación Reportada de Residuos Residenciales.....	63

I. INTRODUCCIÓN

Honduras presenta problemas ambientales que afectan tanto a la población como al medio ambiente que hace que los mismos pobladores puedan recibir las consecuencias de esto. El tema de los residuos sólidos en nuestro país es muy recurrente ya que este se maneja inadecuadamente y el tratamiento que se les da a estos residuos sólidos debe ser el mejor para que no cause un impacto ambiental severo y que tendrá más consecuencias de las que se tienen. A medida que va creciendo la población, incrementa la cantidad de basura que genera una persona; a esto le podemos agregar otros problemas que afectan al territorio como los cambios climáticos, la escasez de agua son factores que se deben tomar en cuenta para la implementación de proyectos ambiental que erradiquen los problemas que se tienen y dar una solución a largo plazo.

El desarrollo de esta tesis detallara la investigación realizada en la comunidad local del Municipio de Omoa sobre la actualización del diseño del relleno sanitario para depositar adecuadamente los residuos sólidos que produce la comunidad y los turistas que la visitan.

En la ciudad de Omoa para el año 2021 según la municipalidad se cuenta con 45,947 habitantes y solo se cuenta con un botadero municipal saturado, agregado a esto al llover se desarrolla una escorrentía que al buscar su curso natural lleva consigo basura a comunidades aledañas, por lo tanto, el relleno sanitario estaría diseñado para tener una capacidad de recolección y tratamiento de la basura de forma idónea para para incrementar la calidad de vida de las comunidades.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. PRECEDENTES

Son muchas las organizaciones encargadas de dar solución a esta problemática continuamente creciente en Honduras. A finales de los años 90 la recolección de los desechos sólidos en las principales ciudades del país era del 70%, eran muchas las zonas marginales sin contar con este acceso y no está de más mencionar que no se contaba con un manejo apropiado de estos residuos al ser colectados. (Caballero & Ayala Peña, 2020)

Se ha determinado que en estudios realizados existen falta de coordinación y planificación sectorial, debido a la rectoría débil y descoordinación por parte de la Secretaria de Recursos Naturales y ambiente (SERNA), y la Secretaria de la Salud era una de las principales causas del mal manejo de los desechos sólidos, así mismos conlleva a la mala conciencia del ciudadano y la falta de servicios para la recolección de dicho material, ya que no todas las zonas del país contienen accesos en condiciones apropiadas. (Caballero & Ayala Peña, 2020)

Para el 2010 en América Latina y El Caribe se determinó en lo que respecta a la disposición final en la región, los residuos generados por un 54,4% de la población urbana son depositados en un relleno sanitario, la técnica más sostenible, en los ámbitos ambiental y sanitario; los desechos de un 18,5% de los ciudadanos terminan en vertederos controlados, una opción que, sin ser ideal, evita los botaderos clandestinos. Los vertederos a cielo abierto reciben los residuos del 23,3% de la población, lo que deriva en enormes riesgos sanitarios e impactos ambientales. Además, en algunos países todavía se practica la quema a cielo abierto (2%) y otras formas de disposición final (1,8%), donde los residuos son desechados directamente a los cuerpos de agua o usados como alimentos para los animales, entre otros. (Toro, Narea, Pacheco, Contreras, & Galvez, 2016, pág. 25)

En el municipio de Omoa se producen 34.29 toneladas diarias; de las cuales 23.93 toneladas son de origen residencial y 10.36 toneladas restante son de origen comercial según el estudio

realizado por la municipalidad como parte de una estrategia municipal de gestión integral de los residuos sólidos en el año 2017.

En estos últimos años se han venido implementando procesos de recolección domiciliaria pero de carácter privado por medio de un camión inadecuado para el transporte de los desechos sólidos y de igual forma se ha estado utilizando un vehículo tipo Pick-up y bicicletas modificadas a lo que conlleva a un mal servicio que ocasiona problemas sociales, económicos y ambientales y todo debido al escaso criterio técnico sin programación para realizar los procesos de recorrido, barrido de la zona para una provechosa recolección y que de igual manera se llegue a lo más posible a toda la población. (Alcaldía Municipal de Omoa, 2020, p. 3)

La generación de desechos sólidos ha constituido uno de los problemas fundamentales en el pasar de los años en el municipio de Omoa, su manejo inadecuado al ser transportados ha generado severos problemas ambientales afectando directamente las perspectivas económicas, ecológicas y sociales en la urbe del municipio, entre esta problemática se incluye: degradación de la calidad del ambiente y/o del paisaje, promueve la aparición de organismos vectores de enfermedades y proliferación de microorganismos patógenos atentando a la salud pública, teniendo sus efectos potenciales en los recursos naturales y la biodiversidad que degradan la calidad de vida población. (Alcaldía Municipal de Omoa, 2020, p. 3)

La temática de residuos sólidos, dentro de la administración municipal ha estado a cargo de la Unidad Municipal del Ambiente (UMA), que se ha limitado a la aplicación de sanciones y organizar actividades sobre el tema. Hasta la fecha no ha existido una unidad de Gestión de Residuos Sólidos. (ambiente, Ambiente, Omoa, & CNP+LH, 2017, p. 18)

La municipalidad de Omoa no cuenta con un sistema de recolección de residuos. Esta actividad la realizan dos gestores privados en vehículos propios (uno de ellos en Omoa cabecera, el otro tiene una ruta de Tulián Río a Chivana sobre la carretera CA-13) y varios proveedores minoritarios que transportan los residuos en sacos o barriles cargados en bicicletas modificadas. (ambiente, Ambiente, Omoa, & CNP+LH, 2017, p. 18)

“La municipalidad de Omoa, ha priorizado en su presupuesto anual la elaboración de un proyecto de intervención pública que conlleva a mejorar el servicio de limpieza pública como ser la recolección de los desechos sólidos de todo el municipio en la zona urbana controlada por la vía o colector como ser la carretera CA-13 que atraviesa todo el municipio” (Alcaldía Municipal de Omoa, 2020, p. 3)

La intención del municipio es clausurar el botadero municipal a cielo abierto y los vertederos clandestinos, implementar un tren de aseo con sus respectivas rutas para una recolección adecuada y el tratamiento de los residuos sólidos de forma correcta para poder incentivar al reciclaje de los desechos.

2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

2.2.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

"Al año 2022, Omoa no cuenta con un relleno sanitario donde se puedan desechar y tratar de manera correcta los desechos sólidos que producen los habitantes"

2.2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿La basura es un gran contaminante visual como también representa riesgos a la salud de los habitantes de Omoa y alrededores, lo cual para solucionar este problema se debe diseñar un relleno sanitario que satisfaga la cantidad de desechos sólidos que produce la ciudad, y se plantee crear rutas de recolección para trasladar los desechos de cada comunidad al sitio contemplado como relleno sanitario?

2.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1. Al efectuar una actualización en el levantamiento topográfico ¿Se produce algún cambio en lo que respecta al terreno delimitado para el proyecto relacionado al levantamiento elaborado al año 2016?
2. ¿Cuál es la cuantificación de desechos sólidos produce la comunidad de Omoa y alrededores?
3. ¿Qué características tendrá el relleno sanitario que se implementará en el sitio?
4. ¿Qué normas ambientales se deben en tomar en consideración para el relleno sanitario?
5. Según la actualización de datos, ¿Habrà algún cambio significativo al diseño del relleno sanitario planteado y el impacto que tendrá dicho proyecto?
6. ¿Cuánto será el monto aproximado que tendrá el proyecto del relleno sanitario?

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 OBJETIVO GENERAL

Actualizar los datos del relleno sanitario registrados en la tesis OMOA-Relleno sanitario del 2016 con el propósito de satisfacer la demanda de desechos sólidos generados en Omoa. Evaluando y actualizando los datos demográficos y replanteo de la topografía.

2.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Relacionar y comparar si existe algún cambio en el levantamiento efectuado en el año 2016 con el que se hizo en el tiempo actual.
- 2) Identificar la cantidad y tipo de desechos sólidos que se tendrán en el relleno sanitario.
- 3) Determinar qué características tendrá el relleno sanitario para satisfacer la demanda de desechos sólidos.

- 4) Determinar las normas ambientales que se deben en tomar en cuenta para este proyecto y como entrarían en vigor.
- 5) Comparar los datos anteriores con los obtenidos a la actualidad y determinar cuál es el impacto que este tendrá.
- 6) Calcular y detallar el presupuesto que tendrá el proyecto de relleno sanitario.

2.5 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El municipio de Omoa cuenta con un gran potencial turístico tanto por sus bellas playas, restaurantes, parques y lugares históricos como ser la Fortaleza de San Fernando de Omoa, uno de los mayores atractivos del lugar. Es por eso que se hace evidente la necesidad de un lugar para el tratamiento de la basura.

Omoa contará para el año 2021 con unos 45,947 pobladores distribuidos entre más de 26 aldeas y 80 caseríos en una extensión de 382.8 km². Es un territorio alargado que se extiende por la franja costera y montañosa desde el municipio de Puerto Cortés hasta la frontera con Guatemala, con un ancho entre 6 y 9 kilómetro y una longitud de 64 kilómetros aproximadamente, rodeado por los ríos: Motagua, Omoa, Tegucigalpa y Chiquito. (Alcaldía Municipal de Omoa, 2020, p. 4)

Al emplear la investigación y análisis se obtuvieron datos relevantes que nos dio una perspectiva a lo que debemos tomar en cuenta por medio de los principios para la toma de decisión de los materiales adecuados que se deben emplear, así como la elección del método de relleno que será el más apto para el terreno y la capacidad de residuos sólidos que esta tendrá debido a la actualización de datos ya sea demográficos que hace que la capacidad de basura que se genera aumente o disminuya según sea el caso, además dependiendo de esto se evaluarán la forma conceptual que se le dará, así como el desarrollo que se le dará y la administración que esta tendrá tomando en cuenta las condiciones que la municipalidad le dará a este proyecto.

La temática de residuos sólidos, dentro de la administración municipal ha estado a cargo de la Unidad Municipal del Ambiente (UMA), que se ha limitado a la aplicación de sanciones y organizar

actividades sobre el tema. Hasta la fecha no ha existido una unidad de Gestión de Residuos Sólidos. (ambiente, Ambiente, Omoa, & CNP+LH, 2017, p. 18)

La municipalidad de Omoa no cuenta con un sistema de recolección de residuos. Esta actividad la realizan dos gestores privados en vehículos propios (uno de ellos en Omoa cabecera, el otro tiene una ruta de Tulián Río a Chivana sobre la carretera CA-13) y varios proveedores minoritarios que transportan los residuos en sacos o barriles cargados en bicicletas modificadas. (ambiente, Ambiente, Omoa, & CNP+LH, 2017, p. 18)

Ante la inminente contaminación que genera el botadero a cielo abierto y vertederos ilegales que cada año incrementan la cantidad de desechos sólidos, el botadero posee una escorrentía que pasa a través de los desechos sólidos acumulados en el área y que desemboca en una comunidad aledaña a este y lleva consigo parte de esta basura es fuente de un riesgo para la salud. Además, en la mayoría de los casos los residuos sólidos se deben desechar de manera individual, esto quiere decir que no tienen rutas de recolección. Lo que las personas de las comunidades hacen es contratar a personas o camiones privados para transportar la basura de cada persona que paga el servicio y estas la llevan a vertederos ilegales a cielo abierto y cierta basura que se recolecta termina en el río Cuyamel que incrementa la suciedad en esta zona y provoca contaminación que genera molestias a las comunidades en constante crecimiento o a los vertederos municipales que ya están saturados.

A continuación, se muestra cómo se encuentra el vertedero a cielo abierto que es utilizado como botadero municipal, se observa que está saturado. (v.)



Ilustración 1- Botadero municipal a cielo abierto en la ciudad de Omoa

Fuente: (Sánchez, Martínez & Mejía, 2022)

Como se observa en la Ilustración 1 la necesidad de un cierre técnico del vertedero a cielo a abierto y poner en operación un relleno sanitario que satisfaga con la necesidad de desechar los residuos sólidos para la ciudad de Omoa y alrededores.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En el siguiente apartado se pretende presentar un análisis de nivel macro y micro de la situación actual del problema planteado conociendo un panorama general que beneficiará el proceso de la investigación, en el cual se mencionará información relevante de datos oficiales y estadísticos, de igual manera presentando un análisis interno.

3.1.1 ANÁLISIS DE MACRO-ENTORNO

La conservación de la diversidad biológica es un interés común de toda la humanidad. El CDB cubre la diversidad biológica a todos los niveles: ecosistemas, especies y recursos genéticos.

También cubre la biotecnología a través del Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología. De hecho, cubre todos los posibles dominios que están directa o indirectamente relacionados con la diversidad biológica y su papel en el desarrollo, desde la ciencia, la política y la educación hasta la agricultura, los negocios, la cultura y mucho más. (Biodiversidad, 2011, p. 1)

Se aborda el análisis de la situación internacional, estos incluyen datos importantes que sirven para poder entender de mejor manera la problemática actual, y poder concluir la meta que se tiene propuesta.

3.1.1.1 GESTIÓN DE RELLENOS SANITARIOS EN AMÉRICA LATINA

En los países de América Latina para la disposición final de los residuos urbanos y según el estudio EVAL 2010 (BID-OPS), el 45 % no recibe un tratamiento o disposición final adecuada en relleno sanitario y utiliza otras formas, como ser el vertedero controlado o a cielo abierto. Los vertederos a cielo abierto representan uno de los aspectos más contaminantes y perjudiciales para el ambiente y la salud derivados de la mala gestión de los residuos sólidos. El término se relaciona con lugares donde los residuos se arrojan indiscriminadamente, sin ningún tipo de cuidado o

tratamiento. En ALC, se cubre a un 23,3 % de la población con el uso de vertederos a cielo abierto. (Abbate & Alejandro, 2015)

Al realizar una comparación entre los valores estimados en la EVAL 2002 y los obtenidos en la EVAL 2010, se observa un aumento significativo en la cobertura de rellenos sanitarios, del 22,6 % al 54,4 %. Tal incremento en principio puede explicarse por una leve reconversión de los vertederos controlados, lo que permite suponer el cierre de los mismos y su reemplazo por rellenos sanitarios. La razón puede radicar en la ya mencionada tendencia hacia mayores vertederos regionales, que son escogidos cada vez más por sus importantes economías de escala que reducen el costo por tonelada de los residuos dispuestos. (Abbate & Alejandro, 2015)

3.1.1.2 PROBLEMÁTICA DE LA DISPOSICIÓN FINAL EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Respecto al estudio del EVAL 2010, se plantearon algunas dudas sobre los datos para algunos países sobre los porcentajes de cantidad de rellenos sanitarios existentes, si bien se consideró que fue información oficial aportada por cada país. Tal como se mencionó en la introducción, se resaltó que hay fuentes de informaciones mucho más recientes que esa evaluación publicada en 2010, por ejemplo, el estudio del Informe Perspectiva Mundial de la Gestión de Residuos elaborado por ISWA-PNUMA en 2015.

Un diagnóstico realizado en Perú por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), relevó información de los 20 botaderos más críticos y determinó que solo tienen 11 rellenos sanitarios para 31 millones de personas. El 55 % de la basura se lleva a botaderos.

- Para Venezuela se tienen pocos rellenos sanitarios en funcionamiento y que no superan el número de cinco. Unos 250 sitios de disposición final de residuos de los 335 municipios del país están operando como simples basurales.
- En Colombia (2015) un informe elaborado por la Superintendencia de Servicios Públicos indica que el 81% de los 1102 municipios de Colombia, es decir 886, disponen sus residuos sólidos en rellenos sanitarios.

- En México, según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en el país existe un 87% de tiraderos a cielo abierto y el resto, 13%, son rellenos sanitarios.
- En Argentina, el porcentaje de disposición adecuada en rellenos sanitarios a nivel país alcanza al 61% de los habitantes. El remanente de la población cuenta con una disposición final inadecuada.
- En Ecuador (2016) el 39% de los municipios dispone los residuos sólidos en rellenos sanitarios según la Dirección de estadísticas agropecuarias y ambientales del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).
- En Paraguay la Dirección de Evaluación de Impacto Ambiental de la Secretaría del Ambiente (SEAM), reconoció que de los 239 municipios que tiene el país, solo cuatro comunas tienen los rellenos sanitarios.
- Se sostuvo que la existencia de botaderos, basurales o dumpsite responde a la carencia de recursos de algunos municipios pequeños y en otros solo por ausencia de voluntad política para realizar inversiones en este tipo de infraestructura.

En función a estas realidades debemos plantearnos un accionar en instancias superiores para cambiar la realidad, ya se han hecho suficientes diagnósticos y es insostenible que esto ocurra en la actualidad.

Tabla 1- Gestión de Residuos Sólidos en América Latina y el Caribe

País	Ciudad/Municipio	Población (Hab)	Generación (ton/día)	Generación (kg/hab-día)
Argentina	Buenos Aires	2,768,772	5000	1.81
Venezuela	Caracas	2,758,917	4000	1.45
Mexico	Mexico D. F	8,720,916	12000	1.38
Chile	Santiago de Chile	5,875,013	7100	1.21
Venezuela	Maracaibo	1,428,043	1700	1.19
Perú	Lima	8,445,200	8938.5	1.06

Colombia	Bogota	6,778,691	5891.8	0.87
Ecuador	Quito	1,839,853	1500	0.82
Cuba	La Habana	2,201,600	1060	0.48
Guatemala	Guatemala	3,762,960	1500	0.4
Bolivia	La Paz	2,350,446	451	0.19
Honduras	Tegucigalpa	1,158,000	840	0.72

Fuente: (Sáez & Urdaneta, 2022)

3.1.2 ANÁLISIS DE MICRO-ENTORNO

Se aborda el análisis de la situación internacional, estos incluyen datos importantes que sirven para poder entender de mejor manera la problemática actual, y poder concluir la meta que se tiene propuesta.

3.1.2.1 ANÁLISIS DE RESIDUOS SÓLIDOS EN HONDURAS

El modelo de desarrollo adoptado e implementado sucesivamente por el Gobierno de la República de Honduras, a partir de la década de los noventa del siglo veinte, inició el proceso de ajuste estructural de la economía, enfocado en sus primeras etapas en la liberalización de la política comercial y del sector financiero y en etapas posteriores se centró en reformas estructurales sectoriales en infraestructura, agricultura, ambiente y sectores sociales. Estas reformas fueron acompañadas de políticas fiscales y monetarias orientadas a conservar la estabilidad macroeconómica, reactivar el crecimiento y mejorar los indicadores sociales. (Honduras, 2017)

Para lograr un mayor impacto de las reformas estructurales en los indicadores económicos y sociales del país, desde 2002, el Gobierno de la República de Honduras con el acompañamiento de la sociedad civil, ha implementado paulatinamente la Estrategia para la Reducción de la Pobreza (ERP), como política de Estado con una visión de largo plazo, con 13 metas para 2015 y períodos intermedios, adaptadas de los Objetivos y Metas de Desarrollo del Milenio (ODM) de la

Organización de las Naciones Unidas (ONU), como compromiso adquirido por el país internamente, con el objetivo de reducir la pobreza en 24 puntos porcentuales mediante inversiones y acciones en seis áreas programáticas. (Honduras, 2017)

La limitada conceptualización del saneamiento básico, es una de las razones que explica, al menos parcialmente, porque el tema de los residuos sólidos no figura entre los indicadores claves de las políticas nacionales como la ERP, pese a su importancia ambiental, económica y social para el país. (Honduras, 2017)

La escasa vinculación de la temática de residuos sólidos en las políticas nacionales y sectoriales, aunado a los problemas ambientales y sanitarios ocasionados por el manejo inadecuado, motivó al Gobierno de la República de Honduras, para que a través de la Secretarías de Estado en los Despachos de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA) y Salud y la Asociación de Municipios de Honduras (AMHON), realizara el Análisis Sectorial de Residuos (SERNA) y Salud, Asociación de Municipios de Honduras (AMHON), Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS), agencias cooperantes y diversas instituciones gubernamentales y no gubernamentales involucradas con la temática de los residuos sólidos en Honduras. (Honduras, 2017)

3.1.2.2 MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN BARRIOS POPULARES DE TEGUCIGALPA, FRANCISCO MORAZÁN

Se conoce como residuo sólido urbano a todo aquel material que es desechado por la población, pudiendo ser este de origen doméstico, comercial, industrial, desecho de la vía pública o resultado de la construcción, y que no sea considerado como peligroso. Según el Diario El Herald "en el municipio se desechan 800 toneladas de basura cada 24 horas. Este monto representa el 16 por ciento de las 5,000 toneladas de desperdicio que se genera en el país."

A partir de 1992 en Honduras la recolección de basuras empieza a ser responsabilidad de los municipios o los gobiernos de cada región, así como el tratamiento de los residuos sólidos recogidos.

Hoy en día, algunas comunidades han creado sus propios sistemas de recolección de residuos domésticos. En el Distrito Central, se recogen a diario 800 toneladas de basura, de estas unas 70 toneladas son recicladas, lo que equivale al 9% de los residuos. (Rischmagui, 2019, p. 21)

La tradicional forma de depositar los residuos en el suelo, a cielo abierto, ha sobrepasado la capacidad de la naturaleza, pues cientos de hectáreas son utilizadas como botaderos en todo el territorio nacional, degradando las condiciones naturales de los mismos. Estos impactos negativos incrementan cuando los residuos peligrosos no se separan en el punto de origen y se mezclan con los residuos municipales, una práctica común en el país. Adicionalmente, esto puede contribuir indirectamente en la acumulación de los residuos y estancamientos en zanjas y drenajes, que se transforman en reservorios de insectos y roedores. Lo que puede causar enfermedades como el Dengue, el Chikunguña, el Sika, la Leptospirosis, el Parasitismo y las infecciones de la piel. (Rischmagui, 2019, p. 22)

3.1.2.3 GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN POTRERILLOS, CORTÉS

A partir de las gestiones realizadas por el gobierno local del municipio de Potrerillos, empresa privada y con el apoyo de la cooperación externa, desde 2009 se llevan a cabo diferentes iniciativas para el abordaje de la problemática del manejo de residuos sólidos en la zona, enfocadas principalmente en mejorar la disposición final de residuos sólidos, la cual es realizada en botaderos ilegales, lo que provoca que el arrastre de residuos sólidos por efecto de las lluvias genere impactos particularmente en las zonas bajas e inundables del municipio, representando riesgos para la salud de la población e impactos al ambiente. (Potrerillos, 2012)

Para complementar los avances del municipio de Potrerillos en mejorar la gestión integral de residuos sólidos, surge el acompañamiento técnico del proyecto "Fortalecimiento de las Capacidades Nacionales para la Gestión y Reducción de las Emisiones de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) en Honduras" (Proyecto COPs 2), para formular el Plan Director para el Manejo Integral de Residuos Sólidos para el municipio de Potrerillos, como un instrumento que contribuye a orientar acciones progresivamente y las cuales están relacionadas con el sistema de manejo de residuos sólidos en dicho municipio. Como pauta se basó en la "Guía Metodológica

para la Preparación de Planes directores del Manejo de los Residuos Sólidos Municipales en Ciudades Medianas” creada por la Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS.2002). (Potrerillos, 2012)

3.1.2.4 GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y RELLENO SANITARIO EN PUERTO CORTÉS, CORTÉS

El Relleno Sanitario de Puerto Cortes fue puesto en operación en el año 2004, proyectado para una vida útil de 20 años. Actualmente se reciben un promedio diario de 100 toneladas de desechos. Tiene una capacidad de diseño 849,909 toneladas. Actualmente el 74% de los desechos es doméstico y el 26% industrial. El área del terreno del relleno es aproximadamente de 17.64 manzanas, sin embargo, sólo es posible operar la disposición de desechos sólidos en un área aproximada de 12.37 manzanas. El perímetro es de 1997.47 ml. La cantidad de residuos sólidos recolectados por los 6 Camiones en seis rutas es de un promedio de estimación entre 40 a 60 Toneladas diarias. (Ortega, 2019)

Las descargas que realizan los recolectores privados hacen un promedio total de 40 Toneladas diarias. Para un total de 100 Toneladas por día. El Servicio de Recolección actualmente se presta con 6 Unidades Recolectoras privadas tipo compactador con una capacidad de 25 yardas atendiendo el sector comercial, residencial e industrial. (Ortega, 2019)

3.1.2.5 CONSTRUCCIÓN Y EQUIPAMIENTO DEL RELLENO SANITARIO EL PINALITO

La obra comprende la construcción de un relleno sanitario, incluyendo una planta de tratamiento de lixiviados. Con este proyecto, ambos gobiernos prevén ampliar y mejorar la calidad en el servicio de la recolección, transporte y tratamiento de los desechos sólidos de los municipios de Gracias y Belén, con la visión de crear una capacidad instalada adecuada para brindar un servicio técnico y ambientalmente correcto. (BCIE, 2018)

Con la puesta en marcha del nuevo relleno sanitario, se beneficiará directamente a 66,000 habitantes de los municipios de Gracias y Belén, del departamento de Lempira e indirectamente a más de 31,000 habitantes de los otros municipios de la mancomunidad COLOSUCA.

Las acciones ejecutadas a través de este programa, están alineadas con las políticas de desarrollo del Gobierno de Honduras y del Reino de España y la Estrategia BCIE 2015-2019, específicamente con el Eje Estratégico de Desarrollo Social. (BCIE, 2018)

3.1.3 ANÁLISIS INTERNO

Se aborda el análisis de la situación internacional, estos incluyen datos importantes que sirven para poder entender de mejor manera la problemática actual, y poder concluir la meta que se tiene propuesta.

3.1.3.1 ANÁLISIS DE RESIDUOS SÓLIDOS EN OMOA, CORTÉS

La generación de desechos sólidos ha constituido uno de los problemas fundamentales en el pasar de los años en el municipio de Omoa, su manejo inadecuado al ser transportados ha generado severos problemas ambientales afectando directamente las perspectivas económicas, ecológicas y sociales en la urbe del municipio, entre esta problemática se incluye: degradación de la calidad del ambiente y/o del paisaje, promueve la aparición de organismos vectores de enfermedades y proliferación de microorganismos patógenos atentando a la salud pública, teniendo sus efectos potenciales en los recursos naturales y la biodiversidad que degradan la calidad de vida población. (Alcaldía Municipal de Omoa, 2020, p. 3)

Por otro lado, en la actualidad en la zona urbana del municipio se acumulan residuos y desechos sólidos que dependen también del desarrollo económico, nivel de ingreso de la población y densidad poblacional y todo esto genera un producto per-cápita expresado en kilogramos. Omoa para el 2021 tendrá una población de 45,947 habitantes con una producción per-cápita de 0.54 Kg/ hab-día, con una generación acumulada anual de 34,406 toneladas de desechos sólidos. (Alcaldía Municipal de Omoa, 2020, p. 3)

En estos últimos años se han venido implementando procesos de recolección domiciliaria pero de carácter privado por medio de un camión inadecuado para el transporte de los desechos sólidos y de igual forma se ha estado utilizando un vehículo tipo Pick-up y bicicletas modificadas a lo que conlleva a un mal servicio que ocasiona problemas sociales, económicos y ambientales y

todo debido al escaso criterio técnico sin programación para realizar los procesos de recorrido, barrido de la zona para una provechosa recolección y que de igual manera se llegue a lo más posible a toda la población. (Alcaldía Municipal de Omoa, 2020, p. 3)

La municipalidad de Omoa, ha priorizado en su presupuesto anual la elaboración de un proyecto de intervención pública que conlleva a mejorar el servicio de limpieza pública como ser la recolección de los desechos sólidos de todo el municipio en la zona urbana controlada por la vía o colector como ser la carretera CA-13 que atraviesa todo el municipio. En este contexto se ha visto priorizar el presente proyecto, puesto que la ejecución del mismo permitirá mejorar el manejo de los residuos sólidos mediante un sistema de transporte adecuado en horarios y programación de tiempos y frecuencias de llegada a cada zona establecida y su respectivo traza de rutas diseñadas de manera adecuada según el tipo de calles accesibles, bien distribuidas y construidas o en buen uso y mantenimiento pero con el único objetivo de llegar a toda la población, mejorando la calidad de vida de la población, y del ornato de todo el municipio. (Alcaldía Municipal de Omoa, 2020, p. 3)

3.2 TEORÍA DE SUSTENTO

En base al análisis de la situación actual, se presentan las teorías de sustento. En este apartado del capítulo del marco teórico se expone la teoría existente acerca de las técnicas y estadísticas que se usarán para llevar a cabo la investigación de campo y el análisis e interpretación de los datos obtenidos, con el fin de cumplir con los objetivos del proyecto y dar respuesta a las preguntas de investigación. En las teorías de sustento se expone el alcance, las ventajas y las limitaciones de cada uno de las temáticas que se traten.

3.2.1 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

El análisis coste-beneficio (ACB) es una metodología para evaluar de forma exhaustiva los costes y beneficios de un proyecto (programa, intervención o medida de política), con el objetivo de determinar si el proyecto es deseable desde el punto de vista del bienestar social y, si lo es, en qué medida. Para ello, los costes y beneficios deben ser cuantificados, y expresados en unidades

monetarias, con el fin de poder calcular los beneficios netos del proyecto para la sociedad en su conjunto. Esta metodología muestra además quién gana y quién pierde (y por cuánto) como resultado de la ejecución del proyecto. El ACB se utiliza en la evaluación ex ante como una herramienta para la selección de proyectos alternativos o para decidir si la implementación de un proyecto concreto es socialmente deseable. También puede ser empleado ex post para cuantificar el valor social neto de un proyecto previamente ejecutado. (Análisis Coste-Beneficio, p. 147)

El ACB tiene su fundamento teórico en la Economía del Bienestar, rama del análisis económico que se ocupa de la formulación de proposiciones éticas útiles para determinar la conveniencia de una política concreta o de una particular asignación de recursos. Es por ello que la aplicación del ACB como herramienta de evaluación persiguen como objetivo maximizar el bienestar social, promoviendo la asignación eficiente de los recursos. Sobre estas bases, el ACB desarrolla un marco

Metodológico. (Aguaza & Bienvenido, 2012)

Los pasos comunes a realizar en el análisis costo-beneficio serían los siguientes:

- 1) Formular los objetivos y metas que se persiguen con el proyecto.
- 2) Examinar los requerimientos y limitaciones.
- 3) Determinar y/o estimar en términos monetarios los costos y beneficios relacionados con cada opción.
- 4) Incorporar toda la información importante además de los datos de costos y beneficios de cada una de las alternativas.
- 5) Distribuir los costos y beneficios a través del tiempo.
- 6) Convertir la corriente futura de costos y beneficios a su valor actual.
- 7) Establecer una relación donde los beneficios sean el numerador y los costos el denominador (beneficios/costos).
- 8) Realizar una comparación de las relaciones beneficios-costos en las diferentes propuestas. La mejor solución es la que ofrece el más alto nivel de relación.

- 9) Determinar el beneficio neto de cada posible decisión. Se calcula mediante la diferencia entre los beneficios presentes y futuros y los costos en los que se incurre para su realización.
- 10) Evaluar y comparar cada alternativa.
- 11) Tomar la decisión en función del enfoque utilizado, las metas y los objetivos.

3.2.2 ANÁLISIS INTERVENCIÓN SOCIAL

En cualquier circunstancia, la intervención social implica el reconocimiento de capacidad técnica para responder a las demandas sociales y la concreción de acciones en lo cotidiano. Esta capacidad técnica estaría dada, en el caso de los organismos gubernamentales, por la política social del Estado, que se expresa en programas y proyectos sociales; y, en el caso de los organismos no gubernamentales, como se ha señalado, desde la oposición o el respaldo a dicha política, también bajo la figura, hoy, de proyectos sociales (propia de la planeación y la administración social). (Bermudez & Claudia, 2011)

Entendida de esta manera, la intervención social crea un espacio social alrededor del cual se construyen relaciones fundadas en la ayuda a partir de la búsqueda de respuestas a demandas sociales. Tales relaciones no se establecen aleatoriamente ni de manera homogénea. En efecto, como se ha mencionado, en la intervención social convergen instituciones estatales, no estatales, sociedad civil, organizaciones comunitarias, escuelas, universidades, medios masivos de comunicación, artistas, la población identificada como beneficiaria, etc., y el tipo de relaciones que se establecen entre ellas se ordenan de manera diversa. A esta dinámica presente en este espacio, la identificamos como la emergencia del campo de la intervención social. Esto significa que, tal como lo plantea Bourdieu, en cualquier campo encontraremos una lucha, en tanto se encuentran y coexisten posturas y acciones dispares, maneras de interpretar y narrar diferentes, en ocasiones contrarias entre sí, relaciones de poder, controversias, alianzas, etc. (Bermudez & Claudia, 2011)

Según (Riquelme & Sergio, 2017) Dentro de las teorías de intervención social se encuentran diferentes modelos teóricos:

- 1) Modelos psicológicos que incluye los siguientes enfoques: (psicodinámicos, conductistas, cognitivos, emocionales).
- 2) Modelos filosóficos (humanistas y existenciales)
- 3) Modelos ideológicos (radicales-transformativos)
- 4) Modelos pedagógicos: la función educativa del trabajo social.
- 5) Modelos familiares sistemáticos
- 6) Modelos técnicos, de los cuales se pueden mencionar: gestión de casos y servicios sociales.
- 7) Modelos comunitarios
- 8) Modelos socio-laborales
- 9) Modelos especializados

3.2.3 CRITERIOS DE DISEÑO

3.2.3.1 DISEÑO DE LA CELDA SANITARIA TIPO

Las celdas que contienen los desechos en los rellenos sanitarios son, en esencia, las unidades básicas constructivas de la obra.

En rigor, la celda sanitaria corresponde a los residuos ingresados durante la jornada diaria de funcionamiento del relleno, debidamente acomodados, compactados y cubiertos con una capa apropiada de tierra. Determinar sus dimensiones características es fundamental para programar el desarrollo del relleno. El diseño de la celda tipo de un determinado relleno sanitario implica definir cuatro dimensiones: la longitud del frente de trabajo, la altura de la celda, el espesor de la capa de recubrimiento y el avance diario. (SERNA, 2014, p. 41)

Frente de trabajo

En el caso de rellenos sanitarios mecanizados, el frente de trabajo debe ser lo suficientemente amplio como para permitir la descarga simultánea de varios vehículos recolectores, de manera de evitar la acumulación de éstos en dicho frente en la hora de mayor afluencia.

Por otra parte, la amplitud del frente de trabajo debe limitarse en beneficio del uso eficiente del equipo de compactación, ya que la experiencia indica que el ancho máximo a cubrir por cada equipo compactador no debe exceder cuatro veces el ancho de la placa de empuje. Cabe señalar que el uso eficiente del equipo minimiza la permanencia de basura no cubierta en el frente de trabajo. (SERNA, 2014, p. 41)

Altura de celda puede ser variable

En términos generales, a menor altura, se obtiene una mayor estabilidad estructural del relleno, pero la proporción de material de recubrimiento a utilizar será mayor; en tanto que, a mayor altura, se utilizará menor cantidad de material de recubrimiento y se favorecerán los proyectos de extracción de biogás. (SERNA, 2014, p. 42)

Las alturas recomendadas en el caso de rellenos sanitarios mecanizados, varían entre 2 y 5 metros. Las alturas superiores a 4 metros se utilizan, en general, cuando la celda se apoya sobre paredes laterales o terraplenes resistentes para asegurar su estabilidad estructural. (SERNA, 2014, p. 41)

En el caso de rellenos sanitarios semi-mecanizados y manuales las alturas recomendadas están dentro del rango de 1 a 1,5 metros con el fin de lograr una mayor compactación y evitar riesgos de accidentes a los operadores. . (SERNA, 2014, p. 42)

Espesor de recubrimiento

Queda definido por el espesor mínimo que evita la emergencia de la larva de la mosca, que para el caso de un material compuesto de limo, arcilla y arena es de 10 cm. Para tener un cierto grado de seguridad y ponerse a cubierto frente a la ocurrencia de posibles irregularidades en el espesor de capa de cobertura la literatura técnica internacional recomienda para la capa de recubrimiento

un espesor mínimo de 15 a 20 cm, tanto para rellenos sanitarios mecanizados, como para rellenos sanitarios semi-mecanizados y manuales. . (SERNA, 2014, p. 42)

La pendiente de los taludes laterales y del frente de trabajo recomendada es de 1:3, (1 m de altura por cada 3 m de base), lo que corresponde a un ángulo de aproximadamente 18,4°; pendiente que permite el buen desempeño de los equipos compactadores. La prescripción de taludes con inclinaciones superiores a 1:3 debe justificarse mediante un estudio de estabilidad del relleno que garantice que la obra resistirá las solitudes de los esfuerzos actuantes y que no se producirán deslizamientos. (SERNA, 2014, p. 43)

El avance diario se calcula en base a las dimensiones antes definidas y a la cantidad de residuos sólidos que ingresan diariamente al relleno . (SERNA, 2014, p. 43)

3.2.3.2 CALCULO DE LA VIDA ÚTIL

Además de las dimensiones de la celda tipo, un aspecto importante a considerar al momento de calcular la vida útil del relleno, dice relación con el cambio de densidad que sufren los residuos en su interior durante los procesos de estabilización. (SERNA, 2014, p. 45)

En el caso de los rellenos sanitarios mecanizados, al construir la celda sanitaria los residuos son compactados por la maquinaria hasta alcanzar, dependiendo del equipo utilizado para la compactación, una densidad inicial de 0,60 ton/m³ a 0,85 ton/m³. Esto es, 0.60 a 0.75 ton/m³ si se compacta con bulldozer de oruga y 0.75 a 0,85 ton/m³ si se compacta con equipos una densidad inicial de 0,60 ton/m³ a 0,85 ton/m³, si se compacta con quipos de alta compactación. (SERNA, 2014, p. 45)

Luego de construidas las celdas sanitarias, los procesos de estabilización, la acción del sobrepeso de celdas superiores y el tránsito vehicular hacen que el conjunto de materiales dispuestos se vaya asentando progresivamente e incrementado su densidad dentro del relleno, llegándose a densidades finales de 0,8 a 1,0 ton/m³. (SERNA, 2014, p. 45)

En el caso de los rellenos sanitarios semi-mecanizados y manuales la densidad de los residuos recién compactados es relativamente baja, del orden de 0,40 a 0,50 ton/m³. La densidad final, una vez estabilizados los residuos, alcanza valores entre 0,5 y 0,6 ton/m. (SERNA, 2014, p. 45)

3.2.3.3 IMPERMEABILIZACIÓN DE FONDO Y LATERAL

El proyecto de un relleno sanitario debe considerar el control de la contaminación de aguas y suelos por acción de los lixiviados generados al interior del relleno, dado su potencial contaminante. (SERNA, 2014, p. 49)

El objetivo de la impermeabilización es reducir la infiltración de los lixiviados generados en la masa del relleno a tasas compatibles con la preservación de la calidad de las aguas subterráneas de forma de asegurar sus usos actuales o futuros, y evitar la migración incontrolada de biogás a través del terreno hacia puntos y zonas sensibles. (SERNA, 2014, p. 49)

3.2.3.4 SISTEMA DE CONTROL DE LIXIVIADOS

Una de las características distintivas de los residuos sólidos domésticos en los países en desarrollo es su alto contenido de humedad, la que es aportada fundamentalmente por la fracción orgánica biodegradable. La proporción de agua contenida en los residuos depende de diversos factores tales como las modalidades del expendio de los insumos utilizados en la preparación de alimentos y los hábitos de consumo de la población, las condiciones climáticas imperantes y las formas de acopio de los residuos a la espera de la recolección. (SERNA, 2014, p. 52)

La compactación de los residuos, ya sea al momento de construir las celdas sanitarias o debido al sobrepeso al colocar sobre celdas, es capaz de disminuir la capacidad de campo de los residuos dispuestos. Por su parte, los procesos bioquímicos que se desarrollan al interior de un relleno sanitario, junto con modificar la capacidad de campo de los residuos, aportan líquidos orgánicos adicionales, todo lo cual deriva en que se liberen el agua y los compuestos líquidos orgánicos en exceso. (SERNA, 2014, p. 52)

La composición de los lixiviados, depende de muchos factores, entre los que destacan la composición de los residuos y la cantidad de agua infiltrada, en tanto que la cantidad de lixiviados que se generen depende del balance entre el contenido inicial de humedad, la cantidad del agua externa infiltrada, los procesos bioquímicos al interior del relleno y la evaporación. En términos generales, el volumen de lixiviados generado en un relleno es mucho menor que la cantidad de agua infiltrada, de cualquier origen, a su interior. (SERNA, 2014, p. 52)

La composición de los lixiviados provenientes de un relleno sanitario es muy variable, dependiendo de la etapa de estabilización en que se encuentren los residuos en la zona del relleno que los genera, la dilución que hayan experimentado por aportes de agua externa y la composición de los residuos dispuestos en el relleno. En términos generales los lixiviados provenientes de un relleno sanitario se caracterizan por una alta carga orgánica, -que puede variar entre 10 y 100 veces la carga orgánica de un efluente de alcantarillado-, y contenidos importantes de sales disueltas, compuestos químicos oxidables y metales pesados. En la tabla siguiente se entregan valores que ilustran los rangos dentro de los cuales pueden variar las concentraciones de algunos compuestos químicos contenidos en los lixiviados de rellenos sanitarios tomados de diversas fuentes y estudios hechos en la región. (SERNA, 2014, p. 57)

3.2.3.5 DISEÑO DE UN SISTEMA DE MANEJO DE AGUAS LLUVIAS

Cálculo de Caudal de Crecida

El cálculo de caudales de crecida a interceptar por un sistema de zanjas puede hacerse mediante el empleo de la Fórmula Racional. La aplicación de este método requiere determinar la superficie de la cuenca aportante (A), el coeficiente de esorrentía (C) y una intensidad de precipitación de diseño (I), ésta última es la correspondiente al tiempo de concentración y al período de retorno adoptado. (SERNA, 2014, p. 61)

El tiempo de concentración, es el tiempo que tarda una gota de agua en desplazarse desde el punto más alejado de la cuenca hasta el punto de interés. (SERNA, 2014, p. 61)

3.2.3.6 INTERCEPTACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES AL INTERIOR DEL RELLENO

Adicionalmente a la interceptación de aguas lluvias perimetrales, es necesario diseñar un sistema que permita un manejo de las aguas lluvias que precipitan directamente sobre los sectores ya rellenados y sobre las áreas preparadas para rellenar. (SERNA, 2014, p. 64)

Con este fin es importante prever pendientes apropiadas para las superficies superiores de las celdas y emplazar canaletas de encausamiento que permitan un escurrimiento desde la superficie superior de las celdas hacia sectores externos, sin erosionar la cobertura. (SERNA, 2014, pp. 64-65)

El diseño de todo relleno sanitario debe considerar pendientes no menores al 2% ni mayores al 5% en las superficies superiores de las celdas sanitarias. (SERNA, 2014, p. 65)

Una pendiente mayor al 2% permite asegurar el fácil escurrimiento de las aguas de precipitación hacia los costados de las celdas, minimizando de esta forma su infiltración al interior del relleno y su posterior contaminación con lixiviados, en tanto que una pendiente menor al 5% minimiza la posibilidad de escurrimientos demasiado rápidos, capaces de erosionar y remover el material de cobertura. (SERNA, 2014, p. 65)

3.2.3.7 SISTEMA DE DRENAJE DE LIXIVIADOS

En el caso de ser necesario contar con un sistema de drenaje para evacuar los lixiviados desde el fondo del relleno hasta la laguna de almacenamiento, se dispondrán canaletas de drenaje, las que a su vez conectarán con las tuberías de drenaje, que serán las encargadas de conducir los lixiviados hasta un colector común conectado con el tubo de evacuación destinado a conducir los lixiviados hasta la laguna de almacenamiento. Para estos efectos, conviene dar pendientes adecuadas a la base del relleno, del orden del 1 al 5%-, hacia las canaletas de drenaje de forma de facilitar el escurrimiento de los lixiviados que alcanzan el fondo del relleno. (SERNA, 2014, p. 66)

3.2.3.8 SISTEMA DE CONTROL DE BIOGÁS

Una fracción importante de los residuos que llegan a los rellenos sanitarios corresponde a materia orgánica biodegradable, la que entra rápidamente en un proceso de descomposición por la acción de los microorganismos, -presentes en los residuos y en la tierra de cobertura-, que utilizan esta materia orgánica como nutriente. (SERNA, 2014, p. 69)

La descomposición de los residuos es un fenómeno complejo en el cual los microorganismos, mediante un proceso enzimático, rompen los enlaces de las moléculas orgánicas, descomponiéndolas en sustancias más simples, desprendiendo energía en forma de calor. Al interior de un relleno sanitario este proceso se desarrolla en cuatro fases, de las cuales, la primera corresponde a una etapa esencialmente aeróbica, en tanto que las tres fases siguientes configuran la etapa anaeróbica. (SERNA, 2014, p. 69)

La descomposición aeróbica es un proceso que se desarrolla en presencia de oxígeno y dentro de la celda sanitaria este tipo de descomposición tiene una duración relativamente corta, de solo algunos días. (SERNA, 2014, p. 69)

En los rellenos sanitarios esta fase se sustenta con el aire que queda atrapado en la celda luego de poner el material de cobertura y se extiende hasta que el oxígeno atmosférico atrapado al interior de la celda es totalmente consumido. (SERNA, 2014, p. 69)

Atracción y proliferación de vectores sanitarios capaces de desempeñar un activo rol como transmisores de enfermedades de alta significación en salud pública. Especial mención a este respecto merecen la mosca, los roedores y los mosquitos. (SERNA, 2014, p. 121)

La mosca doméstica es capaz de transportar mecánicamente un grupo importante de gérmenes patógenos, tales como los agentes causales de la fiebre tifoidea y paratifoidea, de las salmonelosis, de las disenterías y de otras enfermedades. (SERNA, 2014, p. 121)

Los roedores, entre los cuales sobresalen las ratas de tipo doméstico, son responsables de los ciclos de transmisión de una gran cantidad de enfermedades entre las cuales cabe destacar el tifus murino, la leptospirosis, las diarreas y la triquinosis. Con frecuencia la existencia de botaderos

a cielo abierto tiene asociada la permanencia de animales domésticos. (SERNA, 2014, pp. 121-122)

La contaminación de suelos debido al depósito indiscriminado de residuos en los botaderos a cielo abierto es habitual. La misma existencia del botadero a cielo abierto se presta para el depósito clandestino de residuos de diversa índole y naturaleza, muchos de ellos peligrosos y altamente contaminantes, los que fácilmente pueden llegar a contaminar masas y cursos de agua superficiales, por arrastre y escorrentías, y napas subterráneas debido a la infiltración de las aguas de precipitación que han entrado en contacto con materiales contaminantes. (SERNA, 2014, p. 122)

Un punto adicional a destacar es la ocurrencia de accidentes entre las personas que concurren o permanecen en un botadero a cielo abierto. La presencia de vidrios quebrados, latas y otros materiales cortopunzantes son causa frecuente de accidentes y lesiones muchas de ellas invalidantes por infecciones subsecuentes y la falta de tratamiento adecuado. (SERNA, 2014, p. 122)

Un aspecto clave para el éxito de un relleno sanitario es el cierre de botaderos a cielo abierto existentes en su área de influencia, por lo que el catastro de los vertederos a cielo abierto y la programación de su clausura debe ser una labor paralela y coordinada con el diseño e implementación de un relleno sanitario y obedecer a un proceso debidamente planificado y no reducirse solo al abandono del botadero a cielo abierto preexistente, ya que se necesita, por una parte, un tiempo prudencial para la adaptación de los usuarios al nuevo sistema y, por otra parte, asegurarse que el botadero a cielo abierto deje de operar y no ofrezca condiciones para su uso ilícito. (SERNA, 2014, p. 123)

El cierre de un botadero a cielo abierto implica desarrollar un plan de cierre previendo el uso que se dará finalmente al lugar. Requerirá como mínimo, la construcción de un cerco perimetral que impida el acceso de personas ajenas al predio, la instalación de la señalética correspondiente al cierre del botadero a cielo abierto y la designación de una o más personas responsables de la

vigilancia de forma de asegurar que en el recinto no se depositarán más residuos. (SERNA, 2014, p. 124)

El cubrimiento de los residuos una vez ordenados y compactados deberá hacerse con una capa de tierra de al menos 60 cm de espesor y prever una capa final de vegetación con el fin de evitar la erosión por escurrimientos superficiales. (SERNA, 2014, p. 124)

3.3 MARCO CONCEPTUAL

Para tener una idea más fácil de lo que queremos demostrar en nuestra investigación, a continuación, se presentaran diferentes términos que se utilizaron a lo largo de nuestra extensa investigación.

1) Residuos Solidos

“Un material que ya ha hecho su trabajo o cumplido su misión, se desecha en forma de residuo. Por lo tanto, un residuo se convierte en algo inservible y sin valor económico para la mayoría de la gente. Estos residuos pueden eliminarse, destinándose a vertederos o a su enterramiento, o reciclarse para usarse nuevamente” (Sanchez J. , 2020)

2) Residuos Domiciliarios

“Se define como aquellos residuos generados en las actividades domésticas realizadas en los domicilios. Estos comprenden los restos de alimentos, periódicos, revistas, botellas, embalajes en general, latas, cartón, pañales descartables, restos de aseo personal y otros similares” (Zelada Zegarra, 2013-2014, p. 10)

3) Residuos Comerciales

Son aquellos residuos generados durante el desarrollo de las actividades comerciales. Están constituidos mayormente por papel, plásticos, embalajes diversos, restos de aseo personal, latas, entre otros similares como aquellos generados en los establecimientos comerciales de bienes y servicios, tales como centros de abastos de alimentos, restaurantes, supermercados, tiendas,

bares, bancos, oficinas de trabajo, entre otras actividades comerciales y laborales análoga. (Zelada Zegarra, 2013-2014, p. 11)

4) Residuos de limpieza de Espacios Públicos

“Como su nombre lo indica, son aquellos residuos generados por los servicios de barrido y limpieza de pistas, veredas, plazas, parques y otras áreas públicas, independientemente del proceso de limpieza utilizado. El barrido de calles y espacios públicos puede realizarse de manera manual o con la ayuda de equipamiento” (Zelada Zegarra, 2013-2014, p. 11)

5) Residuos de los establecimientos de Atención de Salud y Centros Médicos de apoyo

Son aquellos residuos generados en las actividades para la atención e investigación médica, en establecimientos como hospitales, clínicas, centros y puestos de salud, laboratorios clínicos, consultorios, entre otros afines. Estos son los referidos residuos se caracterizan por estar contaminados con agentes infecciosos o por contener altas concentraciones de microorganismos potencialmente peligrosos (v. gr. agujas hipodérmicas, gasas, algodones, medios de cultivo, órganos patológicos y material de laboratorio). (Zelada Zegarra, 2013-2014, p. 12)

6) Residuos de las Actividades de Construcción

“Son aquellos residuos generados en las actividades y procesos de construcción, rehabilitación, restauración, remodelación y demolición de edificaciones e infraestructuras. Se definen como aquellos residuos fundamentalmente inertes que son generados en las actividades de construcción y demolición de obras, tales como edificios, puentes, carreteras, represas, canales y otros similares” (Zelada Zegarra, 2013-2014, p. 12)

7) Residuos Peligrosos y No Peligrosos

Los residuos sólidos peligrosos son aquellos residuos que por sus características o el manejo al que son sometidos representan un riesgo significativo para la salud de las personas o el ambiente, se consideran peligrosos los que presenten por lo menos una de las siguientes características: autocombustibilidad, explosividad, corrosividad, reactividad, toxicidad, radiactividad o patogenicidad. Por el contrario, se consideran no peligrosos aquellos residuos que por sus

características o el manejo al que son sometidos no representan un riesgo significativo para la salud de las personas o el ambiente. (Zelada Zegarra, 2013-2014, p. 13)

8) Residuos de Gestión Municipal

“Son aquellos generados en domicilios, comercios y por actividades que generan residuos similares a estos, cuya gestión ha sido encomendada a las municipalidades” (Zelada Zegarra, 2013-2014, p. 13)

La gestión de estos residuos es de responsabilidad del municipio desde el momento en que el generador los entrega a los operarios de la entidad responsable de la prestación del servicio de residuos sólidos, o cuando los dispone en el lugar establecido por dicha entidad para su recolección. (Zelada Zegarra, 2013-2014, p. 14)

9) Residuos de Gestión No Municipal

“Son aquellos residuos generados en los procesos o actividades no comprendidos en el ámbito de gestión municipal. Su disposición final se realiza en rellenos de seguridad, los que pueden ser de dos tipos:

- a. Relleno de seguridad para residuos peligrosos, en donde se podrán manejar también residuos no peligrosos.
- b. Relleno de seguridad para residuos no peligrosos” (Zelada Zegarra, 2013-2014, p. 14)

10) Residuos Orgánicos

“Residuos de origen biológico (vegetal o animal), que se descomponen naturalmente, generando gases (dióxido de carbono y metano, entre otros) y lixiviados en los lugares de tratamiento y disposición final. Mediante un tratamiento adecuado, pueden reaprovecharse como mejoradores de suelo y fertilizantes (compost, humus, abono, entre otros)” (Zelada Zegarra, 2013-2014, p. 14)

11) Residuos Inorgánicos

“Residuos de origen mineral o producidos industrialmente que no se degradan con facilidad. Pueden ser reaprovechados mediante procesos de reciclaje” (Zelada Zegarra, 2013-2014, p. 14)

12) Gestión de Residuos Sólidos

“Es un conjunto de operaciones (recogida, transporte, reciclado, reutilización, eliminación), realizadas en el curso de la gestión de los desechos, así como el control de esos procesos y su reglamentación” (Cesuma, n.d.)

La solución de las principales tareas de la gestión de residuos en cualquier lugar, tiene como objetivo reducir el impacto negativo de los residuos domésticos e industriales en la salud humana y en la ecología. La gestión de los procesos en esta área también es importante por razones económicas (los residuos son un material reciclable y reutilizable barato) y estéticas. (Cesuma, n.d.)

13) Tratamiento de Residuos

“Tratamiento es el proceso, técnica o método utilizado para modificar los componentes y características de los residuos sólidos orgánico e inorgánicos, para reducir o eliminar los potenciales daños que le pueden causar a la salud o medio ambiente” (OEFA, 2014, p. 17)

14) Botaderos

“Un botadero es el lugar donde se disponen los residuos sólidos sin ningún tipo de control; los residuos no se compactan ni cubren diariamente y eso produce olores desagradables, gases y líquidos contaminantes. Muchas veces en los botaderos existen recicladores y criadores de cerdos que ponen en riesgo la salud y contaminan el ambiente” (DIGESA, 2004, p. 5)

15) Relleno Sanitario

Un relleno sanitario es un lugar destinado a la disposición final de desechos o basura, en el cual se toman múltiples medidas para reducir los problemas generados por otro método de tratamiento de la basura como son los tiraderos, dichas medidas son, por ejemplo, el estudio

meticuloso de impacto ambiental, económico y social desde la planeación y elección del lugar hasta la vigilancia y estudio del lugar en toda la vida del vertedero. (Vargas Fuentes, 2016, p. 50)

16) Lixiviado

“Este líquido proviene de desechos muy heterogéneos en composición y arrastra todo tipo de contaminantes muchos de ellos en concentraciones elevadas, por lo que es catalogado como uno de los más complejos y difíciles de tratar, al contener concentraciones elevadas de contaminantes orgánicos e inorgánicos incluyendo ácidos húmicos, nitrógeno amoniacal y metales pesados, además de sales inorgánicas” (Najera Aguilar, pág. 3)

3.4 MARCO LEGAL

- Decreto No. 104-93. Ley General del Ambiente. Título IV. Capítulo I

Artículo 66. Los residuos sólidos y orgánicos provenientes de fuentes domésticas, industriales o de la agricultura, ganadería, minería, usos públicos y otros, serán técnicamente tratados para evitar alteraciones en los suelos, ríos, lagos, lagunas y en general en las aguas marítimas y terrestres, así como para evitar la contaminación del aire.

Artículo 67. Corresponde a las municipalidades en consulta con la Secretaría de Estado en el Despacho de Salud Pública u otros organismos técnicos, adoptar un sistema de recolección, tratamiento y disposición final de estos residuos, incluyendo las posibilidades de su reutilización o reciclaje.

- Decreto 134-90. Ley de Municipalidades.

Artículo 76. Las Municipalidades no están obligadas a recoger y disponer los desperdicios que se produzcan como resultado de complejos procesos industriales que se operan en establecimientos fabriles, en talleres, en minas y otros lugares análogos, debiendo aplicarse en estos casos lo dispuesto en el Artículo anterior.

- Capítulo VII. Reglamento General de Salud Ambiental.
- Acuerdo 1567-2010. Manejo Integral de los Residuos Sólidos No Especiales.

Sección Segunda

Generación y Tipo de Residuo

Artículo 45.- Para efectos de este Reglamento, como una aproximación para el diseño de los sistemas de gestión de residuos sólidos, se deberá adoptar la siguiente información sobre producción per cápita, en el entendido que deberá ser verificada para cada comunidad del país.

- a) Residuos Sólidos Residenciales 0.45Kg/hab/día
- b) Residuos Sólidos Comerciales 0.15Kg/hab/día
- c) Barrido de Calles 0.05Kg/hab/día

Artículo 46.- Para efectos de implementar planes de gestión de residuos sólidos, la separación en la fuente podrá hacerse con los siguientes residuos: papel, vidrio, plástico, metales y materia orgánica. Lo anterior no limita otro tipo de separaciones, de acuerdo a la cantidad y tipo de residuo generado.

Sección Quinta

Tratamiento y Disposición Final

Artículo 62.- Para la disposición final de los residuos sólidos no especiales, se adopta el método de relleno sanitario como la alternativa técnica y económica más conveniente.

Artículo 63.- Para los efectos de este Reglamento, los rellenos sanitarios se clasifican, según su forma de operación, en: Relleno Sanitario Manual, Relleno Sanitario Mecanizado y Relleno Sanitario Semi Mecanizado. Los detalles de ubicación, construcción y operación de los rellenos se detallan en el Manual para la Gestión Integral de Residuos Sólidos que emitirá la Secretaría de Estado en los Despachos de Recursos Naturales y Ambiente.

Artículo 64.- Toda propiedad que se destine para la disposición de residuos sólidos, mediante la técnica de relleno sanitario, deberá presentar las siguientes características.

- a) Estar ubicada a una distancia prudencial de zonas de recarga de acuíferos o de fuentes de abastecimiento de agua potable. De tal forma, que se garantice que dichas zonas de recarga no estén expuestas a una posible contaminación;
- b) El suelo debe reunir características adecuadas de impermeabilidad y profundidad del nivel de aguas subterráneas, de tal forma, que se garantice la conservación de los acuíferos de las zonas, en caso de que existan;
- c) Contar con suficiente material para la cobertura diaria de los residuos depositados durante la vida útil del relleno. En caso de no contar con material suficiente, se deberá

contar con bancos de préstamo alternativos;

d) Estar ubicado fuera de zonas de inundación, pantanos y marismas, y a una distancia mayor de 150 metros de la crecida mayor de ríos y marea mayor del mar, respectivamente. Cuando la corriente de agua sirva para abastecimiento de la población, el terreno debe ubicarse fuera del área de drenaje del cuerpo de agua;

e) Estar ubicado fuera del perímetro urbano, en un sitio de fácil y rápido acceso por carretera o camino transitable en cualquier época del año, a una distancia no menor de 1 kilómetro del límite de dicho perímetro. Los municipios en los que, por su condición geográfica, esta distancia no pueda ser cumplida, deberán hacer una negociación con el municipio aledaño;

f) Estar ubicado fuera de las áreas protegidas debidamente declaradas por la Autoridad Competente, servidumbre de paso de acueductos, canales de riego, alcantarillados, oleoductos y líneas de conducción de energía eléctrica;

g) Estar ubicada a una distancia no menor de 200 metros de fallas geológicas;

h) Cumplir con el resto de disposiciones establecidas en el Manual para la Gestión Integral de Residuos Sólidos que emitirá la Secretaría de Estado en los Despachos de Recursos Naturales y Ambiente.

Artículo 65.- Todo relleno sanitario, independientemente del tipo y tamaño para su emplazamiento, elementos de diseño y funcionamiento, debe cumplir con los lineamientos

establecidos en el Manual para la Gestión Integral de Residuos Sólidos que emitirá la

IV. METODOLOGÍA

El estado de los residuos sólidos (RS) en el mundo actual es un problema real debido a los altos niveles de contaminación que, tarde o temprano, obligará a los países a actuar para evitar en lo

posible la contaminación mediante la implementación, promoción y sustentación de estrategias; el medio ambiente y responder a las necesidades de los vecinos en la prestación de los mejores servicios de limpieza, buscando la sostenibilidad en la dinámica socioambiental mediante la optimización del uso de los residuos sólidos.

4.1 ENFOQUE

La metodología de estudio es el desarrollo de procedimientos específicos que nos ayudan a delimitar la información exacta que desea utilizar. La investigación que se está realizando se define mediante un enfoque cuantitativo ya que el estudio se plantea datos numéricos, recolección de datos y estadísticas.

La municipalidad de Omoa aplico encuestas, investigaciones para recopilar y registrar datos de información relacionados con la población y su producción de residuos sólidos, los cuales se han podido utilizar para determinar el diseño del relleno sanitario y correspondiente a ello la actualización del mismo.

4.2 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

4.2.1 TABLA DE VARIABLES DE OPERACIONALIZACIÓN

En la tabla 2 se determinaron las variables de operacionalización del proyecto, el cual se incluye la problemática planteada para el proyecto, así como el objetivo general y los objetivos específicos, además las preguntas de investigación y las variables dependientes e independientes determinadas.

Tabla 2-Tabla de Variables de Operacionalización

Título: Actualización de Datos para Relleno Sanitario en Omoa, Cortés					
Problema	Objetivo General	Preguntas de Investigación	Objetivos Específicos	Variables Independientes	Variables Dependientes
<p>¿La basura es un gran contaminante visual como también representa riesgos a la salud de los habitantes de Omoa y alrededores, lo cual para solucionar este problema se debe diseñar un relleno sanitario que satisfaga la cantidad de desechos sólidos que produce la ciudad, y se plantee crear rutas de recolección para trasladar los desechos de cada comunidad al sitio contemplado como relleno sanitario?</p>	<p>Actualizar los datos del relleno sanitario registrados en la tesis OMOA-Relleno sanitario del 2016 con el propósito de satisfacer la demanda de desechos sólidos generados en Omoa. Evaluando y actualizando los datos demográficos y replanteo de la topografía.</p>	<p>1) Al efectuar una actualización en el levantamiento topográfico ¿Se produce algún cambio en lo que respecta al terreno delimitado para el proyecto relacionado al levantamiento elaborado al año 2016?</p>	<p>1) Relacionar y comparar si existe algún cambio en el levantamiento efectuado en el año 2016 con el que se hizo en el tiempo actual.</p>	<p>Replanteo de levantamiento topográfico</p>	

Continuación Tabla 2...

2) ¿Cuál es la cuantificación de desechos sólidos produce la comunidad de Omoa y alrededores?	2) Identificar la cantidad y tipo de desechos sólidos que se tendrán en el relleno sanitario.	Tipología de desechos solidos	Actualización de datos Relleno Sanitario en Omoa, Cortes
3) ¿Qué características tendrá el relleno sanitario que se implementará en el sitio?	3) Determinar qué características tendrá el relleno sanitario para satisfacer la demanda de desechos sólidos.	Características del Relleno	
4) ¿Qué normas ambientales se deben en tomar en consideración para el relleno sanitario?	4) Determinar las normas ambientales que se deben en tomar en cuenta para este proyecto y como entrarían en vigor.	Procedimiento y normas	
5) Según la actualización de datos, ¿Habrà algún cambio significativo al diseño del relleno sanitario planteado y el impacto que tendrá dicho proyecto?	5) Comparar los datos que anteriores demostrados con los obtenidos a la actualidad y determinar cuál es el impacto que este tendrá.	Contenido de propuesta	

Fuente: (Sánchez, Martínez & Mejía, 2022)

Como se observa en la Tabla 2 se expone el contenido correspondiente a identificar las variables dependientes e independientes, de los aspectos que se aplicaron en la actualización del proyecto asignado.

4.2.2 DIAGRAMA DE VARIABLES DE OPERACIONALIZACIÓN

En la ilustración 2 se puede observar la relación que existe entre la variable dependiente y las variables independientes, esto para tener un mejor concepto de cómo se relacionan y la operacionalización de las variables que se definieron anteriormente:

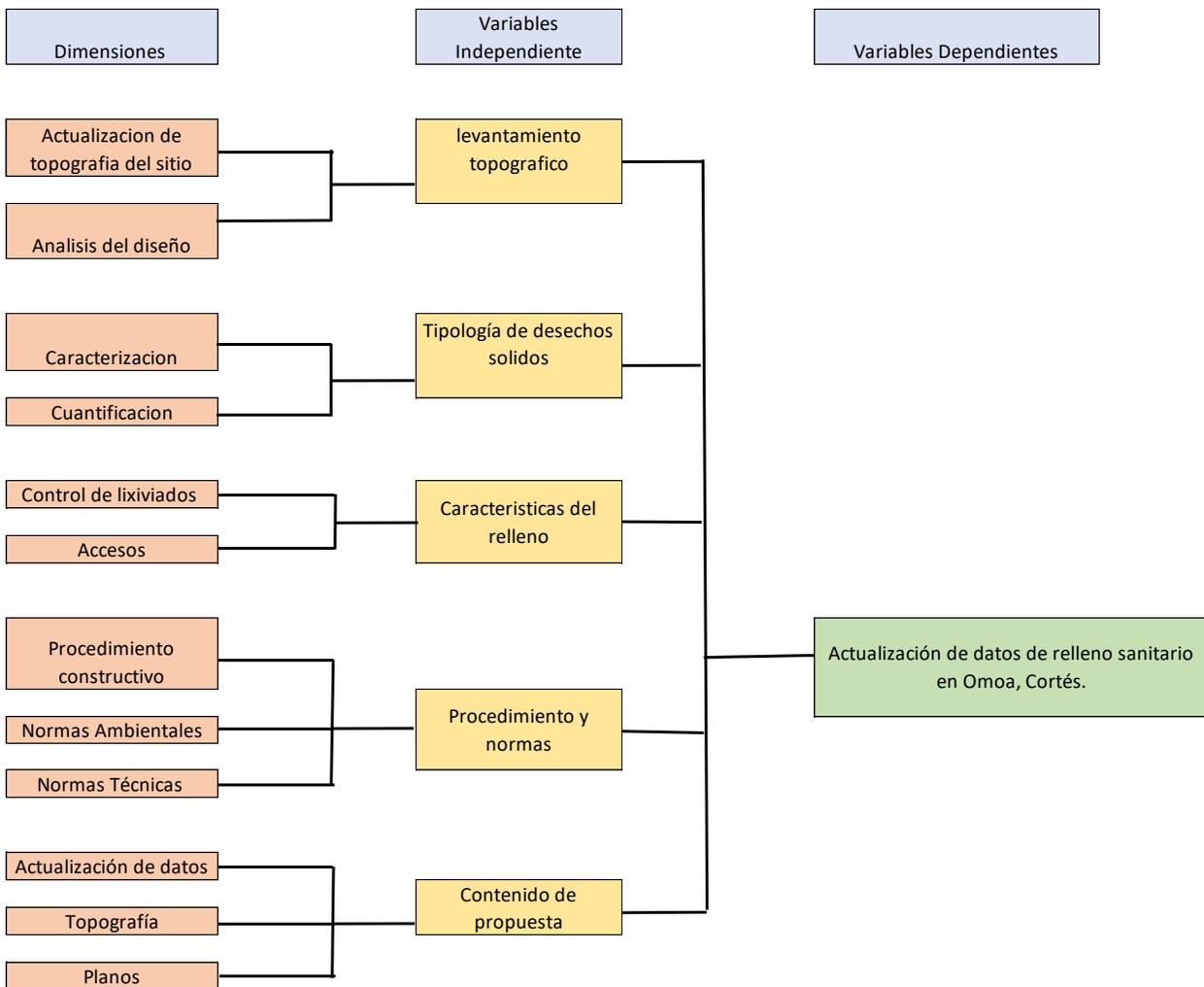


Ilustración 2-Dimensión de Variables de Operacionalización

Fuente: (Sánchez, Martínez & Mejía, 2022)

4.2.3 TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 3- Tabla de Operacionalización de Variables

Variable Independiente	Definición		Dimensiones	Indicadores	Ítems	Unidades	Escala
	Conceptual	Operacional					
Replanteo de levantamiento topografía	En este apartado se actualizará el levantamiento topográfico del sitio.	Se hará un replanteo del sitio donde se tomarán puntos de referencias para actualizar el sitio.	Actualización de topografía en sitio	Replanteo	¿Como se planteará el replanteo del sitio?	Ubicación de puntos para replanteo	1
			Actualización de diseño	Actualización de diseño	¿Como se planteará el diseño del proyecto en el sitio?	Invasión Topografía	1 2
Tipología de desechos solidos	Identificación de cómo se puede clasificar los residuos sólidos que se recolectan para tener un mejor control de cómo es que se compone todos estos residuos y una mejor noción de cuales podrían ser dañinos y cuáles no.	Se debe clasificar que residuos sólidos se pueden reutilizar y cuales se desechan de manera literal.	Caracterización	Separación	¿Como se clasificarán los residuos sólidos?	Residenciales Comerciales Industriales Hospitalarios	1 2 3 4
			Cuantificación	Proporción	¿Como se va calcular la cantidad de desechos sólidos?	Balanza Camión	1 2

Continuación Tabla 3...

Características del relleno	Los requerimientos que se deben emplear con respecto a la planificación y diseño de una obra que se planea ejecutar.	Variables de forma numérica que haga constatar que los cálculos empleados están elaborados de manera correcta.	Control de lixiviados	Mantenimiento	¿Como se manejarán los lixiviados?	Fisicoquímicos Biológicos	1 2
			Accesos	Conexiones	¿Qué rutas de acceso son las más favorables para llegar al sitio?	Entradas camiones Salidas camiones	1 2
Procedimiento y normas	Manuales, normas técnicas que deben de tomarse en consideración para la implementación del diseño para cada obra determinada.	Procedimientos y normas aprobadas como base de diseño que se deben cumplir.	Procedimiento constructivo	Especificaciones	¿Qué especificaciones se tomarán en cuenta?	Topografía Estudio de suelo	1 2
			Normas ambientales	Impacto	¿Qué normas ambientales se tomarán en cuenta?	Normas ambientales de MiAmbiente	1
			Normas técnicas	Directrices	¿Qué medidas se tomarán en consideración?	Manual de Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios en Honduras	1

Continuación Tabla 3...

Contenido de propuesta	Presentación detallada de la información recauda por medio de investigación, procesos técnicos en el sitio , así como información gráfica que nos ayude a detallar de manera más optima lo que se quiere exponer.	Identificar la propuesta que se quiere implementar para el diseño de este por medio de contenido relevante para la comprensión de este.	Actualización de datos	Renovar	En base a la actualización, ¿en el diseño se deberá hacer algún cambio?	Población Invasión Cantidad de desechos	1 2 3
			Topografía	Replanteo	¿Qué método topográfico se utilizará?	Ubicación de nuevos puntos	1
			Planos	Diseño	¿Qué tipo de diseño se utilizará?	Normas Especificaciones AutoCAD	1 2 3

Fuente: (Sánchez, Martínez & Mejía, 2022)

1

2

4.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

Para el proyecto se deberán usar ciertas técnicas e instrumentos que nos ayudarán a facilitar la información, técnicas, visitas y poder establecer un diseño de relleno sanitario para satisfacer la demanda de residuos sólidos que produce la ciudad de Omoa y sus alrededores.

4.3.1 INSTRUMENTOS

La utilización de los instrumentos que se detallaran a continuación, fue de manera idónea ya que nos proporcionó elaborar un proyecto con toda la recopilación de datos que se obtuvieron para dar una calidad a lo que se quería elaborar.

1) Microsoft Word

Word es un programa informático que cumple con la función de un procesador de textos, es decir, con él se pueden elaborar, leer, editar y guardar textos creados por nosotros o por alguien más. Word se utiliza en casi todos los ámbitos que necesiten la creación de textos, por lo cual, es indispensable para trabajos escolares, de oficina o cualquier profesión ligada a las palabras. (Sanchez & Gerardo, n.d.)



Ilustración 3-Microsoft Word

Fuente: (Microsoft Office, 2022)

2) Microsoft Power Point

Es un componente estándar del software de la suite Microsoft Office de la empresa y se incluye junto con Word, Excel y otras herramientas de productividad de Office, lo que ha ayudado a su popularidad. En Microsoft PowerPoint se presentan diapositivas para transmitir información con elementos en multimedia. Este programa se utiliza para crear presentaciones comerciales complejas, esquemas educativos simples y mucho más. . (apen, n.d.)



Ilustración 4-Microsoft

PowerPoint

Fuente: (Microsoft Office, 2022)

3) Microsoft Excel

Excel es una herramienta muy eficaz para obtener información con significado a partir de grandes cantidades de datos. También funciona muy bien con cálculos sencillos y para realizar el seguimiento de casi cualquier tipo de información. La clave para desbloquear todo este potencial es la cuadrícula de las celdas. Las celdas pueden contener números, texto o fórmulas. Los datos se escriben en las celdas y se agrupan en filas y columnas. Esto permite sumar datos, ordenarlos y filtrarlos, ponerlos en tablas y crear gráficos muy visuales. Veamos los pasos básicos para empezar. (Sanchez & Gerardo, n.d.)



Ilustración 5-Microsoft Excel

Fuente: (Microsoft Office, 2022)

4) Microsoft Project:

Microsoft Project es un software diseñado por Microsoft y usado por millones de colaboradores, administradores y jefes de proyectos. Tiene diversas funciones, cada una de ellas asignadas para dar seguimiento a procesos, gestionar presupuestos, evaluar ritmos y cargas laborales, asignar recursos, desarrollar planes y más. El programa utiliza, además, múltiples gráficos al estilo de diagramas de Gantt. (ESAN, 2018)



Ilustración 6-Microsoft Project

Fuente: (Microsoft Office, 2022)

5) Autodesk AutoCAD Civil 3D

AutoCAD Civil 3D es un software o programa, el cual permite llevar a cabo procesos de diseño y de documentación, en cuanto diferentes proyectos de ingeniería civil, los cuales pueden resistir flujos de trabajo en términos de BIM, es decir Building Information Modeling por sus siglas en inglés o Modelado de información de construcción.

En este sentido, es un software que ofrece la posibilidad de hacer que los procesos tengan mayor coherencia, a generar respuestas más rápidas ante cualquier cambio y a ver el rendimiento de cada proyecto de mejor manera. (AUTODESK JOURNAL, n.d.)



Ilustración 7: Autodesk AutoCAD Civil 3D

Fuente: (Imasgal, 2022)

6) Google Meet

Google Meet está diseñado para unirse a videoconferencias ya iniciadas, además trae consigo múltiples opciones como la de realizar llamadas de voz, compartir pantalla con los demás integrantes de la reunión, enviar mensajes textuales y grabar las reuniones hechas en caso de querer repasar ciertos puntos después o de que algún participante no haya estado disponible. (mundocuentas, n.d.)



Ilustración 8-Google Meet

Fuente: (Google, 2022)

7) Estación Total Trimble C-5

Es robusta y confiable con un diseño de fácil uso. Limita la fatiga del operador incluso en las condiciones de trabajo más duras. En un amplio rango de proyectos y en distintas configuraciones de todo el mundo, el instrumento C5 trabaja duro, capturando rápidamente medidas precisas y eliminando el tiempo de inactividad. Ofrece la configuración fácil que los usuarios de Trimble esperan. (GEOTECNOLOGIAS, n.d.)



Ilustración 9- Estación total Trimble C-5

Fuente: (Google, 2022)

8) Trípode topográfico

Los trípodes topográficos se utilizan para entregar soporte a variados instrumentos de medición tales como estaciones totales, taquímetros, láseres o niveles automáticos de topografía. Sus patas incluyen regatones de hierro y estribos que permite su fijación en el terreno. (GEOCOM, n.d.)



Ilustración 10-Trípode Topográfico

Fuente: (Google, 2022)

9) Prisma topográfico

Es un aparato, empleado para medición en topografía, de forma circular que se encuentra constituido por un conjunto de cristales. Así, la función que cumple dichos cristales es la de proyectar la señal EMD que produce un teodolito electrónico o una estación total. De esta manera, la distancia se calcula con base en el tiempo que transcurre en ir y venir al emisor. (GEOTECNOLOGIAS, n.d.)

En este sentido, se distingue como el objetivo ubicado sobre un sitio desconocido y es captado por la estación total que sintoniza el láser. Luego, éste hace que dicho láser se regrese hacia el aparato. (GEOTECNOLOGIAS, n.d.)



Ilustración 11-Prisma

Topográfico

Fuente: (SOUTH Geosystems, 2022)

10) Estacas

Es un objeto largo y afilado de madera que se clava en el suelo. Tiene muchas aplicaciones, como demarcador de una sección de terreno, para anclar en ella cuerdas para levantar una edificación de cualquier tipo. También se usa mucho en los levantamientos topográficos para definir puntos especiales. (Google Sites, n.d.)



Ilustración 12-Estacas para Topografía

Fuente: (Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2022)

11) Clavos

Es un objeto delgado y alargado con punta filosa hecho de un metal duro (por lo general acero), utilizado para sujetar dos o más objetos. Un clavo puede ser "clavado" sobre el material a trabajar utilizando un martillo. (WIKIPEDIA, 2022)



Ilustración 13-Clavos

Fuente: (WIKIPEDIA, 2022)

12) Machete

Es una herramienta de corte, también utilizada como arma; es como un cuchillo largo, pero más corto que una espada. (WIKIPEDIA, 2022)

Comúnmente mide menos de 60 cm y tiene un solo filo. Se utiliza para segar la hierba, cortar la caña de azúcar, podar plantas o como arma blanca. (WIKIPEDIA, 2022)



Ilustración 14-Machete

Fuente: (Grainger, 2022)

4.3.2 TÉCNICAS

En este apartado se detallarán las diferentes técnicas utilizadas a lo largo del proyecto de vinculación asignado en este periodo.

4.3.2.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El levantamiento topográfico consiste en un acopio de datos para poder realizar, con posterioridad, un plano que refleje el mayor detalle y exactitud posible del terreno en cuestión. Además de ser vital para la elaboración del plano del terreno, el levantamiento topográfico es una herramienta muy importante durante los trabajos de edificación porque con ellos se van poniendo las marcas en el terreno que sirven como guía la construcción.

Por eso, al realizar el terreno, es fundamental que se cuente con un buen levantamiento topográfico. Se necesitará un levantamiento topográfico para el terreno que se plantea usar como relleno sanitario para satisfacer la demanda de desechos sólidos que incrementa que día más.

La instrumentación necesaria para realizar levantamientos topográficos consta de equipos que miden ángulos, desniveles, distancias y coordenadas. Existen instrumentos óptico-mecánicos como las brújulas taquimétricas, los teodolitos y los taquímetros.

Con el GPS como instrumento electro-óptico con el que se pueden llevar a cabo los distintos tipos de medidas que antes necesitan con equipos diferentes. Se trata de las estaciones totales. Las estaciones totales son el resultado de incorporar un distanciómetro (medidor de distancias) a un teodolito electrónico. Con la estación total se puede calcular a tiempo real distancias, elevaciones o desniveles de distintos puntos.

Además, de la estación total, los receptores con GPS también se han convertido en un instrumento de gran utilidad en los trabajos relacionados con el levantamiento topográfico. Son especialmente útiles para determinar de manera precisa y exacta las coordenadas de los terrenos reduciendo al mínimo los márgenes de error.

4.3.2.2 REUNIONES

En esta parte se habla acerca de las reuniones con nuestros asesores y encargados del proyecto en la municipalidad, en la primera reunión con los encargados de la municipalidad hicimos un reconocimiento de sitio, notamos la situación del vertedero y la problemática que este causaba junto con el impacto, lo encontramos en unas situaciones precarias. En la siguiente reunión se tocó el tema de cuando se iba a realizar y se aclaró que no se debía tocar mucho el diseño ya que se había presentado una propuesta con el diseño anterior, básicamente se tenía que realizar una actualización habitante y ver si el terreno seguía en las mismas condiciones. En nuestra reunión con nuestro asesor Ingeniero Sergio Paredes se tocó la parte del levantamiento topográfico y revisión acerca de ello, básicamente fue ver como se había hecho la actualización del levantamiento topográfico con los puntos seleccionados. Nuestra reunión con el Ingeniero Oscar Castro fue Revisión de parte legal ambiental sobre diseño de rellenos sanitarios, también se platicó el tema de marcos jurídicos y por último la orientación de parte ambiental.

4.3.2.3 REVISIONES BIBLIOGRÁFICAS

En esta parte de la técnica se sometió a revisiones de documentos referentes al asignado para el proyecto, con el fin de tener una noción de que debe llevar nuestro documento para un mejor entendimiento y mejorar o actualizar la información a la fecha más reciente como acto para satisfacer lo antes mencionado.

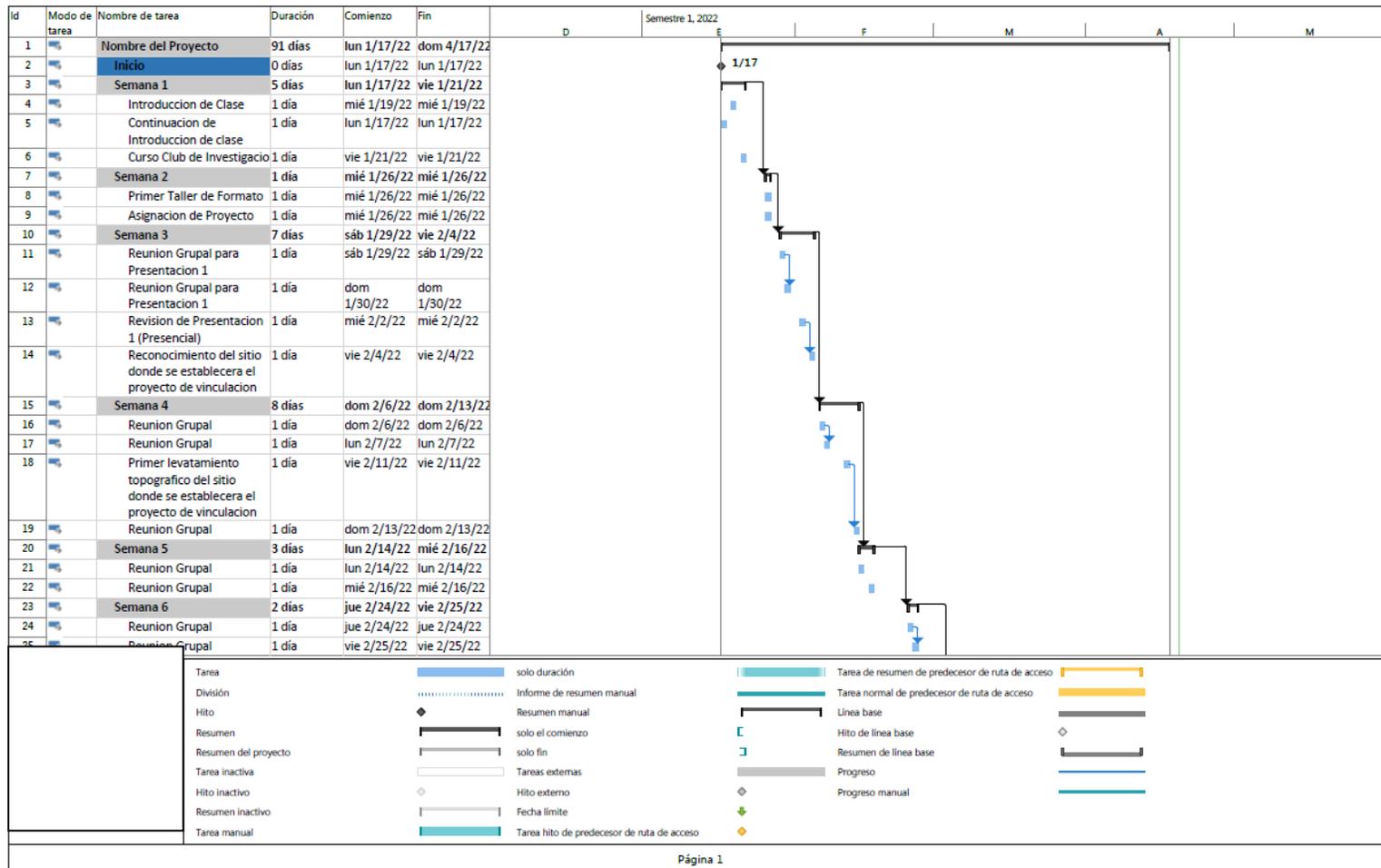
4.4 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

En las siguientes ilustraciones se presentarán el cronograma de actividades a lo largo del plan de trabajo que se hizo durante el periodo que comprendió este proyecto.

Las actividades realizadas durante la primera semana corresponden al estudio del tema del proyecto en el que se proponen diferentes áreas que son proyectos de investigación y proyectos de vinculación siendo la de mayor preferencia el título de este proyecto que se prolonga hasta la mitad de la semana.

Una vez asignado el tema en la semana tres se procedió a la búsqueda del ingeniero asesor. Continuamos el calendario realizando búsqueda de información y redactándola para completar los capítulos del uno al cuatro teniendo reuniones parciales con el asesor temático y metodológico. En las semanas siguientes, se procedió a hacer reuniones grupales por medio de la herramienta de Google Meet donde cada reunión nos proponíamos avanzar ciertos puntos en el informe, revisar la información recopilada, etc.

En el transcurso de las semanas, se hicieron cuatro levantamientos topográficos para actualizar el sitio y levantamiento topográfico elaborado en el año 2016, en el cual al año actual se observó que hubo cambios en el sitio, por el cual se debe actualizar conforme a lo que se encuentra en el sitio. En semana 10 se comenzó la elaboración de la tesis con toda la información recopilada y la actualización del levantamiento topográfico que se hizo, además realizando investigaciones y realizando decisiones respecto a el contenido del entregable el cual fue fundamentado de acuerdo a las condiciones que se nos presentaron y cubrir las necesidades que la municipalidad necesitan, prosiguiendo al envío de la tesis y el entregable final al ingeniero metodológico.



Z

Ilustración 15-Cronograma de actividades parte 1

Fuente: (Sánchez, Martínez & Mejía, 2022)

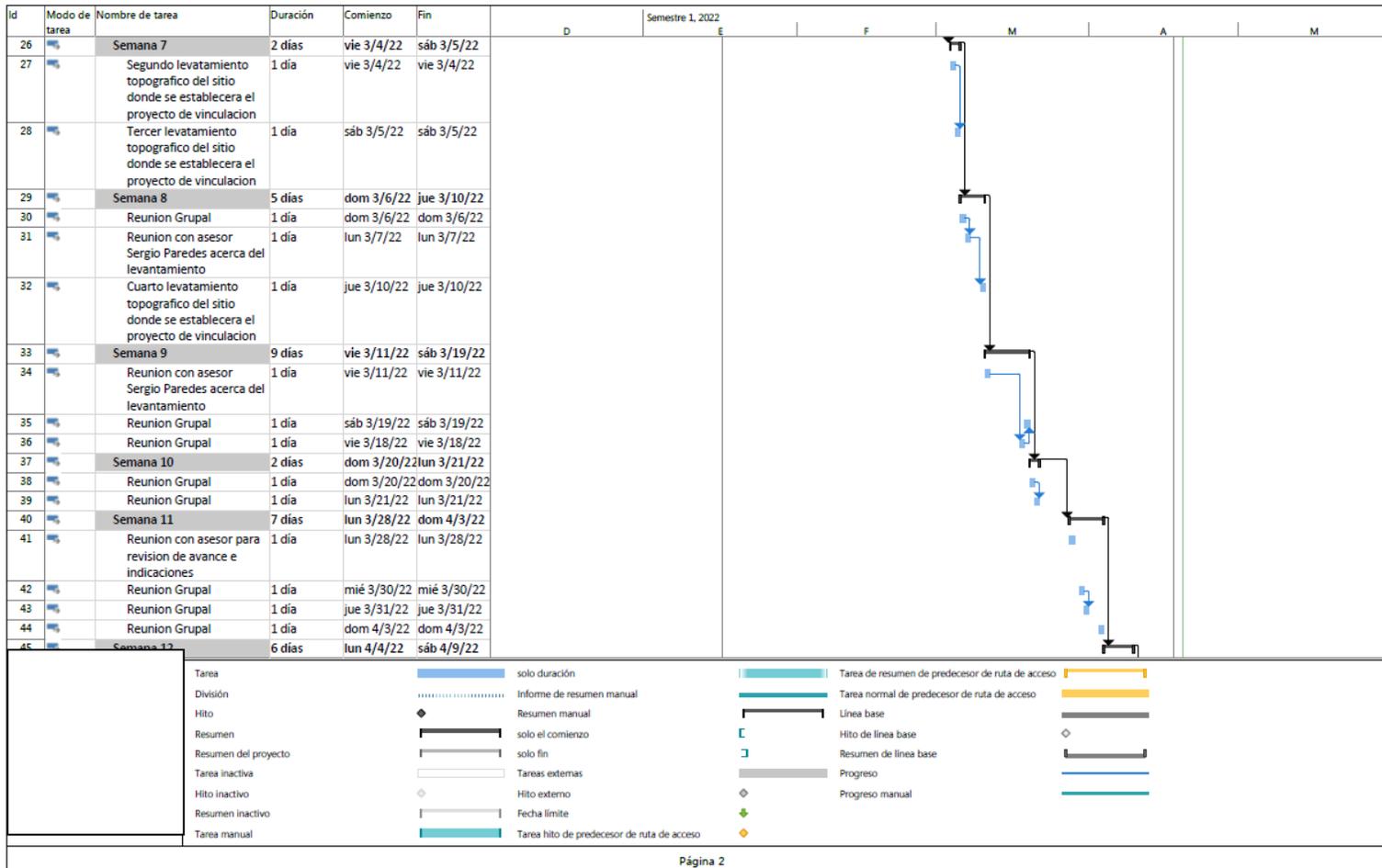


Ilustración 16-Cronograma de actividades parte 2

Fuente: (Sánchez, Martínez & Mejía, 2022)

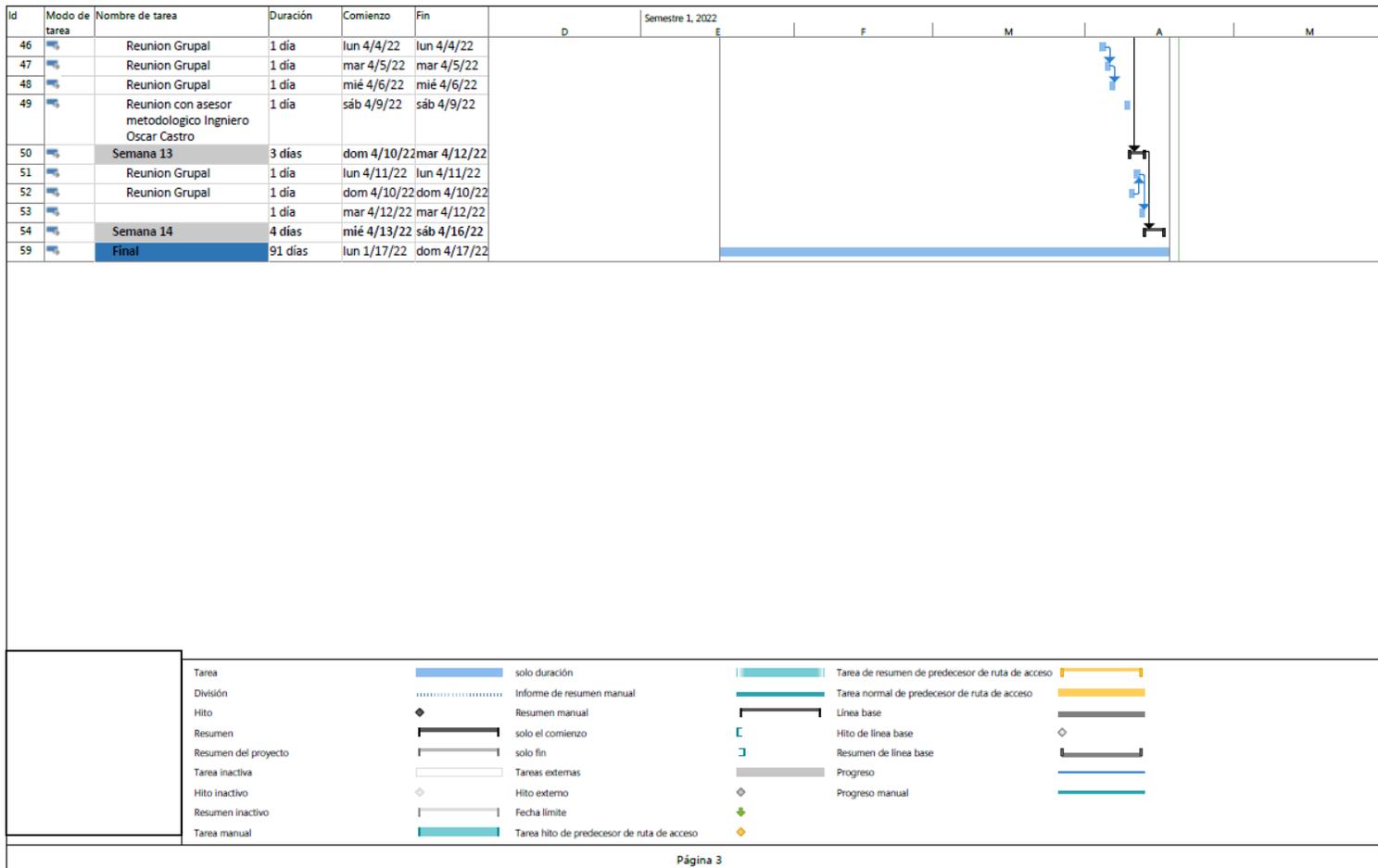


Ilustración 17-Cronograma de actividades parte 3

Fuente: (Sánchez, Martínez & Mejía, 2022)

V. ANÁLISIS Y RESULTADOS

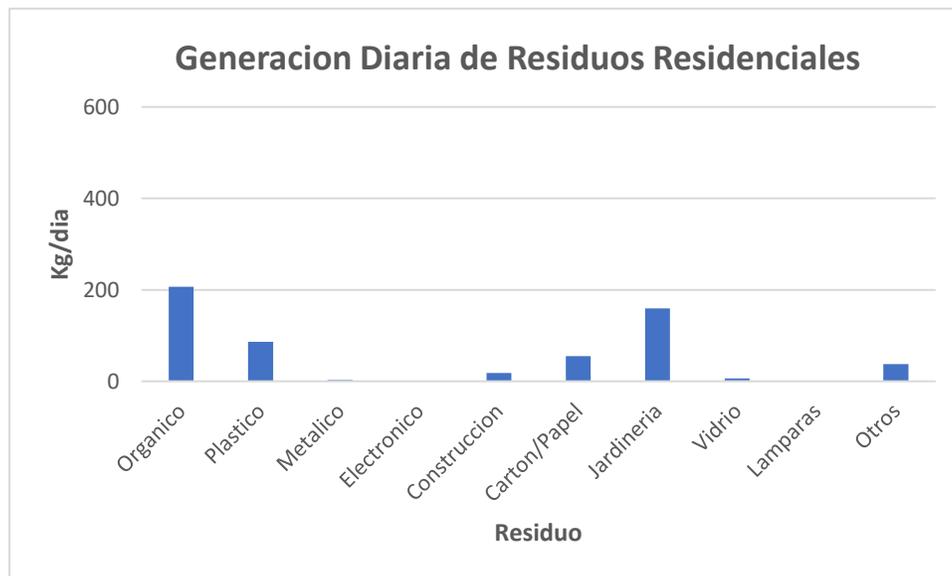
5.1 CUANTIFICACIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS EN OMOA

Para identificar la situación de los residuos sólidos generados en el municipio de Omoa, se realizó inicialmente una evaluación de línea base, que permitiera la generación por tipo, las características generales, sistemas de recolección y disposición actuales del municipio.

Tabla 4-Generación diaria de Residuos Residenciales

Residuo	Generación kg/día	Porcentaje de Generación
Orgánico	206.72	36.14
Plástico	86.07	15.05
Metálico	2.66	0.47
Electrónico	0.32	0.06
Construcción	18.18	3.18
Cartón/Papel	55.13	9.64
Jardinería	159.48	27.88
Vidrio	6.23	1.09
Lámparas	-	-
Otros	37.27	6.52
Totales	572.08	100.00

Fuente: (ONU, MiAmbiente, Municipalidad de Omoa & CNP+LH, 2017)



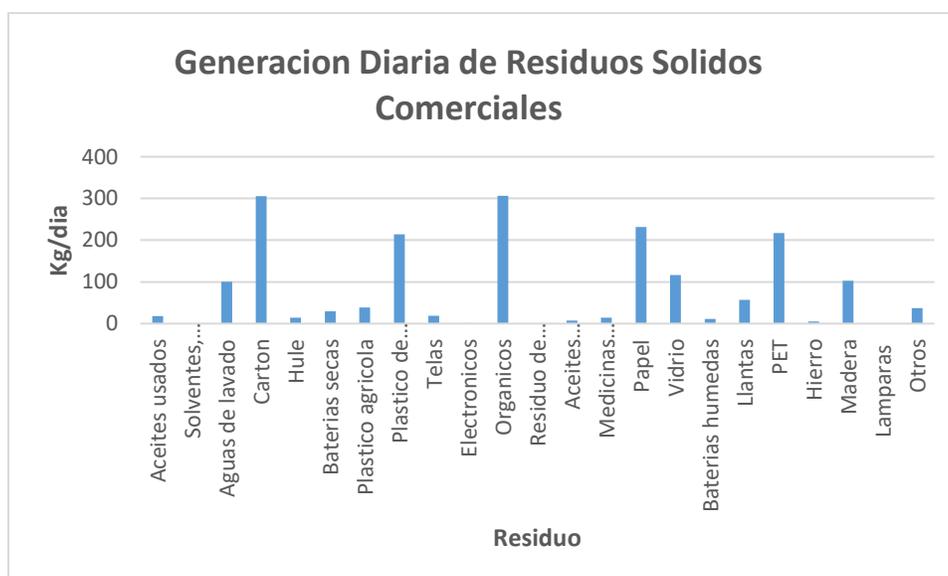
Grafica 1- Generación Reportada de Residuos Residenciales

Fuente: (ONU, MiAmbiente, Municipalidad de Omoa & CNP+LH, 2017)

Tabla 5-Generación diaria de Residuos Sólidos Comerciales

Residuo	Generación kg/día	Porcentaje de Generación
Aceites Usados	18.41	1.00
Solventes, pinturas, barnices	0.29	0.02
Aguas de lavado	100.58	5.44
Cartón	305.91	16.55
Hule	13.96	0.76
Baterías secas	29.22	1.58
Plástico agrícola	38.57	2.09
Plástico de empaque	214.32	11.59
Telas	18.96	1.03
Electrónicos	0.97	0.05
Orgánicos	306.23	16.56
Residuo de construcción	0.65	0.04
Aceites dieléctricos	7.14	0.39
Medicinas vencidas	14.16	0.77
Papel	231.67	12.53
Vidrio	116.66	6.31
Baterías húmedas	10.91	0.59
Llantas	57.21	3.09
PET	217.14	11.74
Hierro	5.32	0.29
Madera	102.73	5.56
Lámparas	0.32	0.02
Otros	37.47	2.03
Totales	1,848.81	100.00

Fuente: (ONU, MiAmbiente, Municipalidad de Omoa & CNP+LH, 2017)



Grafica 2- Generación Reportada de Residuos Residenciales

Fuente: (ONU, MiAmbiente, Municipalidad de Omoa & CNP+LH, 2017)

Tabla 6-Comportamiento de los residuos marinos en función del relleno sanitario

Categoría de Residuo	Peso (kg)	Porcentaje
Poliestireno	0.45	4.42
PET	2.90	28.18
Calzado de Hule	3.18	30.94
Polietileno	2.27	22.10
Hospitalario y peligroso	0.57	5.52

Fuente: (ONU, MiAmbiente, Municipalidad de Omoa & CNP+LH, 2017)

Nota: Como parte de la parte de reciclaje de esta basura, la municipalidad tuvo un convenio con empresas donde usaran el PET en materiales de construcción como ser compuesto en cemento para procesos constructivos o como materiales de relleno.

5.2 RESULTADOS DE DESECHOS SÓLIDOS PARA EL AÑO 2016

En esta parte se mostrarán los resultados que obtuvieron en el año 2016, calculados y corroborados y relacionados a la población que se tenía en ese año y la cantidad de residuos sólidos que se tomaban.

Como observamos en la tabla 7 se estimaron la cantidad de habitantes por año por medio de las fórmulas de población futura, la producción per cápita como dato estadístico, así como la cantidad de desechos sólidos como se va aumentando de manera anual en cantidades de kilogramos y toneladas.

Tabla 7-Cantidad de residuos sólidos calculados desde el año 2016

año	población (hab)	Ppc (kg/hab-día)	CANTIDAD DESECHOS SOLIDOS				
			Diaria (Kg)	Diaria (Ton)	Anual (kg)	Anual (Ton)	Acumulada (Ton)
	_(1)	_(2)	_(3)	3_1	_(4)	_(5)	_(6)
2016	48,402	0.51	24,685.02	24.69	9010,032	9,010	9,010
2017	49,544	0.52	25,520.26	25.52	9314,896	9,315	18,325

2018	50,714	0.52	26,383.77	26.38	9630,075	9,630	27,955
2019	51,910	0.53	27,276.49	27.28	9955,918	9,956	37,911
2020	53,135	0.53	28,199.41	28.20	10292,786	10,293	48,204
2021	54,389	0.54	29,153.57	29.15	10641,053	10,641	58,845
2022	55,673	0.54	30,140.01	30.14	11001,104	11,001	69,846
2023	56,987	0.55	31,159.83	31.16	11373,337	11,373	81,219
2024	58,332	0.55	32,214.15	32.21	11758,165	11,758	92,977
2025	59,708	0.56	33,304.15	33.30	12156,014	12,156	105,133
2026	61,118	0.56	34,431.03	34.43	12567,325	12,567	117,701
2027	62,560	0.57	35,596.04	35.60	12992,553	12,993	130,693
2028	64,036	0.57	36,800.46	36.80	13432,169	13,432	144,125
2029	65,548	0.58	38,045.64	38.05	13886,660	13,887	158,012
2030	67,095	0.59	39,332.96	39.33	14356,529	14,357	172,369
2031	68,678	0.59	40,663.83	40.66	14842,297	14,842	187,211
2032	70,299	0.60	42,039.73	42.04	15344,501	15,345	202,555
2033	71,958	0.60	43,462.18	43.46	15863,697	15,864	218,419
2034	73,656	0.61	44,932.77	44.93	16400,461	16,400	234,820
2035	75,394	0.62	46,453.12	46.45	16955,387	16,955	251,775
2036	77,174	0.62	48,024.90	48.02	17529,090	17,529	269,304

Fuente: (Omoa – Relleno Sanitario, 2016)

En la tabla 7 se miran reflejados los datos obtenidos para los desechos sólidos estimados para cada año con una proyección de diseño de 20 años.

En la tabla 8 podemos observar las fórmulas utilizadas para estimar la cantidad de habitantes por año, así como la producción de desechos sólidos diarios y producción per cápita como parte del análisis.

Tabla 8 - Formulas utilizadas para cálculo de producción de desechos solidos

(1)	$Pf = Po (1 + r)^n$
	Pf = Población futura
	Po = Población actual
	r = Tasa de crecimiento poblacional
	n = variable en años de diseño
	n = año final - año inicial
(2)	Producción per cápita
	$ppc2 = ppc1 * t$
	t = tasa de crecimiento anual de la ppc (1% anual)
	t = 0.01
(3)	Producción de desechos sólidos diarios
	$RSUd = Población \times ppc$

Fuente: (Omoa – Relleno Sanitario, 2016)

En la tabla 8 se miran reflejados las fórmulas utilizadas en la tabla 7 para el cálculo para población futura y la producción de desechos sólidos estimados.

5.3 VOLUMEN DE DESECHOS SÓLIDOS PARA EL AÑO 2016

Como observamos en la tabla 9 se estimaron la cantidad de volumen de desechos sólidos de manera diaria y anual para determinar la cantidad de volumen compactado que se tendrá gradualmente y la cantidad de material de cobertura que se estimará todo esto en metros cúbicos.

En la tabla 9 podremos observar el volumen de desecho compactos y el material de cobertura, ambos reflejados diarios y anualmente.

Tabla 9- Cálculo de cantidad de Volumen de Desechos Sólidos Compactados y Materia de Cobertura

VOLUMEN DESECHOS SOLIDOS					
Compactados			Material de cobertura m3		
Diario (m3)	Anual (m3)	Anual Acum.(m3)	Diario (m3)	Anual (m3)	Anual Acum. (m3)
_(7)	_(8)	_(9)	_(10)	_(11)	_(12)
34	12,405	12,405	7	2,481	2,481
35	12,780	25,185	7	2,556	5,037
36	13,166	38,350	7	2,633	7,670
37	13,563	51,914	7	2,713	10,383
38	13,973	65,886	8	2,795	13,177
39	14,395	80,281	8	2,879	16,056
41	14,830	95,111	8	2,966	19,022
42	15,277	110,388	8	3,055	22,078
43	15,739	126,127	9	3,148	25,225
44	16,214	142,341	9	3,243	28,468
46	16,704	159,045	9	3,341	31,809
47	17,208	176,253	9	3,442	35,251
49	17,728	193,981	10	3,546	38,796
50	18,263	212,244	10	3,653	42,449
52	18,815	231,059	10	3,763	46,212
53	19,383	250,442	11	3,877	50,088
55	19,968	270,410	11	3,994	54,082
56	20,571	290,982	11	4,114	58,196
58	21,193	312,174	12	4,239	62,435
60	21,833	334,007	12	4,367	66,801
62	22,492	356,499	12	4,498	71,300

Fuente: (Omoa – Relleno Sanitario, 2016)

En la tabla 9 se miran reflejados el cálculo de desechos sólidos compactados y el material de cobertura que se calculó.

En la tabla 10 podemos observar las fórmulas utilizadas para estimar la cantidad de desechos sólidos diarios y el material de cobertura que se utilizará en el análisis.

Tabla 10 - Formulas utilizadas para cálculo de producción de desechos solidos

_(6)	Desechos sólidos diarios
	$RSUdc = RSUd \times 7/6 / Dc$
	7/6 = siete días de prod./ 6 días de rec.
_(10)	Material de Cobertura (MC)
	$MC = RSUd \times 0.2$
	MC = Entre 20% y 25% del vol. Comp.

Fuente: (Omoa – Relleno Sanitario, 2016)

En la tabla 10 se miran reflejados las fórmulas utilizadas en la tabla 9 para el cálculo para desechos sólidos diarios y el material de cobertura.

Como observamos en la tabla 11 se estimaron la cantidad de volumen de desechos sólidos de manera diaria y anual para determinar la cantidad de volumen estabilizados que se tendrán de manera anual y así como nos indica los criterios de diseño.

Tabla 11-Cálculo de Volumen de desechos sólidos y Total Acumulado

VOLUMEN DESECHOS SOLIDOS				
Estabilizados anual (m3)	Estabilizados anual Acum.(m3)	Relleno Sanitario		
		(DS+MC) Diario m3	(DS+MC) Anual m3	Acum (m3)
_(13)	_(14)	_(15)	_(16)	_(17)
10,338	10,338	41	12,819	12,819
10,650	20,987	42	13,206	26,024
10,971	31,959	43	13,604	39,629
11,303	43,261	45	14,015	53,644
11,644	54,905	46	14,439	68,083
11,996	66,901	47	14,875	82,957
12,358	79,259	49	15,324	98,281
12,731	91,990	50	15,787	114,068

13,116	105,106	52	16,263	130,331
13,512	118,617	53	16,755	147,086
13,920	132,537	55	17,261	164,346
14,340	146,877	57	17,782	182,128
14,773	161,651	58	18,319	200,447
15,219	176,870	60	18,872	219,319
15,679	192,549	62	19,442	238,761
16,153	208,701	64	20,029	258,790
16,640	225,342	66	20,634	279,424
17,143	242,485	68	21,257	300,681
17,661	260,145	70	21,899	322,580
18,194	278,339	72	22,560	345,140
18,743	297,082	74	23,242	368,382

Fuente: (Omoa – Relleno Sanitario, 2016)

La tabla 11 se miran reflejados los cálculos y fórmulas utilizadas para los residuos sólidos estabilizados y compactados con el nuevo valor de producción.

5.4 ÁREA REQUERIDA Y LIXIVIADOS PARA EL AÑO 2016

En la tabla 12 podremos ver el área requerida y lixiviados.

Tabla 12- Calculos para Área Requerida y Lixiviados

AREA REQUERIDA		Lixiviados			
Relleno Sanitario (m2)	Relleno Sanitario Acum. (m2)	diarios (m3)	diarios Acum. (m3)	anuales (m3)	anuales Acum. (m3)
_(18)	_(19)	_(20)	_(21)	_(22)	_(23)
2,564	2,564	12	12	3,589	3,589
2,641	5,205	13	25	3,698	7,287
2,721	7,926	13	38	3,809	11,096
2,803	10,729	13	51	3,924	15,020
2,888	13,617	14	65	4,043	19,063
2,975	16,591	14	80	4,165	23,228
3,065	19,656	15	94	4,291	27,519
3,157	22,814	15	109	4,420	31,939
3,253	26,066	16	125	4,554	36,493
3,351	29,417	16	141	4,691	41,184
3,452	32,869	17	158	4,833	46,017

3,556	36,426	17	175	4,979	50,996
3,664	40,089	18	192	5,129	56,125
3,774	43,864	18	210	5,284	61,409
3,888	47,752	19	229	5,444	66,853
4,006	51,758	19	248	5,608	72,461
4,127	55,885	20	268	5,778	78,239
4,251	60,136	20	288	5,952	84,191
4,380	64,516	21	309	6,132	90,322
4,512	69,028	22	331	6,317	96,639
4,648	73,676	22	353	6,508	103,147

Fuente: (Omoa – Relleno Sanitario, 2016)

En la tabla 12 se miran reflejados el cálculo de área requerida y lixiviados que se calculó.

Con la tabla se hace el siguiente diseño para:

- La laguna de lixiviados tiene una capacidad de almacenamiento de 196 m³
- La laguna de lixiviados tiene una profundidad 1.00 metros, taludes con pendiente de 1:2, dos en horizontal y uno en vertical.

Características de la laguna de lixiviados:

- Área superior 16.00 m. x 14.00 m.
- Área inferior 12.00 m. x 14.00 m.
- Profundidad 1.00 m.
- Volumen: 196 m³

En la tabla 13 podremos ver la actualización del área requerida y lixiviados en 2017

Tabla 13 -Cálculo de Área Requerida y Lixiviados para el año 2017

AREA REQUERIDA		Lixiviados			
Relleno Sanitario (m ²)	Relleno Sanitario Acum. (m ²)	diarios (m ³)	diarios Acum. (m ³)	anuales (m ³)	anuales Acum. (m ³)
_(18)	_(19)	_(20)	_(21)	_(22)	_(23)
4,345	4,345	21	21	6,083	6,083

4,492	8,837	22	42	6,289	12,371
4,644	13,481	22	65	6,501	18,873
4,801	18,281	23	88	6,721	25,594
4,963	23,245	24	111	6,949	32,543
5,131	28,376	25	136	7,184	39,727
5,305	33,681	25	161	7,427	47,154
5,484	39,166	26	188	7,678	54,832
5,670	44,836	27	215	7,938	62,770
5,862	50,698	28	243	8,207	70,977
6,060	56,758	29	272	8,484	79,461
6,265	63,023	30	302	8,771	88,232
6,477	69,500	31	333	9,068	97,301
6,696	76,197	32	365	9,375	106,676
6,923	83,120	33	399	9,692	116,368
7,157	90,277	34	433	10,020	126,388
7,399	97,677	35	468	10,359	136,747
7,650	105,327	37	505	10,710	147,457
7,909	113,235	38	543	11,072	158,529
8,176	121,411	39	582	11,447	169,976
8,453	129,864	41	623	11,834	181,810

Fuente: (Relleno Sanitario-Ajuste de Datos, 2017)

En la tabla 13 se miran reflejados el cálculo de área requerida y lixiviados que se calculó, podremos observar un incremento en las tablas a comparación del 2016.

5.5 RESULTADOS DE DESECHOS SÓLIDOS PARA EL AÑO 2017

En esta parte se mostrarán los resultados que obtuvieron en el año 2017, calculados y corroborados y relacionados a la población que se tenía en ese año y la cantidad de residuos sólidos que se tomaban.

En la tabla 14 podremos observar los datos obtenidos para los desechos sólidos estimados para cada año, que muestra un incremento en el porcentaje de la producción de desechos sólidos per cápita.

Tabla 14-Cantidad de residuos sólidos calculados desde el año 2017

año			CANTIDAD DESECHOS SOLIDOS
-----	--	--	---------------------------

	población (hab)	Ppc (kg/hab- día)	Diaria (Kg)	Diaria (Ton)	Anual (kg)	Anual (Ton)	Acumulada (Ton)
	_(1)	_(2)	_(3)	3_1	_(4)	_(5)	_(6)
2016	48,402	0.51	24,685.02	24.69	9010,032	9,010	9,010
2017	49,544	0.52	25,520.26	25.52	9314,896	9,315	18,325
2018	50,714	0.52	26,383.77	26.38	9630,075	9,630	27,955
2019	51,910	0.53	27,276.49	27.28	9955,918	9,956	37,911
2020	53,135	0.53	28,199.41	28.20	10292,786	10,293	48,204
2021	54,389	0.54	29,153.57	29.15	10641,053	10,641	58,845
2022	55,673	0.54	30,140.01	30.14	11001,104	11,001	69,846
2023	56,987	0.55	31,159.83	31.16	11373,337	11,373	81,219
2024	58,332	0.55	32,214.15	32.21	11758,165	11,758	92,977
2025	59,708	0.56	33,304.15	33.30	12156,014	12,156	105,133
2026	61,118	0.56	34,431.03	34.43	12567,325	12,567	117,701
2027	62,560	0.57	35,596.04	35.60	12992,553	12,993	130,693
2028	64,036	0.57	36,800.46	36.80	13432,169	13,432	144,125
2029	65,548	0.58	38,045.64	38.05	13886,660	13,887	158,012
2030	67,095	0.59	39,332.96	39.33	14356,529	14,357	172,369
2031	68,678	0.59	40,663.83	40.66	14842,297	14,842	187,211
2032	70,299	0.60	42,039.73	42.04	15344,501	15,345	202,555
2033	71,958	0.60	43,462.18	43.46	15863,697	15,864	218,419
2034	73,656	0.61	44,932.77	44.93	16400,461	16,400	234,820
2035	75,394	0.62	46,453.12	46.45	16955,387	16,955	251,775
2036	77,174	0.62	48,024.90	48.02	17529,090	17,529	269,304

Fuente: (Relleno Sanitario-Ajuste de Datos, 2017)

En la tabla 14 se miran reflejados los datos obtenidos para los desechos sólidos estimados para cada año con una proyección de diseño de 20 años que se muestra un incremento en el porcentaje de la producción de desechos sólidos per cápita.

5.6 VOLUMEN DE DESECHOS SÓLIDOS PARA EL AÑO 2017

En la tabla 15 vamos a observar cuanto fue el cálculo de desechos sólidos compactados y el material de cobertura para el año 2017.

Tabla 15-Cálculo de cantidad de Volumen de Desechos Sólidos Compactados y Materia de Cobertura para el año 2017

VOLUMEN DESECHOS SOLIDOS					
Compactados			Material de cobertura m3		
Diario (m3)	Anual (m3)	Anual Acum.(m3)	Diario (m3)	Anual (m3)	Anual Acum. (m3)
_(7)	_(8)	_(9)	_(10)	_(11)	_(12)
58	21,023	21,023	12	4,205	4,205
60	21,735	42,758	12	4,347	8,552
62	22,470	65,228	12	4,494	13,046
64	23,230	88,459	13	4,646	17,692
66	24,017	112,475	13	4,803	22,495
68	24,829	137,304	14	4,966	27,461
70	25,669	162,974	14	5,134	32,595
73	26,538	189,511	15	5,308	37,902
75	27,436	216,947	15	5,487	43,389
78	28,364	245,311	16	5,673	49,062
80	29,324	274,635	16	5,865	54,927
83	30,316	304,951	17	6,063	60,990
86	31,342	336,293	17	6,268	67,259
89	32,402	368,695	18	6,480	73,739
92	33,499	402,193	18	6,700	80,439
95	34,632	436,825	19	6,926	87,365
98	35,804	472,629	20	7,161	94,526
101	37,015	509,645	20	7,403	101,929
105	38,268	547,912	21	7,654	109,582
108	39,563	587,475	22	7,913	117,495
112	40,901	628,376	22	8,180	125,675

Fuente: (Relleno Sanitario-Ajuste de Datos, 2017)

En la tabla 15 se miran reflejados el cálculo de desechos sólidos compactados y el material de cobertura que se calculó para el año 2017.

En la tabla 16 podemos observar las fórmulas utilizadas para el cálculo para desechos sólidos diarios y el material de cobertura para el año 2017.

Tabla 16 - Formulas utilizadas para cálculo de producción de desechos solidos

_(6)	Desechos sólidos diarios
	$RSUdc = RSUd \times 7/6 / Dc$
	7/6 = siete días de prod./ 6 días de rec.
_(10)	Material de Cobertura (MC)
	$MC = RSUd \times 0.2$
	MC = Entre 20% y 25% del vol. Comp.

Fuente: (Relleno Sanitario-Ajuste de Datos, 2017)

En la tabla 15 se miran reflejados las fórmulas utilizadas en la tabla 14 para el cálculo para desechos sólidos diarios y el material de cobertura para el año 2017.

La tabla 17 se observan los cálculos y fórmulas para encontrar el nuevo valor de producción.

Tabla 17-Cálculo de Volumen de desechos sólidos y Total Acumulado para el año 2017

VOLUMEN DESECHOS SOLIDOS				
Estabilizados anual (m3)	Estabilizados anual Acum.(m3)	Relleno Sanitario		
		(DS+MC) Diario m3	(DS+MC) Anual m3	Acum (m3)
_(13)	_(14)	_(15)	_(16)	_(17)
17,520	17,520	69	21,724	21,724
18,112	35,632	71	22,459	44,183
18,725	54,357	74	23,219	67,403
19,359	73,716	76	24,005	91,407
20,014	93,729	79	24,817	116,224
20,691	114,420	82	25,657	141,881
21,391	135,811	84	26,525	168,406
22,115	157,926	87	27,422	195,829
22,863	180,789	90	28,350	224,179
23,637	204,426	93	29,310	253,488
24,436	228,862	96	30,301	283,789
25,263	254,126	100	31,326	315,116
26,118	280,244	103	32,386	347,502
27,002	307,246	107	33,482	380,985
27,915	335,161	110	34,615	415,600
28,860	364,021	114	35,786	451,386

29,837	393,858	118	36,997	488,384
30,846	424,704	122	38,249	526,633
31,890	456,594	126	39,543	566,176
32,969	489,562	130	40,881	607,057
34,084	523,647	134	42,265	649,322

Fuente: (Relleno Sanitario-Ajuste de Datos, 2017)

La tabla 17 se miran reflejados los cálculos y fórmulas utilizadas para los residuos sólidos estabilizados y compactados con el nuevo valor de producción.

5.7 PROYECCIÓN DE RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS PARA EL AÑO 2017

En la tabla 18 vamos a observar la recolección de desechos sólidos diariamente en distintas comunidades.

Tabla 18 - Periodos de Recolección de Desechos Sólidos en días

Comunidad	Población 2013 (INE)	Población 2016	PPC	Diaria (Kg)	Diaria (Ton)	Días en llenarse	Días de Recolección por semana
Omoa	7533	8066	0.51	4114	4.11	2	3 veces
Barra de Cuyamel	140	150	0.51	76	0.08	105	1 vez al mes
Barra de Motagua	195	209	0.51	106	0.11	75	1 vez al mes
Corinto	1594	1707	0.51	870	0.87	9	Cada 15 días
Cortesito	693	742	0.51	378	0.38	21	1 vez al mes
Cuyamel	7781	8332	0.51	4249	4.25	2	3 veces
Cuyamelito	793	849	0.51	433	0.43	18	1 vez al mes
Chachuala	1536	1645	0.51	839	0.84	10	Cada 15 días
Chivana	1500	1606	0.51	819	0.82	10	Cada 15 días
El Paraíso	1385	1483	0.51	756	0.76	11	Cada 15 días
La Camisa	575	616	0.51	314	0.31	25	1 vez al mes
Los Laureles	292	313	0.51	159	0.16	50	1 vez al mes
Masca	1511	1618	0.51	825	0.83	10	Cada 15 días

Milla 4	1362	1458	0.51	744	0.74	11	Cada 15 días
Milla 3	642	687	0.51	351	0.35	23	1 vez al mes
Muchilena	977	1046	0.51	534	0.53	15	Cada 15 días
Tulián Rio	4063	4351	0.51	2219	2.22	4	1 vez
Potrerillos	1794	1921	0.51	980	0.98	8	Cada 15 días
Pueblo Nuevo	1034	1107	0.51	565	0.56	14	Cada 15 días
Rio Coto	77	82	0.51	42	0.04	190	1 vez al mes
Rio Chiquito	1560	1670	0.51	852	0.85	9	Cada 15 días
San Carlos	619	663	0.51	338	0.34	24	1 vez al mes
San José Jalisco	997	1068	0.51	544	0.54	15	Cada 15 días
Suyapa o García	471	504	0.51	257	0.26	31	1 vez al mes
Tulián Campo	1195	1280	0.51	653	0.65	12	Cada 15 días
Tegucigalpa	4020	4305	0.51	2195	2.20	4	1 vez
Veracruz	682	730	0.51	372	0.37	21	1 vez al mes

Fuente: (Relleno Sanitario-Ajuste de Datos, 2017)

En la tabla 18 se mira la recolección de desechos sólidos diariamente en distintas comunidades, también podemos observar los días que se tardan en llenar y cuantos días por semana se hace la recolección.

En la tabla 19 vamos a observar la recolección de desechos sólidos en días al año en distintas comunidades en el 2017

Tabla 19 - Periodos de recolección de desechos sólidos en días al año 2017

Comunidad	Población 2016	Población 2017	PPC	Diaria (Kg)	Diaria (Ton)	Días en llenarse	Días de Recolección por semana
Omoa	8066	8257	0.52	4253	4.25	2	3 veces
Barra de Cuyamel	150	153	0.52	79	0.08	101	1 vez al mes

Barra de Motagua	209	214	0.52	110	0.11	73	1 vez al mes
Corinto	1707	1747	0.52	900	0.90	9	Cada 15 días
Cortesito	742	760	0.52	391	0.39	20	1 vez al mes
Cuyamel	8332	8529	0.52	4393	4.39	2	3 veces
Cuyamelito	849	869	0.52	448	0.45	18	1 vez al mes
Chachauala	1645	1684	0.52	867	0.87	9	Cada 15 días
Chivana	1606	1644	0.52	847	0.85	9	Cada 15 días
El Paraíso	1483	1518	0.52	782	0.78	10	Cada 15 días
La Camisa	616	630	0.52	325	0.32	25	1 vez al mes
Los Laureles	313	320	0.52	165	0.16	49	1 vez al mes
Masca	1618	1656	0.52	853	0.85	9	Cada 15 días
Milla 4	1458	1493	0.52	769	0.77	10	Cada 15 días
Milla 3	687	704	0.52	363	0.36	22	1 vez al mes
Muchilena	1046	1071	0.52	552	0.55	15	Cada 15 días
Tulián Rio	4351	4453	0.52	2294	2.29	3	1 vez
Potrerillos	1921	1966	0.52	1013	1.01	8	Cada 15 días
Pueblo Nuevo	1107	1133	0.52	584	0.58	14	Cada 15 días
Rio Coto	82	84	0.52	43	0.04	184	1 vez al mes
Rio Chiquito	1670	1710	0.52	881	0.88	9	Cada 15 días
San Carlos	663	678	0.52	350	0.35	23	1 vez al mes
San José Jalisco	1068	1093	0.52	563	0.56	14	Cada 15 días
Suyapa o García	504	516	0.52	266	0.27	30	1 vez al mes
Tulián Campo	1280	1310	0.52	675	0.67	12	Cada 15 días
Tegucigalpita	4305	4406	0.52	2270	2.27	4	1 vez
Veracruz	730	748	0.52	385	0.39	21	1 vez al mes

Fuente: (Relleno Sanitario-Ajuste de Datos, 2017)

En las tablas 18 y 19 se hace la proyección para realizar la recolección de los desechos sólidos por semana, según la producción de los mismos, que se ha estimado tomando en cuenta el dato per cápita junto con el censo proporcionado por el INE para el 2013. Como se puede observar, hay comunidades que su población está por debajo de los 600 habitantes o con un valor cercano, dejando lapsos de tiempos muy largos para su recolección. La opción más viable es que esas comunidades converjan en un punto verde ya sea en común o con la comunidad más cercana (datos que se proporcionarían próximamente haciendo revisión de la geografía de cada comunidad). (Franco Fajardo, Chavarria Zelaya, & Rivera Rodriguez, 2017, pág. 60)

5.8 RESULTADOS DE DESECHOS SÓLIDOS PARA EL AÑO 2022

En esta parte se mostrarán los resultados que obtuvieron en el año 2022, calculados y corroborados y relacionados a la población que se tenía en ese año y la cantidad de residuos sólidos que se tomaban.

En la tabla 20 vamos a observar los datos obtenidos para los desechos sólidos estimados para cada año.

Tabla 20-Cálculo de cantidad de residuos sólidos calculados desde el año 2022

Año	Población (hab)	Ppc (kg/hab-día)	CANTIDAD DESECHOS SOLIDOS				
			Diaria (kg)	Diaria (Ton)	Anual (kg)	Anual (Ton)	Acumulada (Ton)
	_(1)	_(2)	_(3)	3_1	_(4)	_(5)	_(6)
2021	45,947	0.54	24,811.38	24.81	9,056,154	9,056	9,056
2022	46,682	0.54	25,208.36	25.21	9,201,052	9,201	18,257
2023	47,429	0.55	26,085.99	26.09	9,521,385	9,521	27,779
2024	48,188	0.55	26,503.36	26.50	9,673,727	9,674	37,452
2025	48,959	0.56	27,417.01	27.42	10,007,207	10,007	47,460
2026	49,742	0.56	27,855.68	27.86	10,167,322	10,167	57,627
2027	50,538	0.57	28,806.75	28.81	10,514,464	10,514	68,141
2028	51,347	0.57	29,267.66	29.27	10,682,695	10,683	78,824
2029	52,168	0.58	30,257.62	30.26	11,044,033	11,044	89,868
2030	53,003	0.58	30,741.75	30.74	11,220,737	11,221	101,089
2031	53,851	0.59	31,772.12	31.77	11,596,825	11,597	112,686
2032	54,713	0.59	32,280.48	32.28	11,782,375	11,782	124,468

2033	55,588	0.60	33,352.85	33.35	12,173,789	12,174	136,642
2034	56,477	0.60	33,886.49	33.89	12,368,570	12,369	149,010
2035	57,381	0.61	35,002.49	35.00	12,775,908	12,776	161,786
2036	58,299	0.61	35,562.53	35.56	12,980,322	12,980	174,767
2037	59,232	0.62	36,723.85	36.72	13,404,204	13,404	188,171
2038	60,180	0.62	37,311.43	37.31	13,618,672	13,619	201,789
2039	61,143	0.63	38,519.84	38.52	14,059,741	14,060	215,849
2040	62,121	0.63	39,136.16	39.14	14,284,697	14,285	230,134
2041	63,115	0.64	40,393.48	40.39	14,743,621	14,744	244,877

Fuente: (Sánchez, Martínez & Mejía, 2022)

En la tabla 20 se miran reflejados los datos obtenidos para los desechos sólidos estimados para cada año con una proyección de diseño de 20 años que se muestra un incremento en el porcentaje de la producción de desechos sólidos per cápita.

5.9 VOLUMEN DE DESECHOS SÓLIDOS PARA EL AÑO 2022

En la tabla 21 se observa el volumen de desechos sólidos compactados y el material de cobertura para el año 2022.

Tabla 21-Cálculo de cantidad de Volumen de Desechos Sólidos Compactados y Materia de Cobertura para el año 2022

VOLUMEN DESECHOS SOLIDOS					
Compactados			Material de cobertura m2		
Diario (m3)	Anual (m3)	Anual Acum. (m3)	Diario (m3)	Anual (m3)	Anual Acum. (m3)
_(7)	_(8)	_(9)	_(10)	_(11)	_(12)
41	15,093.59	15,093.59	8	3,018.72	3,018.72
42	15,335.09	30,428.68	8	3,067.02	6,085.74
43	15,868.98	46,297.65	9	3,173.80	9,259.53
44	16,122.88	62,420.53	9	3,224.58	12,484.11
46	16,678.68	79,099.21	9	3,335.74	15,819.84
46	16,945.54	96,044.75	9	3,389.11	19,208.95
48	17,524.11	113,568.85	10	3,504.82	22,713.77
49	17,804.49	131,373.34	10	3,560.90	26,274.67
50	18,406.72	149,780.07	10	3,681.34	29,956.01
51	18,701.23	168,481.29	10	3,740.25	33,696.26

53	19,328.04	187,809.34	11	3,865.61	37,561.87
54	19,637.29	207,446.63	11	3,927.46	41,489.33
56	20,289.65	227,736.28	11	4,057.93	45,547.26
56	20,614.28	248,350.56	11	4,122.86	49,670.11
58	21,293.18	269,643.74	12	4,258.64	53,928.75
59	21,633.87	291,277.61	12	4,326.77	58,255.52
61	22,340.34	313,617.95	12	4,468.07	62,723.59
62	22,697.79	336,315.74	12	4,539.56	67,263.15
64	23,432.90	359,748.64	13	4,686.58	71,949.73
65	23,807.83	383,556.46	13	4,761.57	76,711.29
67	24,572.70	408,129.17	13	4,914.54	81,625.83

Fuente: (Sánchez, Martínez & Mejía, 2022)

En la tabla 21 se miran reflejados el cálculo de desechos sólidos compactados y el material de cobertura que se calculó para el año 2022.

En la tabla 22 se observan las fórmulas para el cálculo para desechos sólidos diarios y el material de cobertura para el año 2022.

Tabla 22 – Formulas utilizadas para cálculo de producción de desechos solidos

_(6)	Desechos sólidos diarios
	$RSU_{dc} = RSU_d \times 7/6 / D_c$
	7/6 = siete días de prod./ 6 días de rec.
_(10)	Material de Cobertura (MC)
	$MC = RSU_d \times 0.2$
	MC = Entre 20% y 25% del vol. Comp.

Fuente: (Relleno Sanitario-Ajuste de Datos, 2017)

En la tabla 22 se miran reflejados las fórmulas utilizadas en la tabla 20 para el cálculo para desechos sólidos diarios y el material de cobertura para el año 2022.

La tabla 23 observamos los cálculos y fórmulas utilizadas para los residuos sólidos estabilizados y compactados anualmente con el nuevo valor de producción.

Tabla 23-Cálculo de Volumen de desechos sólidos y Total Acumulado para el año 2022

VOLUMEN DESECHOS SOLIDOS

Estabilizados anual (m3)	Estabilizados anual Acum. (m3)	Relleno Sanitario		
		(DS + MC) Diario m2	(DS + MC) Anual m2	Acum (m3)
_(13)	_(14)	_(15)	_(16)	_(17)
18,112.31	18,112.31	50	18,112.31	18,112.31
18,402.10	36,514.41	50	18,402.10	36,514.41
19,042.77	55,557.18	52	19,042.77	55,557.18
19,347.45	74,904.64	53	19,347.45	74,904.64
20,014.41	94,919.05	55	20,014.41	94,919.05
20,334.64	115,253.70	56	20,334.64	115,253.70
21,028.93	136,282.62	58	21,028.93	136,282.62
21,365.39	157,648.01	59	21,365.39	157,648.01
22,088.07	179,736.08	61	22,088.07	179,736.08
22,441.47	202,177.55	61	22,441.47	202,177.55
23,193.65	225,371.20	64	23,193.65	225,371.20
23,564.75	248,935.95	65	23,564.75	248,935.95
24,347.58	273,283.53	67	24,347.58	273,283.53
24,737.14	298,020.67	68	24,737.14	298,020.67
25,551.82	323,572.49	70	25,551.82	323,572.49
25,960.64	349,533.13	71	25,960.64	349,533.13
26,808.41	376,341.54	73	26,808.41	376,341.54
27,237.34	403,578.88	75	27,237.34	403,578.88
28,119.48	431,698.36	77	28,119.48	431,698.36
28,569.39	460,267.76	78	28,569.39	460,267.76
29,487.24	489,755.00	81	29,487.24	489,755.00

Fuente: (Sánchez, Martínez & Mejía, 2022)

La tabla 23 se miran reflejados los cálculos y fórmulas utilizadas para los residuos sólidos estabilizados y compactados con el nuevo valor de producción.

5.10 ÁREA REQUERIDA Y LIXIVIADOS PARA EL AÑO 2022

En la tabla 24 se observa el cálculo de área requerida y lixiviados del 2022.

Tabla 24-Calculos para Área Requerida y Lixiviados

AREA REQUERIDA		Lixiviados			
	Relleno Sanitario Acum. (m2)	Diarios (m3)	Diarios Acum. (m3)	Anuales (m3)	Anuales Acum. (m3)

Relleno Sanitario (m2)					
_(18)	_(19)	_(20)	_(21)	_(22)	_(23)
6,037	6,037.44	21.00	21.00	7,665	7,665
12,171	18,208.91	22.00	43.00	8,030	15,695
18,519	36,727.97	22.00	65.00	8,030	23,725
24,968	61,696.18	23.00	88.00	8,395	32,120
31,640	93,335.86	24.00	112.00	8,760	40,880
38,418	131,753.76	25.00	137.00	9,125	50,005
45,428	177,181.30	25.00	162.00	9,125	59,130
52,549	229,730.64	26.00	188.00	9,490	68,620
59,912	289,642.67	27.00	215.00	9,855	78,475
67,393	357,035.18	28.00	243.00	10,220	88,695
75,124	432,158.92	29.00	272.00	10,585	99,280
82,979	515,137.57	30.00	302.00	10,950	110,230
91,095	606,232.08	31.00	333.00	11,315	121,545
99,340	705,572.30	32.00	365.00	11,680	133,225
107,857	813,429.80	33.00	398.00	12,045	145,270
116,511	929,940.84	34.00	432.00	12,410	157,680
125,447	1,055,388.02	35.00	467.00	12,775	170,455
134,526	1,189,914.31	37.00	504.00	13,505	183,960
143,899	1,333,813.77	38.00	542.00	13,870	197,830
153,423	1,487,236.35	39.00	581.00	14,235	212,065
163,252	1,650,488.02	40.00	621.00	14,600	226,665

Fuente: (Sánchez, Martínez & Mejía, 2022)

En la tabla 24 se miran reflejados el cálculo de área requerida y lixiviados que se calculó.

Con la tabla se hace el siguiente diseño para:

- La laguna de lixiviados tiene una capacidad de almacenamiento de 196 m³
- La laguna de lixiviados tiene una profundidad 1.00 metros, taludes con pendiente de 1:2, dos en horizontal y uno en vertical.

Características de la laguna de lixiviados:

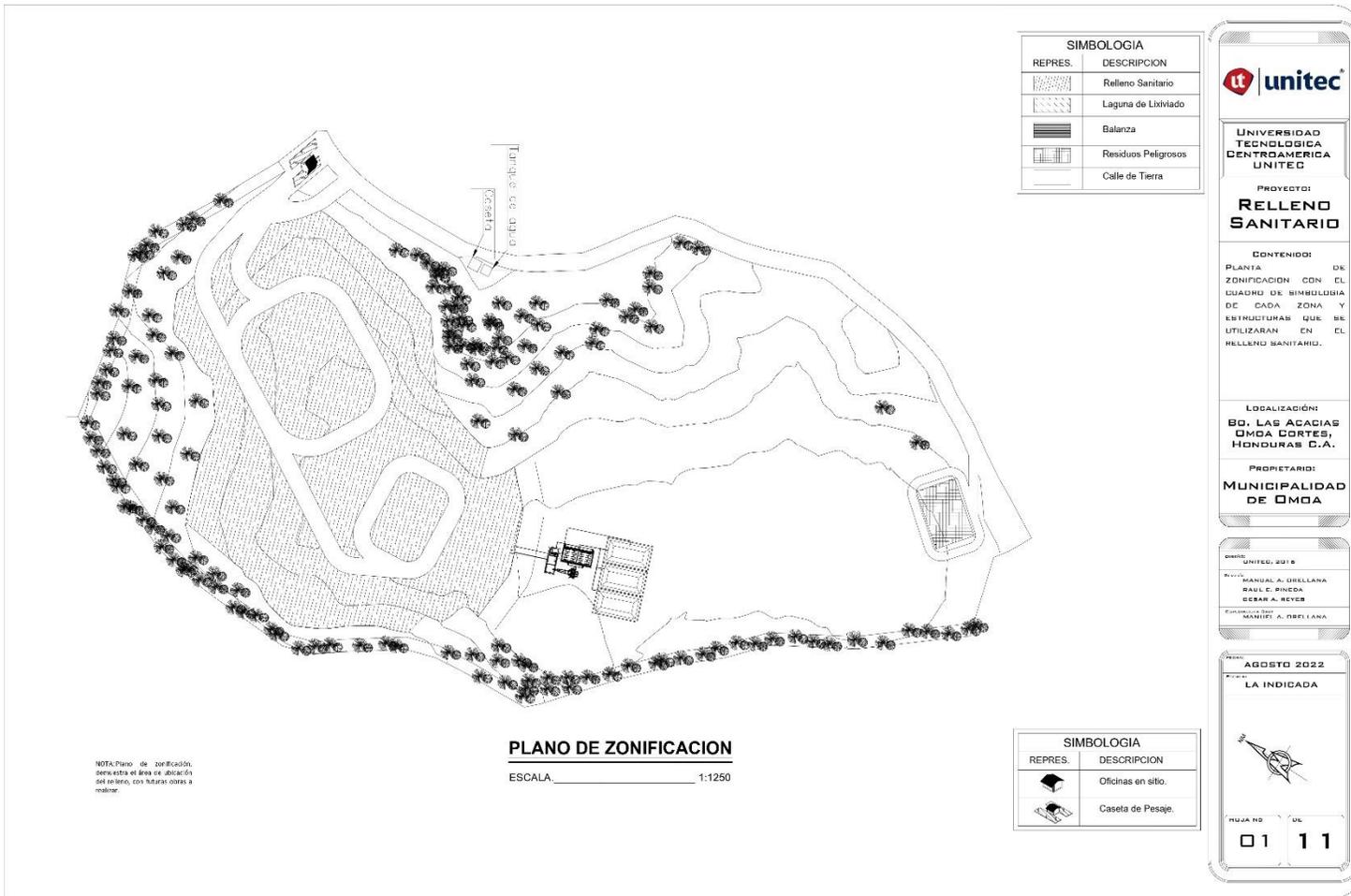
- Área superior 16.00 m. x 14.00 m.
- Área inferior 12.00 m. x 14.00 m.

- Profundidad 1.00 m.
- Volumen: 196 m³

5.11 ACTUALIZACIÓN DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PARA EL AÑO 2022

En el levantamiento topográfico se empleó una estación total, para poder realizar la actualización de puntos en el terrenos donde será el relleno sanitario, por distintas razones como ser una invasión aledaña al terreno a tenido una reducción en su área, desde su primer levantamiento, por ende se actualizará el perímetro en el polígono y su nueva área, se harán puntos en distintas zonas del terreno donde será el relleno sanitario para verificar las alturas y poderlas enlazar con los polígonos de la tesis anterior y así poder usar esos planos como una base de la actualización, como es solicitado por la municipalidad de Omoa, que como uno de los requisitos solicitados fue tocar lo menos posible el diseño del relleno sanitario, solo de ser estrictamente necesario.

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

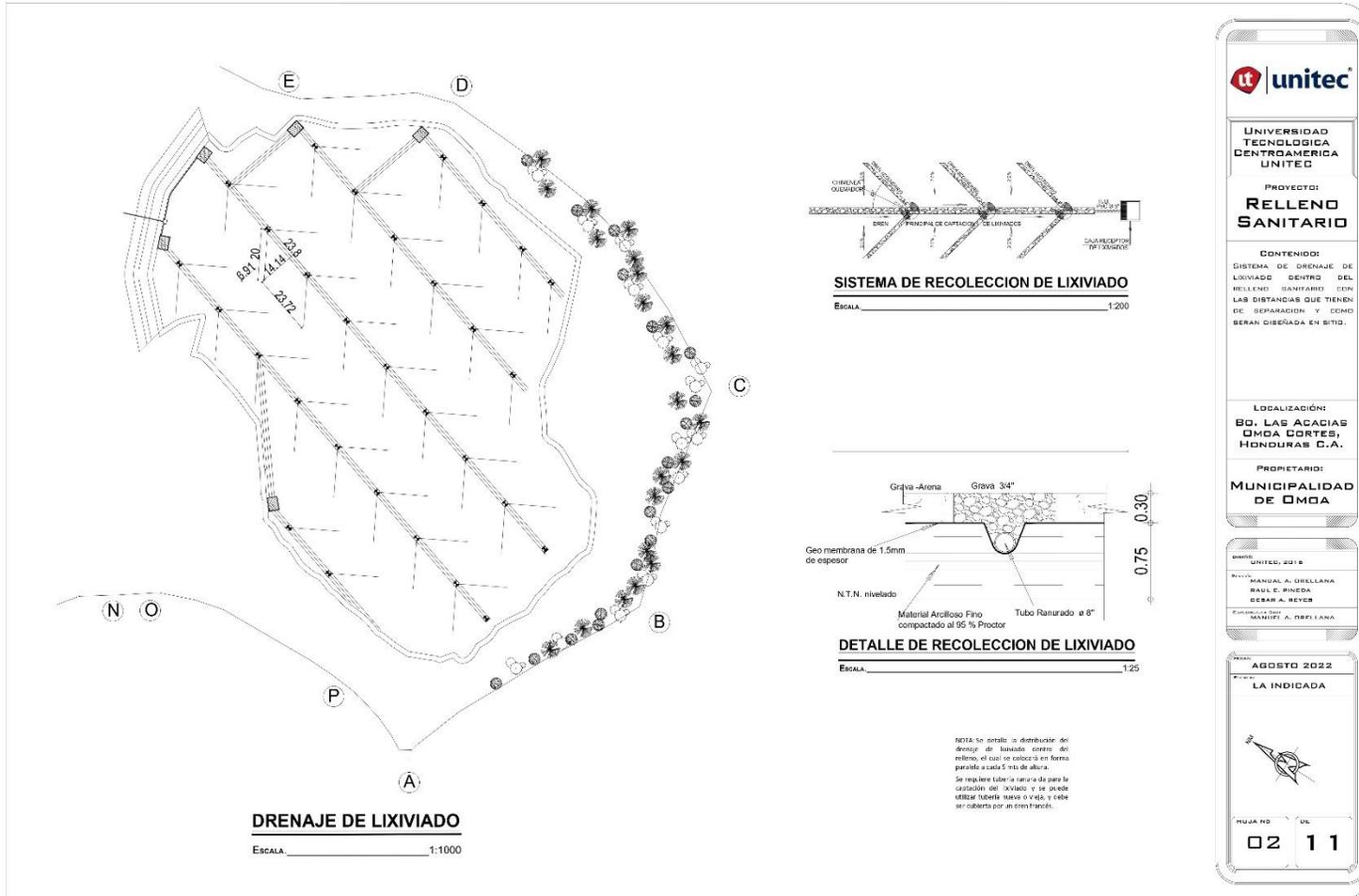


CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

Ilustración 18 - Plano 01 de Zonificación del año 2016

Fuente: (Omoa – Relleno Sanitario, 2016)

En la Ilustración 18, podemos observar el plano número uno de zonificación correspondiente al sitio donde se plantea construir y poner en operación el relleno sanitario. La actualización que se le hizo a la tipografía del año 2016 fue en base a la invasión que hay en la zona, ya que hay ciertas casas y un tendido eléctrico, al igual que un tanque de agua que no existía en el año antes mencionado y en la zona delimitada para la construcción no hubo ningún cambio.



CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

Ilustración 19 – Plano 02 de Drenaje de Lixiviado del año 2016

Fuente: (Omoa – Relleno Sanitario, 2016)

En la Ilustración 19, podemos observar el plano número dos de drenaje de lixiviados correspondiente a la parte como su nombre lo indica, como se tratará esta sustancia que segrega los desechos acumulados en el relleno sanitario. Como parte de la actualización de datos del proyecto referente a lo antes mencionado no se hará ningún cambio de diseño ya que la municipalidad no solicitó cambio alguno ya que la propuesta fue expuesta ante las autoridades y fue aprobado.

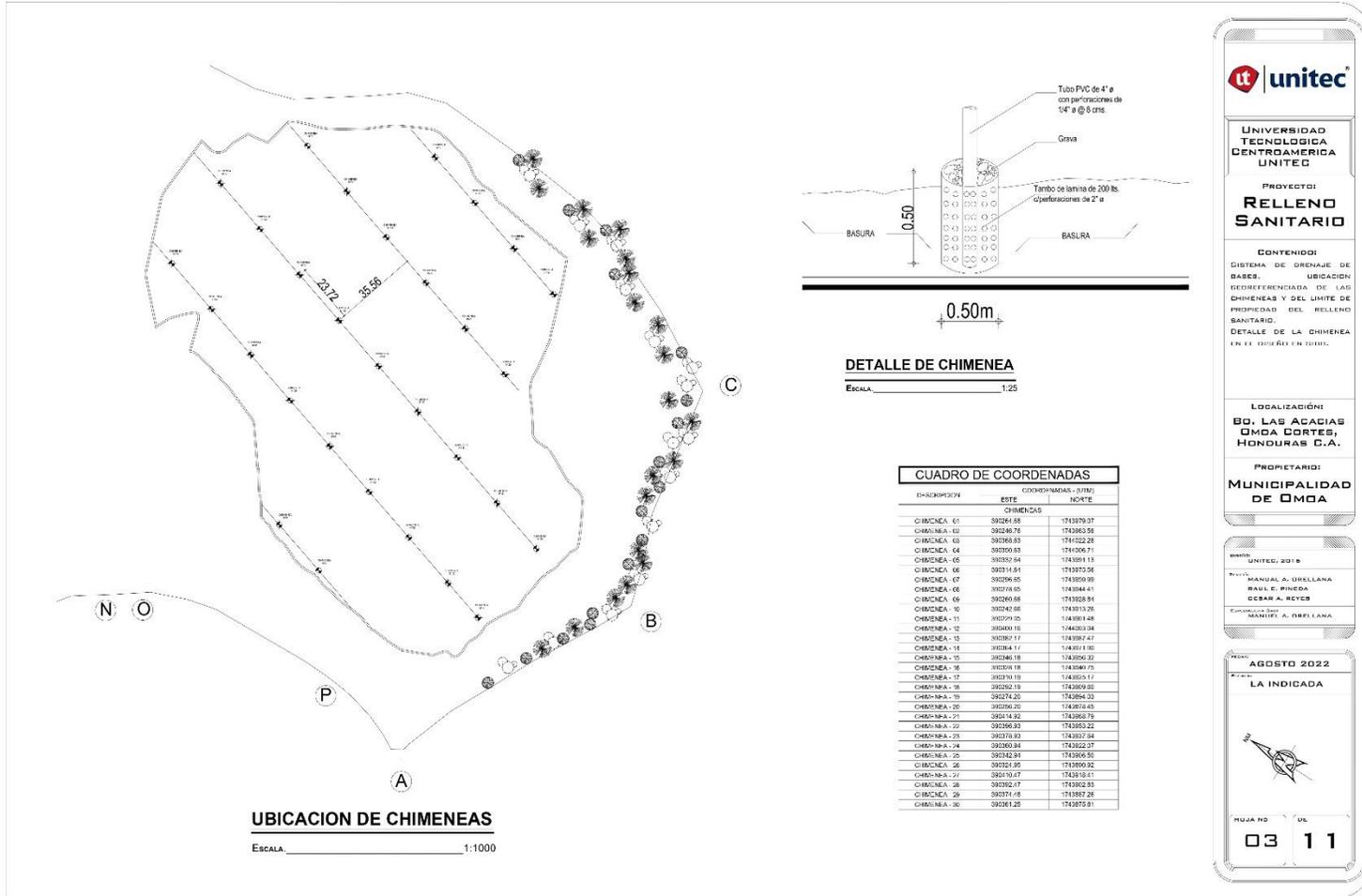
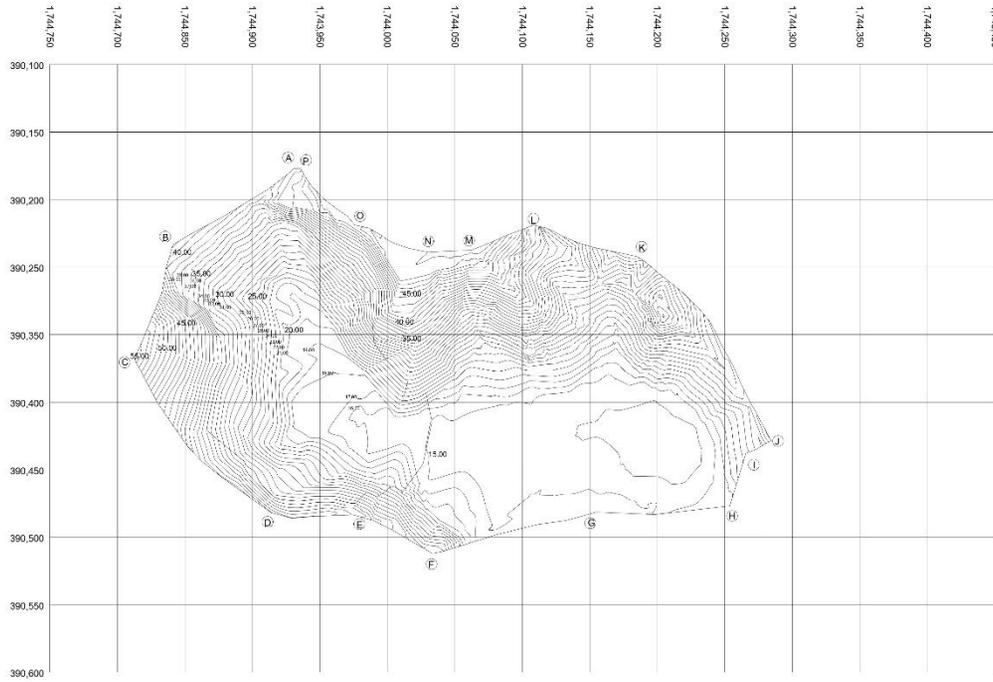


Ilustración 20 – Plano 03 de Detalle y Ubicación de chimenea del año 2016

Fuente: (Omoa – Relleno Sanitario, 2016)

En la Ilustración 20, podemos observar el plano número tres de detalle y ubicación de chimenea correspondiente al detalle indicado. Como parte de la actualización de datos del proyecto referente a lo antes mencionado no se hará ningún cambio de diseño y ubicación de donde se plantea la chimenea ya que la municipalidad no solicitó cambio alguno ya que la propuesta fue expuesta ante las autoridades y fue aprobado.



CURVAS DE NIVEL

ESCALA: 1:2000

unitec

UNIVERSIDAD
TECNOLOGICA
CENTROAMERICA
UNITEC

PROYECTO:
**RELLENO
SANITARIO**

CONTENIDO:
PLANO DE CURVAS DE NIVEL
CON LAS CURVAS A CADA
METRO.

LOCALIZACIÓN:
**BO. LAS ACACIAS
OMDA CORTES,
HONDURAS C.A.**

PROPIETARIO:
**MUNICIPALIDAD
DE OMDA**

PROYECTO:
UNITEC, 2016

REVISOR:
MANUEL A. DEBELLANA
PAUL E. RINEDA
GERAR A. REYES

ELABORADOR:
MANUEL A. DEBELLANA

FECHA:
AGOSTO 2022

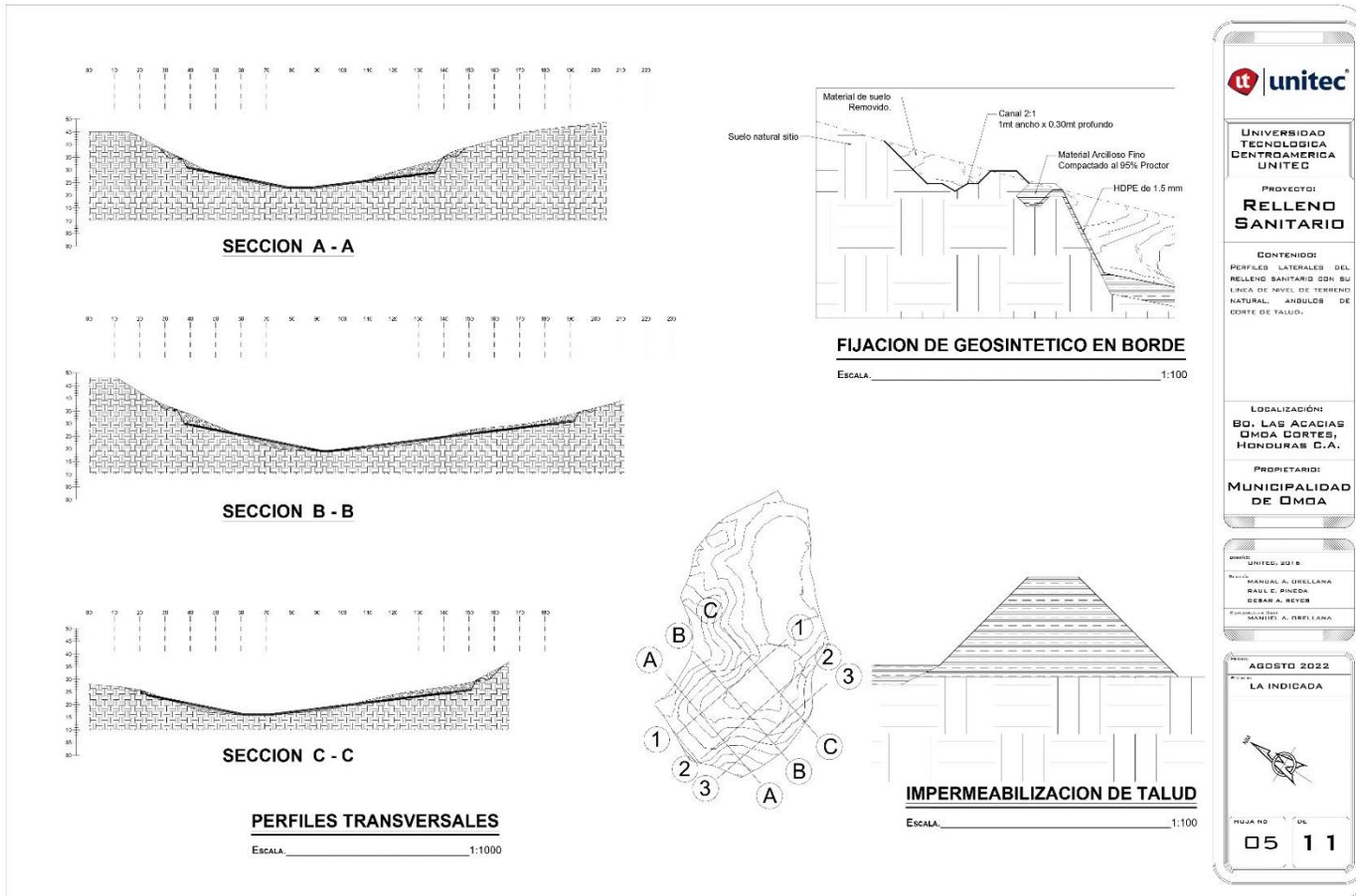
TITULO:
LA INDICADA

RUJA NO. 04 DE 11

Ilustración 21 – Plano 04 de curvas de nivel del año 2016

Fuente: (Omoa – Relleno Sanitario, 2016)

En la Ilustración 21, podemos observar el plano número cuatro de curvas de nivel correspondiente al lugar donde podemos observar las elevaciones que posee el lugar. Como parte de la actualización de datos del proyecto referente a lo antes mencionado en este apartado no se hace ningún cambio ya que este plano solo es de análisis.



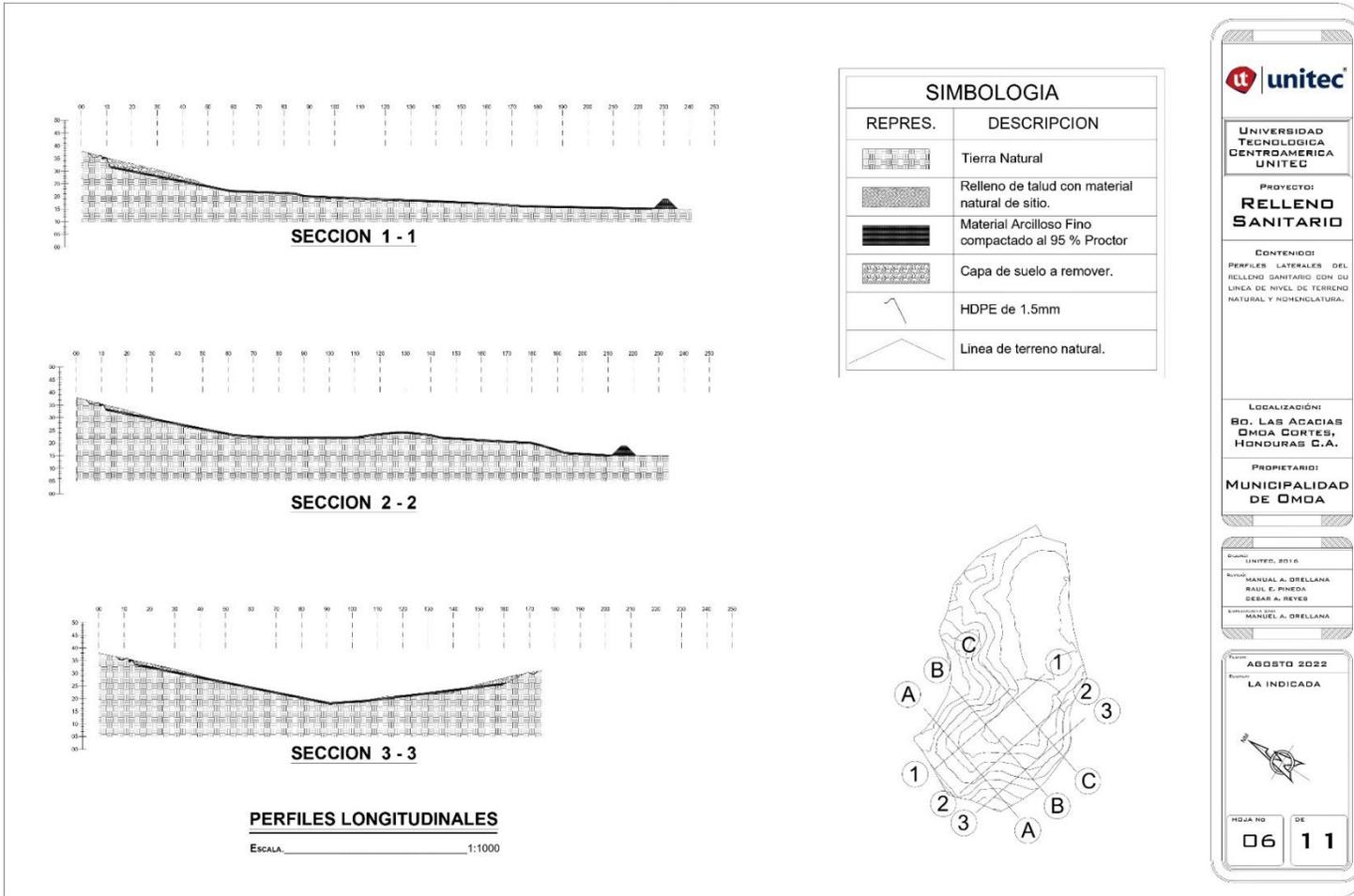
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

Ilustración 22 – Plano 05 de perfiles transversales para fijación y talud del año 2016

Fuente: (Omoa – Relleno Sanitario, 2016)

En la Ilustración 22, podemos observar el plano número cinco de perfiles transversales correspondiente a las secciones que se observan en las ilustraciones, la fijación geosintético en borde e impermeabilización de talud . Como parte de la actualización de datos del proyecto referente a lo antes mencionado no se hará ningún cambio de diseño y este plano solo es una representación de cómo quedará y servirá de análisis.



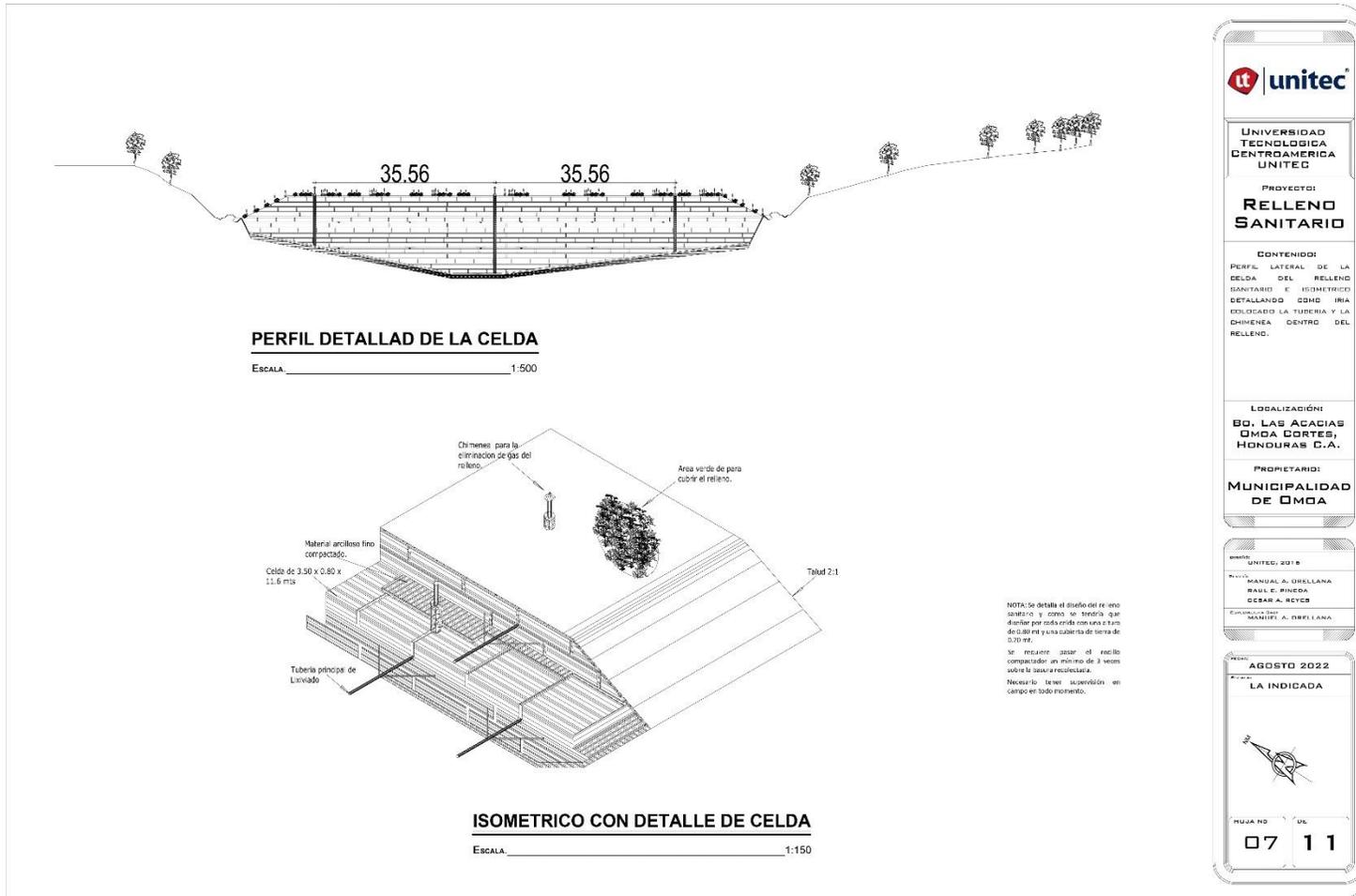
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

Ilustración 23 – Plano 06 de perfiles longitudinales del año 2016

Fuente: (Omoa – Relleno Sanitario, 2016)

En la Ilustración 23, podemos observar el plano número seis de perfiles longitudinales correspondiente a las secciones que se observan en las ilustraciones con su respectiva simbología donde se observa el diferente material con sus respectivas indicaciones. Como parte de la actualización de datos del proyecto referente a lo antes mencionado no se hará ningún cambio de diseño y este plano solo es una representación de cómo quedará y servirá de análisis.



CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMÉRICA UNITEC

PROYECTO:
RELLENO SANITARIO

CONTENIDO:
PERFIL LATERAL DE LA CELDA DEL RELLENO SANITARIO E ISOMETRICO DETALLANDO COMO IRA COLOCADO LA TUBERIA Y LA CHIMENEA DENTRO DEL RELLENO.

LOCALIZACIÓN:
BO. LAS ACACIAS OMOA CORTES, HONDURAS C.A.

PROPIETARIO:
MUNICIPALIDAD DE OMOA

FECHA:
UNITEC, 2016

PROFESOR:
MANUEL A. ORELLANA RAUL E. PINEDA OSCAR A. REYES

ESTUDIANTE:
MANUEL A. ORELLANA

FECHA:
AGOSTO 2022

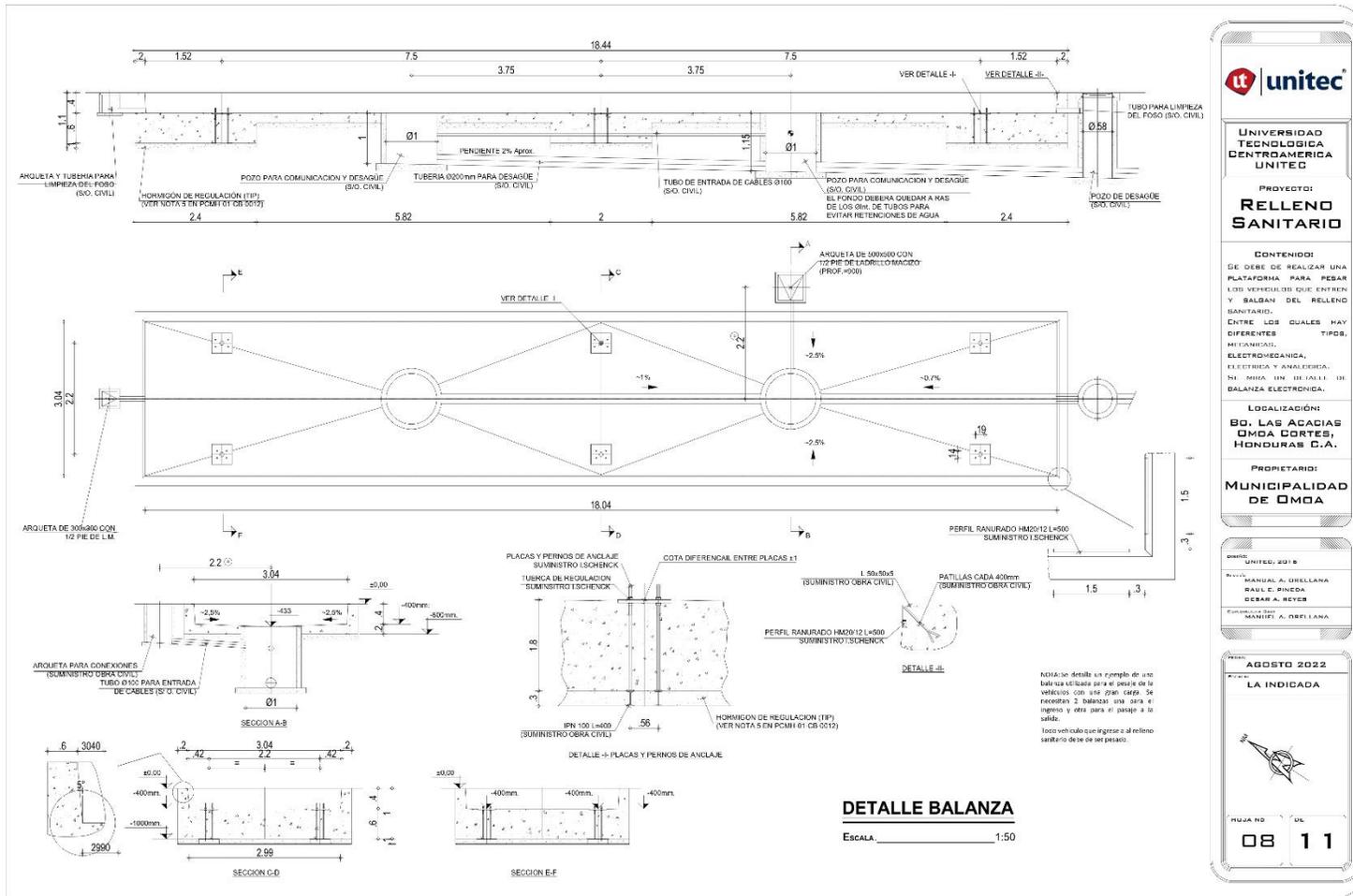
TÍTULO:
LA INDICADA

HOJA NO. 07 DE 11

Ilustración 24 – Plano 07 de perfil de detalle e isométrico de celda del año 2016

Fuente: (Omoa – Relleno Sanitario, 2016)

En la Ilustración 24, podemos observar el plano número siete de detalle e isométrico de celda correspondiente al detalle indicado. Como parte de la actualización de datos del proyecto referente a lo antes mencionado no se hará ningún cambio de diseño ya que la municipalidad no solicitó cambio alguno ya que la propuesta fue expuesta ante las autoridades y fue aprobado.



CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

unitec

**UNIVERSIDAD
TECNOLOGICA
CENTROAMERICA
UNITEC**

**PROYECTO:
RELLENO
SANITARIO**

CONTENIDO:
SE DEBE DE REALIZAR UNA PLATAFORMA PARA PESAR LOS VEHICULOS QUE ENTRAN Y SALGAN DEL RELLENO SANITARIO. ENTRE LOS CUALES HAY DIFERENTES TIPOS. MECANICAS, ELECTROMECANICA, ELECTRICA Y ANALOGICA. EL AGRA. 104 DEL I.L. 1111 BALANZA ELECTRONICA.

LOCALIZACIÓN:
**BO. LAS ACACIAS
OMDA CORTES,
HONDURAS C.A.**

PROPIETARIO:
**MUNICIPALIDAD
DE OMDA**

PROYECTO:
UNITEC, 2016

PROYECTISTA:
**MANUEL A. DRELLANA
RAUL E. RINCONA
GERAR A. REYES**

FECHA:
AGOSTO 2022

TITULO:
LA INDICADA

HUIJA NO. 08 11

Ilustración 25 – Plano 08 de Detalle de balanza del año 2016

Fuente: (Omoa – Relleno Sanitario, 2016)

En la Ilustración 25, podemos observar el plano número ocho de detalle de balanza correspondiente al detalle indicado. Como parte de la actualización de datos del proyecto referente a lo antes mencionado no se hará ningún cambio de diseño ya que la municipalidad no solicito cambio alguno ya que la propuesta fue expuesta ante las autoridades y fue aprobado.

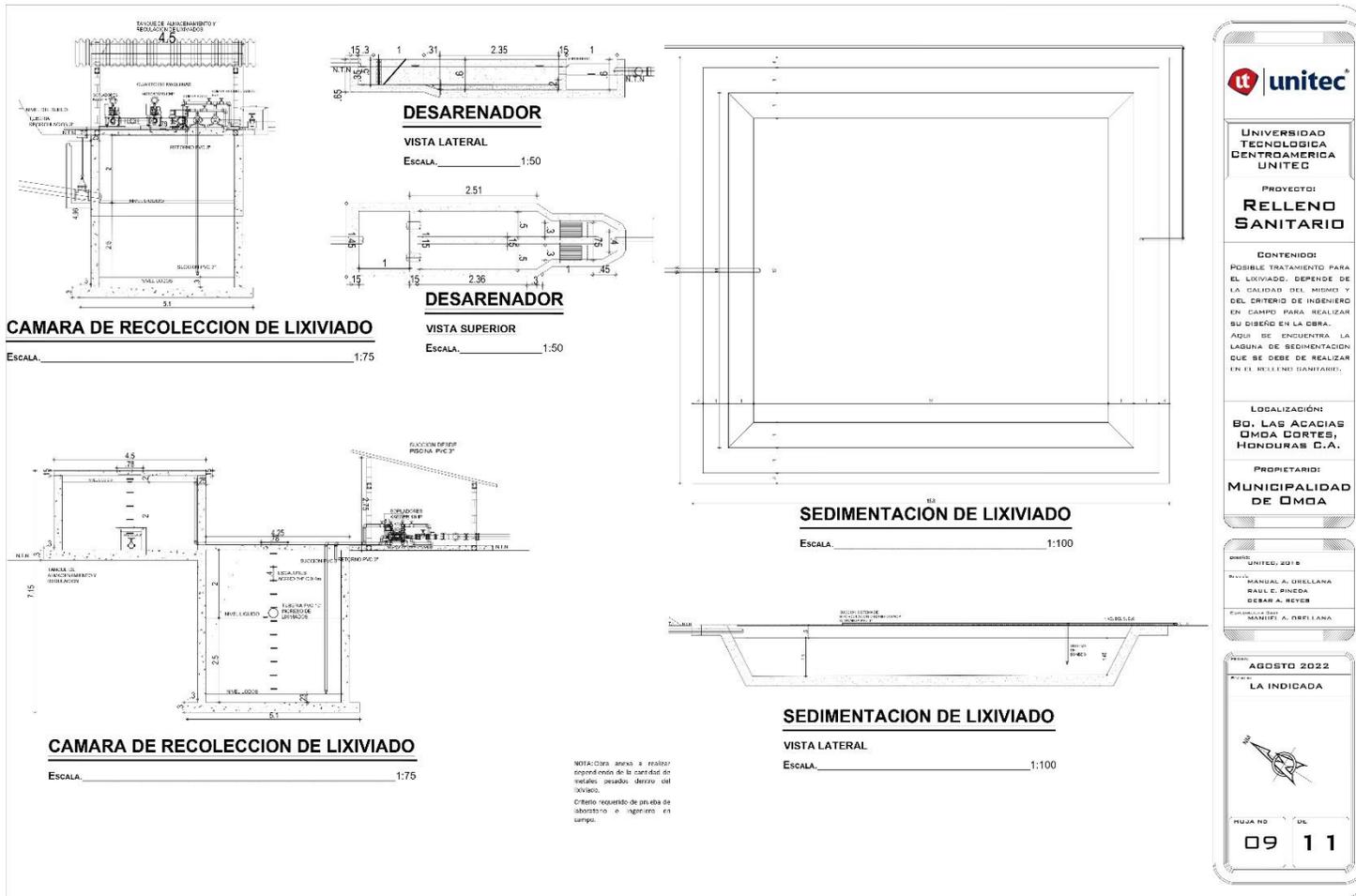
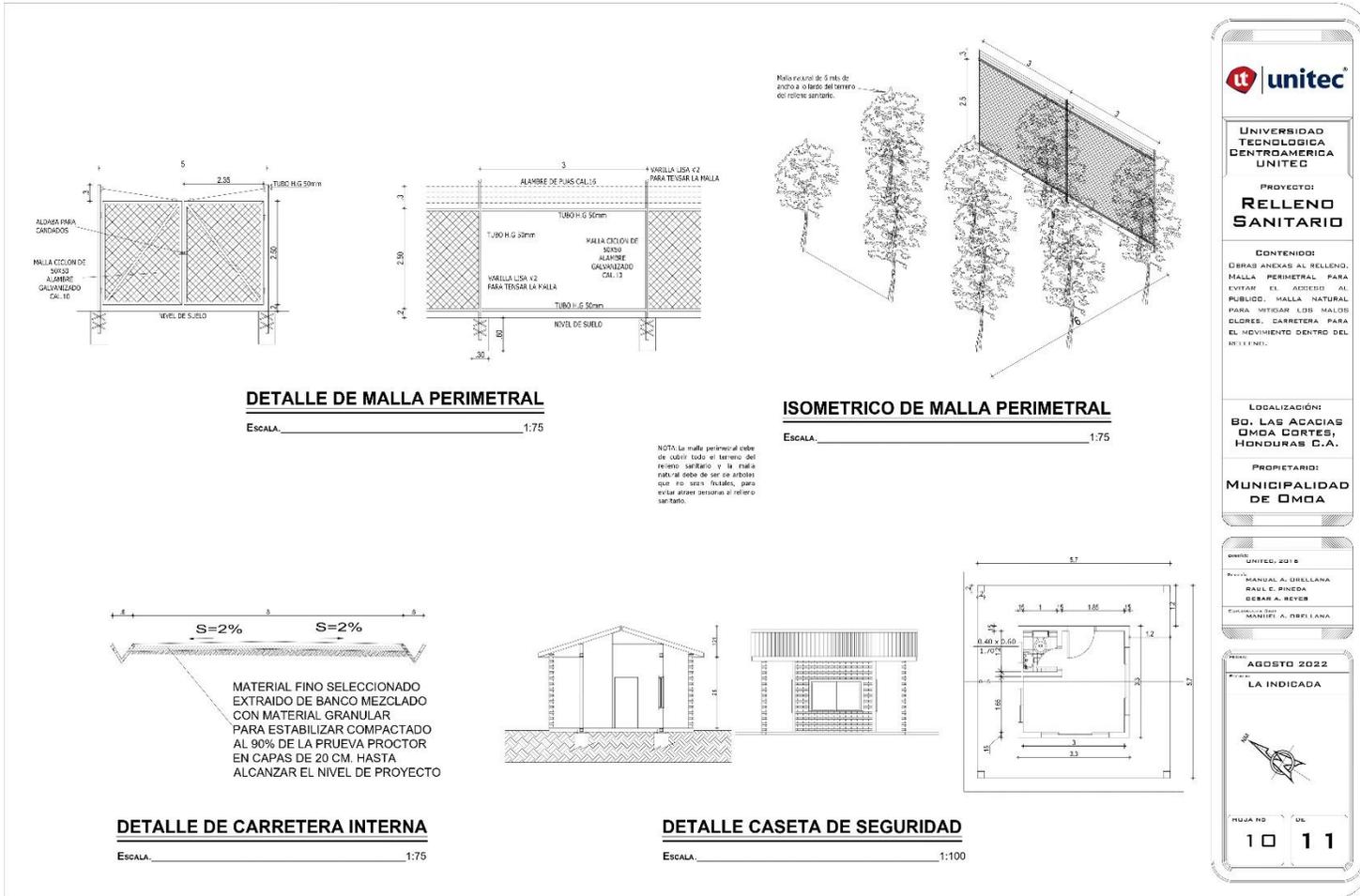


Ilustración 26 – Plano 09 de Detalle de lixiviados del año 2016

Fuente: (Omoa – Relleno Sanitario, 2016)

En la Ilustración 26, podemos observar el plano número nueve de detalle de componentes correspondiente a lixiviados que se compone de cámara de recolección de lixiviados, desarenador (con sus respectivos detalles), cámara de recolección de lixiviados y sedimentación de lixiviados. Como parte de la actualización de datos del proyecto referente a lo antes mencionado no se hará ningún cambio de diseño ya que la municipalidad no solicitó cambio alguno ya que la propuesta fue expuesta ante las autoridades y fue aprobado.



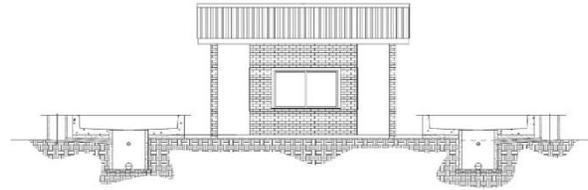
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

Ilustración 27 – Plano 10 de Detalle de malla perimetral y caseta de seguridad del año 2016

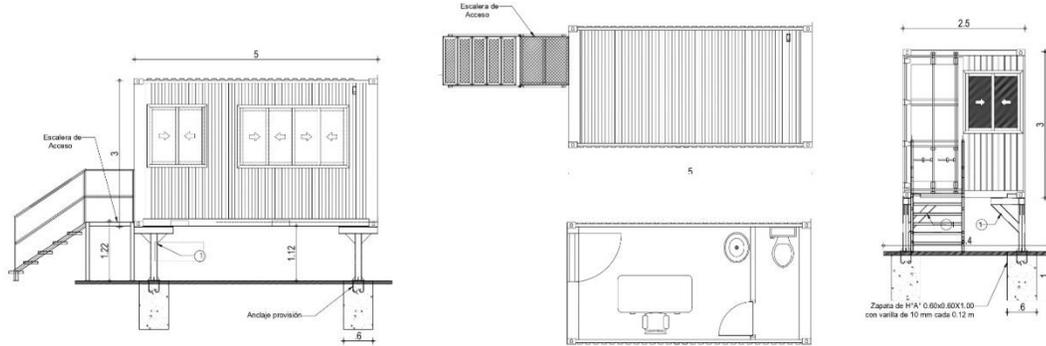
Fuente: (Omoa – Relleno Sanitario, 2016)

En la Ilustración 27, podemos observar el plano número diez de detalle de malla perimetral con su respectivo isométrico y cara interna de la malla, para la caseta de seguridad se muestra correspondiente al detalle indicado. Como parte de la actualización de datos del proyecto referente a lo antes mencionado no se hará ningún cambio de diseño ya que la municipalidad no solicitó cambio alguno ya que la propuesta fue expuesta ante las autoridades y fue aprobado.



DETALLE CASETA CON BALANZA

ESCALA: 1:75



DETALLE OFICINA EN SITIO

ESCALA: 1:50

ut unitec

UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA
CENTROAMÉRICA
UNITEC

PROYECTO:
**RELLENO
SANITARIO**

CONTENIDO:
DETALLE DE LA CASETA DE
ACCESO CON LA BALANZA
DE DETALLE LA OFICINA QUE
DE SERVE TIENEN EN
SITE.

LOCALIZACIÓN:
**BD. LAS ACACIAS
ONDA CORTES,
HONDURAS C.A.**

PROPIETARIO:
**MUNICIPALIDAD
DE OMCA**

PROYECTO: UNITEC 2016

ARQUITECTO: MARIANA A. ORTEGA
MAD. E. FERRER
SERGIO A. RIVERA

PROYECTO: MARIANA A. ORTEGA

AGOSTO 2022

LA INDICADA

HUERA NO: 11 DE: 11

Fuente: (Omoa – Relleno Sanitario, 2016)

En la Ilustración 28, podemos observar el plano número once de detalle caseta de seguridad y oficina en sitio designada para uso de la municipalidad como se muestra en el detalle indicado. Como parte de la actualización de datos del proyecto referente a lo antes mencionado no se hará ningún cambio de diseño ya que la municipalidad no solicito cambio alguno ya que la propuesta fue expuesta ante las autoridades y fue aprobado.

5.12 ANÁLISIS DE SUELO

En la Tabla 22 se muestra el análisis del suelo para determinar si el suelo era eficaz.

Tabla 25 -Calicata 2 muestra 1 granulometría

Tamiz no.	Tamaño Tamiz (mm)	Peso Retenido Parcial en gramos	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa por el tamiz
1 1/2	38.1		0.00	0.00	100.00
1	25	42.7	4.58	4.58	95.42
3/4	19	62.2	6.67	11.25	88.75
1/2	12.5	46.4	4.97	16.22	83.78
3/8	9.5	39.8	4.27	20.49	79.51
No. 4	4.75	75	8.04	28.53	71.47
No. 10	2	95.3	10.22	38.74	61.26
No. 40	0.425	246	26.37	65.12	34.88
No. 200	0.075	244.4	26.20	91.32	8.68
Fondo	-	81	8.68	100.00	0.00
Suma		932.80	100.00		
D₁₀(mm):	0.075	D₃₀(mm):	0.36	D₆₀(mm):	1.92
	Cu:	25.60	Cz:	0.90	
LL%	0.00	Marcador de Grafica de Plasticidad	Arena mal Graduada con Limo		
LP%	0.00				
IP%	0.00				
		X	SP-SM		

Fuente: (Omoa – Relleno Sanitario, 2016)

Según los cálculos hechos para la muestra 1 de la calicata 2 se obtuvo un suelo con arena mal graduada con Limo. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 48)

Tabla 26 -Calicata 2 muestra 1 granulometría

Tamiz no.	Tamaño Tamiz (mm)	Peso Retenido Parcial en gramos	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa por el tamiz
1 1/2	38.1	0	0.00	0.00	100.00
1	25	0	0.00	0.00	100.00
3/4	19	17.7	1.79	1.79	98.21
1/2	12.5	52.4	5.31	7.10	92.90
3/8	9.5	27.4	2.77	9.87	90.13
No. 4	4.75	160.6	16.26	26.14	73.86
No. 10	2	331.3	33.55	59.69	40.31
No. 40	0.425	290	29.37	89.06	10.94
No. 200	0.075	79	8.00	97.06	2.94
Fondo	-	29	2.94	100.00	0.00
Suma		987.40	100.00		
D₁₀(mm):	0.075	D₃₀(mm):	1.45	D₆₀(mm):	3.61
	Cu:	48.13	Cz:	7.77	
LL%	0.00	Marcador de Grafica de Plasticidad	Arena mal Graduada		
LP%	0.00				
IP%	0.00				
		X	SP		

Fuente: (Omoa – Relleno Sanitario, 2016)

Según los cálculos hechos para la muestra 1 de la calicata 3 se obtuvo un suelo con arena mal graduada. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 49)

En general, de acuerdo a los estudios de granulometría realizados nos encontramos con un suelo bastante permeable, lo que no es bueno como parte del diseño del relleno sanitario. Se debe proceder a colocar una capa de material con una compactación de 10^{-7} cm/seg que es la recomendada según la tabla 3 para evitar filtraciones de los lixiviados. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 49)

5.13 INSTALACIÓN DEL RELLENO SANITARIO

5.13.1 PORTÓN DE acceso

Función: Los portones tienen el propósito de mantener un control de entradas y salidas al sitio, y permanecerán cerrados. Será el vigilante el responsable de permitir la entrada de los vehículos y visitas autorizadas al sitio de disposición final. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 50)

Descripción:

Se construirá sobre bases de concreto y en ella estarán empotrados dos tubos galvanizados de 4", el cuerpo estará formado por dos hojas de tubería galvanizada de 1 1/2", forrado con malla ciclón.

Mantenimiento:

- Verificar que los tensores que poseen las hojas estén en buenas condiciones.
- Que las bisagras estén bien aceitadas para que estas puedan abrir y cerrar en buen estado el portón.
- Verificar que esté rotulado para información de los vehículos que ingresan al relleno.

5.13.2 CERCA PERIMETRAL

Función: El cerco perimetral es la estructura que delimita el área del predio correspondiente al relleno sanitario. Además de mantener el control de acceso de personas o animales, la cerca también funcionara para retener plásticos y papeles. El cerco perimetral será de maya ciclón en toda la propiedad. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 50)

5.13.3 CALLES DE ACCESO INTERNO

El camino interno se usará para el acceso de los vehículos recolectores y puedan dirigirse a disponer los residuos sólidos. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 50)

El camino debe estar recubierto por una capa compactada de balastro de 20 cm de espesor. A los lados debe de contar con drenajes de aguas lluvias. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 50)

Procurar dar un mantenimiento haciendo un riego periódico de los caminos con agua tratada, preferentemente en las horas pico de operación, para evitar la generación de polvo. Rellenar los baches y después compactar con pisón de mano. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 51)

Las cunetas de los caminos deberán estar siempre libres de rocas, arena o residuos para evitar su azolvamiento. En tiempo de lluvia revisar si hay derrumbes sobre las calles (limpiarlas). (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 51)

5.13.4 OFICINA ADMINISTRATIVA

Se contará con un edificio administrativo el cual cuenta con un espacio para la oficina administrativa y la bodega. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 51)

Descripción:

La oficina estará construida de bloques de concreto, puerta metálica, piso de cemento pulido, aceras y gradas de concreto, y cubierta de lámina. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 51)

Mantenimiento:

El aspecto en general de esta área es importante para la mejor aceptación del relleno sanitario por la opinión pública. Su mantenimiento consiste en: limpieza general diaria, pintado de fachadas y muros al menos una vez por año; revisión de instalaciones hidráulicas, eléctricas y sanitarias para su buen funcionamiento. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 51)

5.13.5 SISTEMA DE RECIRCULACIÓN

El sistema de recirculación de lixiviados sirve para bombear los lixiviados almacenados en la laguna de regreso a los residuos sólidos. El propósito de recircular los lixiviados es para prevenir derramamiento en la laguna, especialmente durante la temporada de alta precipitación mediante un sistema de extracción activa que entrega los lixiviados en un tanque de retención que permite la sedimentación de algunos sólidos. La recirculación de los lixiviados sobre los residuos agiliza el proceso de descomposición de estos

y acelera la estabilidad especialmente durante la época seca. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 51)

5.13.6 SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE LIXIVIADOS

El sistema de recolección de lixiviados tiene la función básica de transportar los lixiviados generados durante las actividades de disposición hacia la laguna de lixiviados. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 51)

5.13.7 LAGUNA DE LIXIVIADOS

Su función es recolectar los lixiviados generados por los residuos sólidos por medio del sistema de recolección de lixiviados que los transporta hacia la laguna. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 52)

El mantenimiento rutinario a la laguna, se debe de revisar que la geo membrana esté bien colocada y que no presente fisuras, de lo contrario se gestionara la respectiva reparación. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 52)

Se debe evitar que la laguna sobrepase la capacidad de diseño en tiempo de lluvia. Para evitar que esto suceda, es necesario hacer recircular los lixiviados sobre las terrazas, preferiblemente en horas soleadas. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 52)

5.13.8 CHIMENEAS DE GAS

Las chimeneas de gas estarán instaladas verticalmente deberán funcionar para remover el gas generado por el relleno sanitario durante la descomposición de los residuos dispuestos hacia la atmósfera (venteo de gas pasivo). Las chimeneas funcionan también para introducir aire a los residuos y ayudar a la descomposición de los mismos. Será necesario incrementar la altura de las chimeneas de gas a medida que progresan e incrementan los residuos dispuestos. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 52)

Las Chimeneas de gases iniciarán directamente colocadas sobre la tubería de lixiviados, de tal manera que éstas partan desde la base del relleno y puedan evacuar la mayor cantidad de gases posible. Es de tener muy en cuenta que del buen funcionamiento de este sistema dependerá la rapidez de cómo los residuos sólidos allí depositados se estabilicen; esto sucede en presencia del oxígeno, por lo que la red de gases también tiene la función de trasladar oxígeno al interior del relleno. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 52)

Estas chimeneas se construirán con costanera, forradas con malla de 1 ½" x 72", conocida como malla para gallinero y piedra de puño. Tal como se muestra en el plano respectivo, con el objeto de que los gases circulen con facilidad, se colocará un tubo de PVC de 4" perforado o ranurado en el centro para completar la chimenea. Al terminar la chimenea, se colocará una capa de suelo cemento de 10 centímetros, con un área de 60 por 60 centímetros, colocando un tubo de cemento de 6 pulgadas que sobresaldrá a la tierra, para una mejor apreciación ver la siguiente figura. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 52)

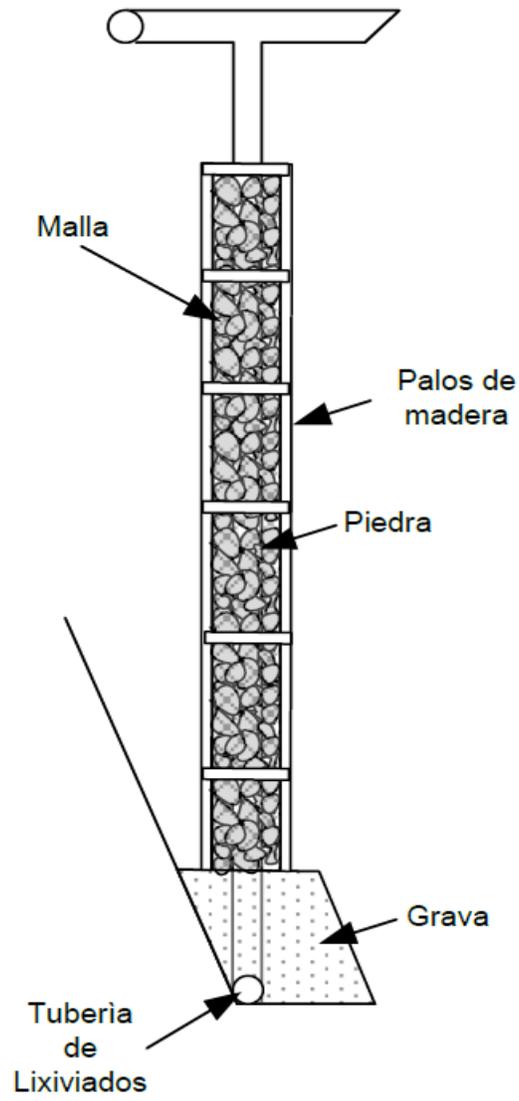


Ilustración 29-Diseño

de Chimeneas

Fuente: (Potrerillos, 2013)

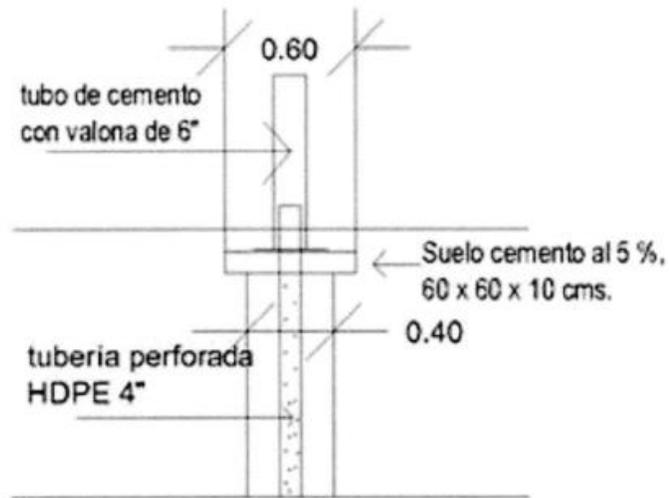


Ilustración 30- Detalle de Chimenea

Fuente: (Potrerillos, 2013)

5.13.9 IMPERMEABILIZACIÓN

Su función es evitar la filtración de los lixiviados hacia las aguas subterráneas y superficiales. Cabe señalar que la impermeabilización deberá cumplir con un coeficiente 10^{-7} cm/seg. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 54)

- El relleno sanitario cuenta con impermeabilización de geomembrana HDPE (polietileno de alta densidad) de 1.5 mm.
- Para su mantenimiento, el auxiliar deberá revisar el área de las celdas donde está colocada la geomembrana, con el fin de verificar que la maquinaria pesada no la haya dañado.
- Si esta ha sido dañada, informar inmediatamente al responsable del sitio para reparar al instante y evitar la filtración de los lixiviados hacia los mantos acuíferos.

5.13.10 EQUIPO BÁSICO Y ESPECIFICACIONES BÁSICAS

- **Tractor de cadenas (Bulldozer)**

Función: Distribuir y compactar los residuos sólidos, así como realizar la preparación del sitio, suministrar la cubierta diaria y final y trabajos generales de movimiento de tierras. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 55)

El grado de compactación de los residuos depende de la presión ejercida. Como se mencionó anteriormente, a menor espesor de capa de residuos, mayor compactación. El responsable de la maquinaria deberá de consultar los manuales de operación y mantenimiento del fabricante por cualquier problema que se presente con este, o cuando se tenga duda en cuanto al mantenimiento que se le deba dar. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 55)

- **Retroexcavadora**

Función: Extrae el material de cobertura que se le coloca a los residuos al final de día. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 55)

Características: El sitio contará con una retroexcavadora con capacidad nominal de 2 m³ y capacidad de cucharón de 0.30 m³. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 55)

- **Camión Volqueta**

Función: Trabaja junto con la retroexcavadora y se encarga de transportar el material de cobertura extraído del sitio. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 55)

Características: Capacidad de transportar 5 m³. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 55)

- **Camión recolector**

Función: su trabajo es recolectar todos los desechos sólidos localizados en los diferentes puntos del municipio. Contará con una capacidad de carga de 6m³. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 55)

5.14 INFORMACIÓN DEL RELLENO SANITARIO

Se mostrará el diseño y la vida útil del relleno, la acumulación de residuos sólidos en un espacio controlado genera un impacto ambiental de categoría B porque cuenta con impactos ambientales significativos y moderados y que se deben hacer un EIA (La Evaluación del Impacto Ambiental) que es un procedimiento jurídico-administrativo de recogida de información, análisis y predicción destinado a anticipar, corregir y prevenir los posibles efectos directos e indirectos que la ejecución de una determinada obra o proyecto causa sobre el medio ambiente. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 56)

5.14.1 EL TIPO DE RELLENO SANITARIO

Por los datos obtenidos del tonelaje que se producirá diario en el relleno sanitario, se utilizará el tipo Semi Mecanizado, este tendrá una producción diaria de 26.47 toneladas aproximado en el transcurso de su vida útil. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 56)

Esto representa una gran generación de empleos por la mano de obra, de los cuales pueden ser tomados dentro de la misma comunidad, para su construcción, funcionamiento del relleno sanitario. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 56)

Como se puede observar en la tabla 4.1, la cantidad de desechos sólidos en los primeros años estará en el rango que comprende un relleno sanitario Semi-Mecanizado, que es aquel diseñado para dar disposición final a los residuos sólidos de poblaciones que generan entre 16 y 40 toneladas diarias de residuos sólidos no especiales y que requiere utilizar maquinaria pesada como apoyo al trabajo manual a fin de hacer una buena compactación, estabilizar los terraplenes y dar mayor vida útil al relleno. (SERNA, 2014, pág. 13)

En estos casos, un 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 tipo de relleno. En este tipo de rellenos se combina la operación diaria, manual o con maquinaria agrícola, con el apoyo periódico de maquinaria de movimiento de tierras que con una frecuencia quincenal o

mensual puede concurrir al perfilado de superficies, el refuerzo del cubrimiento y la preparación y acondicionamiento de las áreas de próxima recepción de residuos. (Franco Fajardo, Chavarria Zelaya, & Rivera Rodriguez, 2017)

Estimando que para el año 15 de funcionamiento (2030) pasará a ser un relleno sanitario mecanizado es aquel diseñado para dar disposición final a los residuos sólidos de grandes ciudades y poblaciones que generan más de 40 toneladas diarias de residuos sólidos no especiales.

Este tipo de relleno requiere utilizar maquinaria pesada para sus operaciones. El movimiento de los residuos, su acomodo, compactación y cobertura se realiza con equipos mecánicos tales como, bulldozers, cargadores frontales (pail loaders), motoniveladoras, etc. El sistema mecanizado permite dar oportuna compactación y cubrimiento diarios a cantidades importantes de residuos evitando la generación de inconvenientes de tipo sanitario y ambiental que pudieran afectar al entorno. (SERNA, 2014, pág. 13)

Esto representa una gran generación de empleos por la mano de obra, de los cuales pueden ser tomados dentro de la misma comunidad, para su construcción, funcionamiento del relleno sanitario.

5.14.2 EL MÉTODO DEL RELLENO SANITARIO

El método a utilizar es el del barranco o depresión debido a las pendientes pronunciadas ya que este método también se le conoce como método de rampa o pendiente progresiva, y se refiere a la utilización de barrancos, fosas de relleno suplementario y canteras como zona de vertedero. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 56)

La topografía nos brindó la geomorfología del terreno y gracias a las pendientes pronunciadas del terreno se procedió a utilizar este método. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 56)

5.14.3 VIDA ÚTIL

La vida útil de un proyecto de esta magnitud es vital, porque si el tiempo de explotación es menor a diez años no vale la pena la inversión. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 56)

En los cálculos obtenidos de las tablas 16, 17 y 19 demuestra que el relleno sanitario tendrá una vida útil de 20 años, haciendo una inversión factible para el municipio de Omoa.

5.15 DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO

Se mostrará el diseño del relleno sanitario de forma factible, logrando mitigar la contaminación ambiental, y el volumen de lixiviados dentro del relleno y a sus alrededores. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 57)

5.15.1 CONSTRUCCIÓN DEL FONDO

El objetivo es realizar un terreno con barrera geológica es:

- a. Minimizar la cantidad de aguas lixiviadas que se infiltran al suelo, al fin de proteger las capas freáticas.
- b. Ralentizar la difusión de contaminantes en el suelo.
- c. Garantizar que la mayoría de los contaminantes se queden en la proximidad del relleno, incluso si se daña la capa mineral.

Para una mejor protección de las aguas subterráneas, es muy importante que se construya una capa mineral impermeable al fondo del relleno sanitario, a fin de impedir la filtración de las aguas lixiviadas hacia las capas freáticas. La mejor solución es una capa impermeable natural, la construcción del relleno sanitario en un terreno arcilloso. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 57)

El siguiente cuadro muestra los parámetros más importantes para la capa mineral de base.

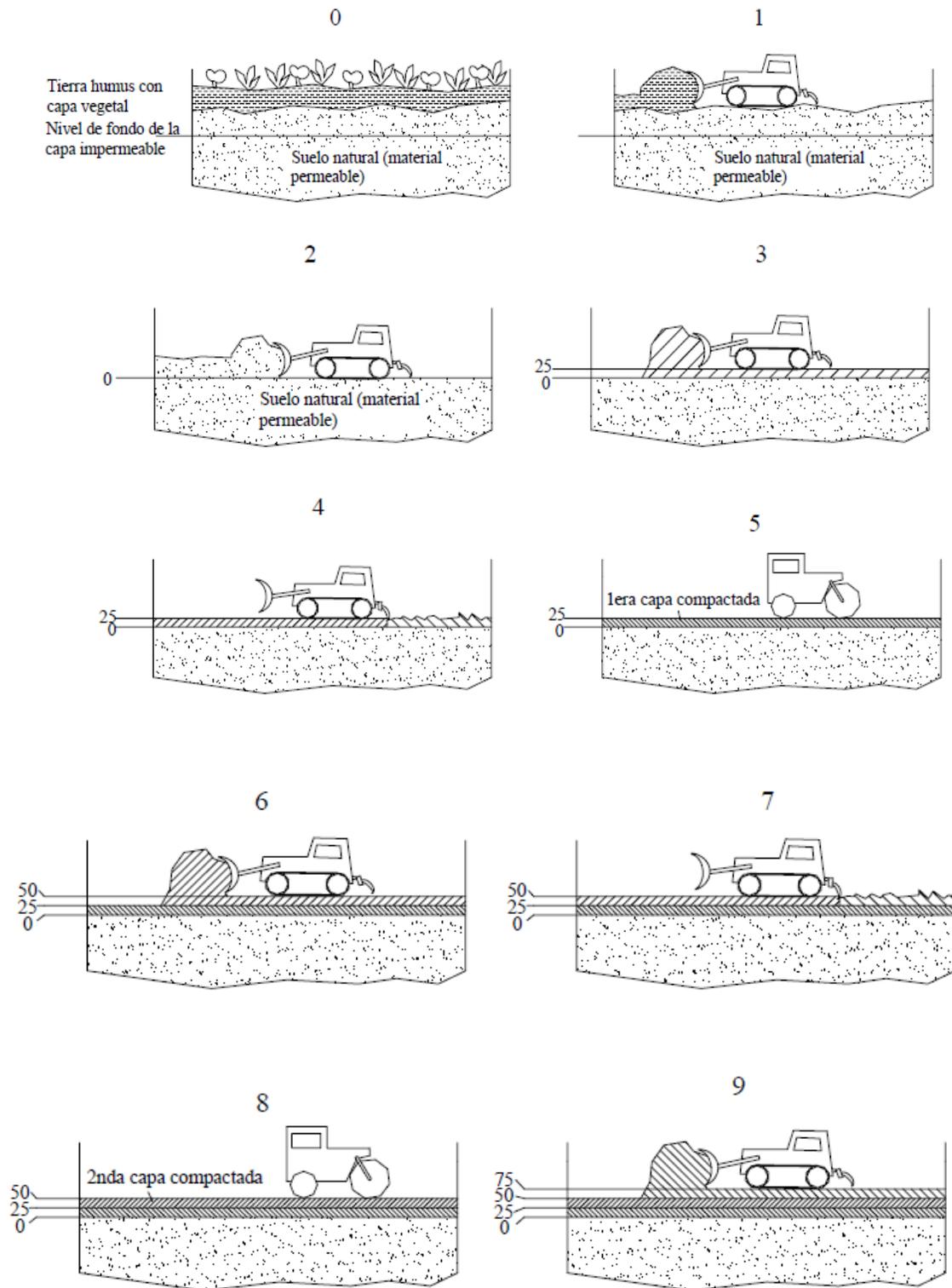
Tabla 27-Criterios de calidad para un suelo impermeable

Criterio	Valor recomendado
Espesor (m)	0.75
Factor de permeabilidad k_f (m/s)	< 10^{-9}
Resistencia contra sufusión	Necesaria
Contenido de partículas pequeñas (< 0.002 mm) (%)	> 20
Contenido de arcilla (%)	> 10
Tamaño máximo de partículas (mm)	20
Contenido de carbonato de potasio (%)	< 15
Contenido de agua (%)	< 5
Contenido de materia orgánica (%)	< 5

Fuente: (Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales, 2002)

Para realizar que el suelo cumpla los parámetros de la tabla 13 se necesita que se trabaje de la siguiente forma:

0. Suelo natural.
1. Excavación de la tierra superficial.
2. Preparación del terraplén (al nivel previsto para el fondo del relleno).
3. Carga del material para el primer estrato.
4. Escarificación y homogenización del primer estrato hacia 30 cm de profundidad, si necesario, mezclar el material con el suelo natural.
5. Compactación del primer estrato.
6. Carga del segundo estrato con un espesor de 25 cm
7. Escarificación y homogenización del primer estrato hacia 30 cm de profundidad.
8. Compactación del segundo estrato.
9. Carga del tercer estrato con un espesor de 25 cm.
10. Escarificación y homogenización del tercer estrato hacia 30 cm de profundidad.
11. Compactación del tercer estrato.



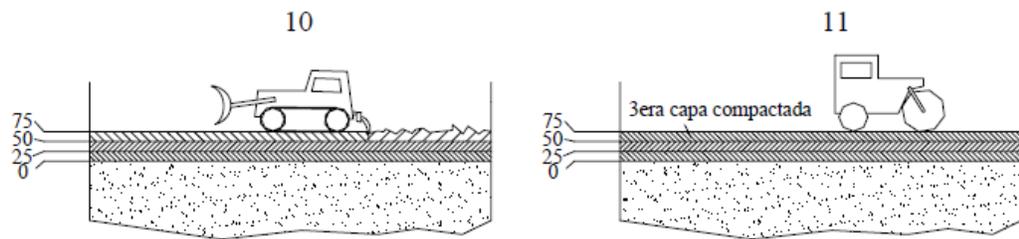


Ilustración 31-Preparación de la capa mineral.

Fuente: (Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales, 2002)

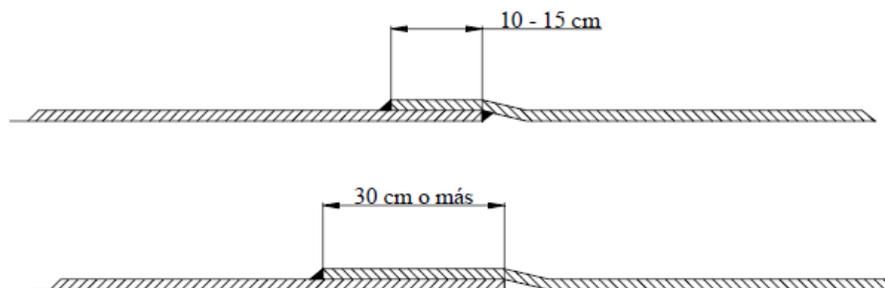
5.15.2 CAPA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD

Se debería poner una capa de plástico sobre la capa mineral. Se recomienda utilizar laminillas de polietileno de alta densidad. Las características que deben tener estas laminillas son:

- a. No debe contener huecos, roturas, burbujas o cavidades
- b. No debe tener torsiones diagonales
- c. Su espesor debe ser homogénea
- d. Deben ser impermeables para agua, hidrocarburos clorurados y no clorurados, acetona y tricloroetileno
- e. Deben ser resistentes contra calor y condiciones climáticas adversas.
- f. Deben ser resistentes contra desgaste mecánico.

En la colocación del polietileno de alta densidad debe ser sobre la capa minera, sin utilizar equipo o maquinaria porque se puede dañar, también se debe de proteger contra el viento con la colocación de sacos de arenas para evitar dobladuras por el viento. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 60)

COMO SE PUEDE REALIZAR



NO SE DEBE REALIZAR



Ilustración 32-Colocación de Polietileno.

Fuente: (Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales, 2002)

5.15.3 DRENAJE

La función es evitar la acumulación de lixiviados dentro del relleno sanitario, como las aguas lixiviadas continúan produciéndose durante muchos años después del cierre del relleno sanitario, es importante que sea muy resistente y bien construida esa capa. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 60)

El sistema ideal de drenaje consiste en tubos perforados que se colocan dentro de la capa de piedra bola o grava. Estos tubos deben ser colocados al fondo de la capa, para de permitir que todas las aguas se percolen al interior del tubo. Es importante que exista una capa de filtro. Para evitar acumulaciones de aguas lixiviadas y asegurar una conducción rápida y eficiente a la planta de tratamiento, se recomienda diseñar el fondo del relleno en triángulos ligeramente inclinados y colocar los tubos al fondo de estos triángulos (sistema espina de pescado). En rellenos grandes, se recomienda dividir el área de relleno en diferentes "cuencas" con un colector mayor en el centro. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 61)

El diámetro de los tubos puede variar entre 100 y 250 mm, dependiendo de la cantidad de las aguas lixiviadas. Para los colectores mayores en rellenos grandes, se recomiendan tubos con el diámetro de 250 mm. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 61)

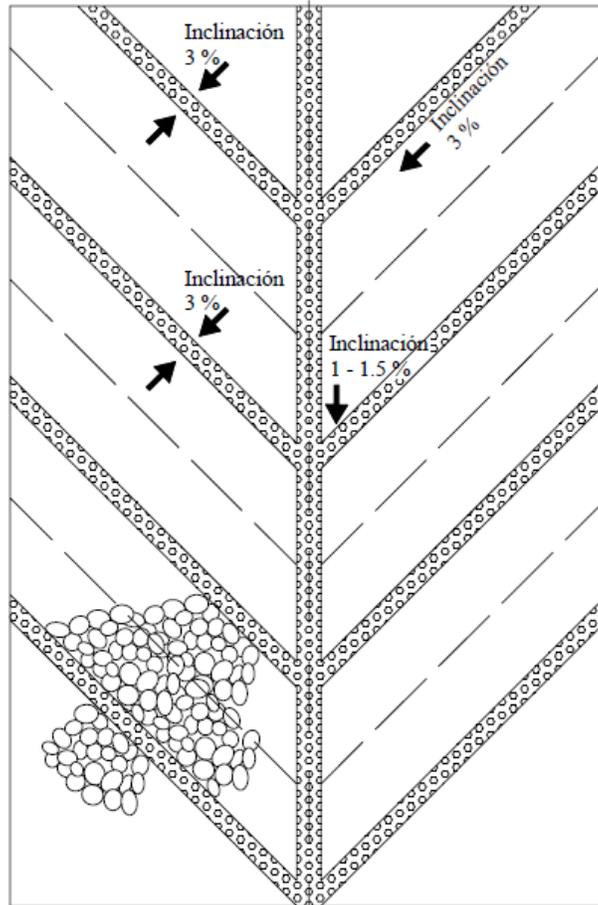


Ilustración 33-Colocación del Sistema de Drenaje.

Fuente: (Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales, 2002)

Hay canales construidos que se construyen preparando el terreno con la inclinación como en el sistema de espina de pescado como se muestra en la ilustración 18 y 19.

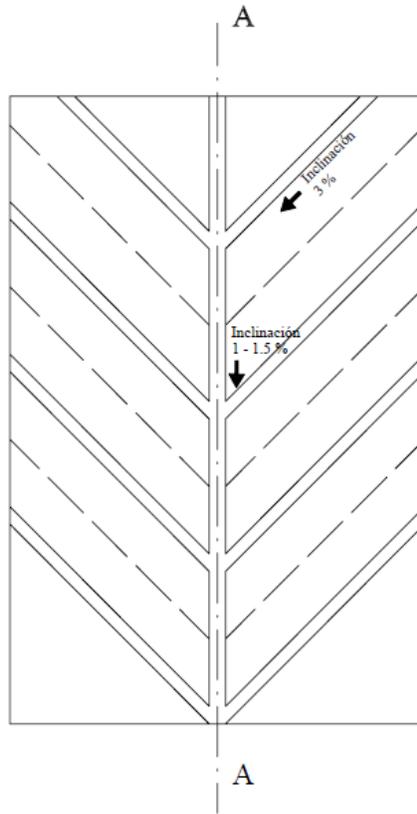


Ilustración 34-Colocación del Sistema de Drenaje.

Fuente: (Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales, 2002)

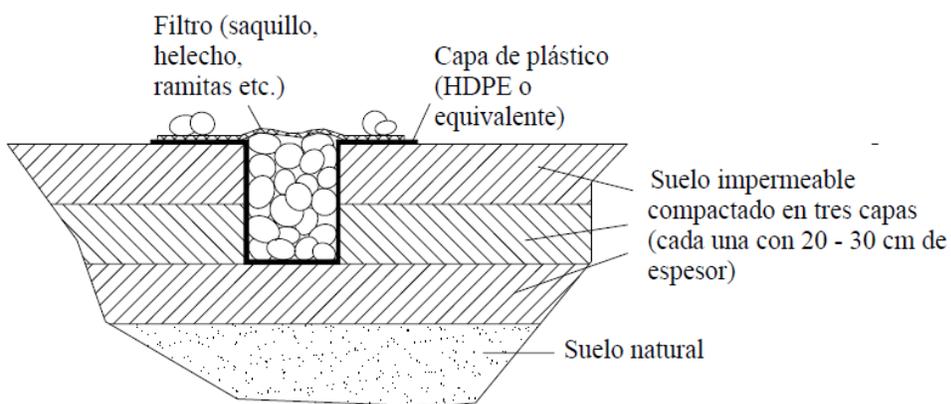


Ilustración 35-Colocación del Sistema de Drenaje.

Fuente: (Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales, 2002)

5.15.4 DRENAJE DEL GAS POR CHIMENEA

Si se realiza el drenaje pasivo con chimeneas hay que construir las chimeneas de drenaje durante la operación del relleno sanitario. Aquí se aprovecha de la difusión horizontal del gas de relleno. El gas se difunde hacia la próxima chimenea y por ella de manera controlada hacia afuera. Las chimeneas tienen una alta permeabilidad para el gas y por consecuencia queda muy baja la cantidad de gas que no se difunde por la chimenea, pero por la superficie del cuerpo de basura sí. (Orellana, Pineda, & Reyes, 2016, p. 63)

Las chimeneas de drenaje se pueden construir de dos maneras:

- a) Jaula de malla con 4 puntales de madera, llenada con piedra bola o grava
- b) Tubo perforado llenado con piedra bola o grava.

Tabla 28-Diseño de Chimenea

Parámetro	Chimenea construida de malla con puntales de	Chimenea con tubo perforado
Ancho de la chimenea	0.5 - 1 m	Ø 0.6 - 1.2 m
Material de construcción	Puntales: Madera (que tiene la función de retener una parte de las aguas lixiviadas) Malla: Malla de acero; distancia entre los alambres < 2 cm	Plástico perforado La superficie total de los orificios debe ser 10 % de la superficie del tubo. Diámetro de los orificios: < 2 cm Material: Preferiblemente PEHD reciclado
Material para llenar la chimenea	Piedra bola o grava. Es importante que no contenga cal, porque se descompone fácilmente la piedra con alto contenido de cal en la atmósfera agresiva de los gases de relleno	
Dimensiones de las piedras	Se utiliza preferiblemente piedra con un diámetro < 16 cm, lo que impide una rápida congestión por causa de material espeso o sólido ingresando a la chimenea. También es importante que sean pequeñas las piedras porque las piedras grandes se rompen bajo la influencia del calor extremo de la incineración de los gases de relleno	
Distancia entre las chimeneas	25 - 30 m en rellenos manuales que tienen celdas con una altura de menos de 8 m. 20 - 25 m en rellenos compactados donde el cuerpo de basura tiene una altura < 15 m. 15 - 20 m en rellenos compactados donde el cuerpo de basura tiene una altura > 15 m.	

Fuente: (Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales, 2002)

5.16 DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO

Tabla 29-Nuevos criterios de diseño de celda año 2017

DISEÑO DE CELDA DIARIA				
	DESCRIPCION	FORMULAS		RESULTADOS
VC	VOLUMEN DE CELDA DIARIA	DSRS/DRSM x MC		69.12 m ³ /día laboral
	DSRS	DSP x 7/Dhab		28,799 kg/día laboral
AC	DIMENSIONES DE LA CELDA	Vc/hc		69.12 m ³ /día
L	LARGO O AVANCE DE LA CELDA	Ac/a		19.75 m
	a = ancho de acuerdo al frente de trabajo necesario para la descarga de la basura por los vehículos recolectores		Altura (m)	1.00
			Ancho (m)	3.50
			Largo (m)	19.75
		TOTAL		m ³

Fuente: (Sánchez, Martínez & Mejia, 2022)

5.17 CAUDALES DE ESCORRENTÍA

Tabla 30-Caudal de escorrentía en un periodo de 15 días.

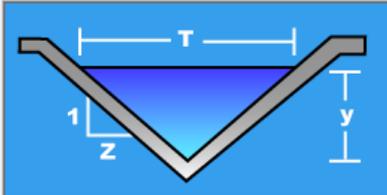
Tabla de caudales por escorrentia durante 15 dias continuos				
lluvia continua (Horas)	Intencidad (mm/hr)	Coeficiente	Area (Ha)	Caudal m ³ /seg
24	1.08	0.55	1.7	0.002813657
18	1.44	0.55	1.7	0.003751543
12	2.17	0.55	1.7	0.005627315
8	3.25	0.55	1.7	0.008440972
6	4.33	0.55	1.7	0.01125463
4	6.50	0.55	1.7	0.016881944
4	8.00	0.55	1.7	0.020777778
4	26.00	0.55	1.7	0.067527778

Fuente: (Omoa – Relleno Sanitario, 2016)

Lugar:	<input type="text" value="Omoa"/>	Proyecto:	<input type="text" value="Relleno Sanitario"/>
Tramo:	<input type="text" value="N.A."/>	Revestimiento:	<input type="text" value="N.A."/>

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.15"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="2"/>	



Resultados:

Tirante crítico (y):	<input type="text" value="0.2584"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.1557"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.1336"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1156"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="1.0337"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="1.1231"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="1.0000"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.3227"/>	m-Kg/Kg

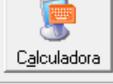
 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora
---	---	---	---	--

Ilustración 36-Diseño de canal perimetral

Fuente: (Omoa – Relleno Sanitario, 2016)

5.18 PRESUPUESTO PARA PROYECTO DE RELLENO SANITARIO

Tabla 31-Presupuesto del Proyecto

PRESUPUESTO DE CANTIDADES DE OBRA

NOMBRE Relleno Sanitario
Omoa
Carlos Sánchez /
ELABORO Hermes Martínez /
Ramon Mejia
Municipalidad de
PROPETARIO Omoa
FECHA 8/10/2022
VALIDO
HASTA 9/10/2022

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	SUBTOTAL
1.00	PRELIMINARES				
1.01	Limpieza general del terreno con tractor, incluye remoción de capa vegetal	M2	24,515.16	L 199.79	L 4,897,874.59
1.02	Oficina Principal, utilizando contenedores acondicionados para oficina, de dos niveles, incluye gradas de acceso al segundo nivel y todo lo necesario para su debido funcionamiento e instalación.	UND	1.00	L362,734.70	L 362,734.70
1.03	Caseta de vigilancia y control de bascula	UND	1.00	L255,738.23	L 255,738.23
1.04	Instalaciones provisionales de obra (2 contenedores 40 ft")	UND	2.00	L163,500.00	L 327,000.00
1.05	Cerca perimetral	ML	1,226.00	L 2,484.63	L 3,046,156.99
2.00	AREA DE DISPOSICION				
2.01	Instalación de 1 capa de Geomembrana HDPE (polietileno	M2	19,432.73	L 1,196.38	L 23,248,992.46

	de alta densidad) de 1.5 mm				
2.02	Chimeneas para gases de lixiviados	ML	713.15	L 1,903.35	L 1,357,375.69
3.00	SISTEMA PLUVIAL				
3.01	Cuneta revestida, ancho=1.00 mts	ML	327.28	L2,322.54	L 760,109.25
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	SUBTOTAL
4.00	SISTEMA DE CAPTACION DE LIXIVIADOS				
4.01	Tubería de conducción de lixiviados de 8"	ML	867.00	L606.26	L 525,624.78
4.02	Drenaje de lixiviados con tubería perforada de 4", rellena con grava, incluyendo material y suministros	ML	1,040.00	L877.21	L 912,297.22
5.00	LAGUNA DE LIXIVIADOS				
5.01	Excavación para laguna de lixiviados	M3	196.00	L647.71	L 126,951.68
5.02	Relleno y compactación con material arcilloso con coeficiente de permeabilidad de 10^{-7} cm/seg, altura 1 m para lagunas de lixiviados	M3	224.00	L680.39	L 152,407.07
5.03	Instalación de 1 capa de Geomembrana HDPE (polietileno de alta densidad) de 1.5 mm	M2	224.00	L1,196.38	L 267,989.87
6.00	CONFORMACION DE CALLES				
6.01	Conformación de calle principal	M2	4,062.98	L446.52	L 1,814,202.72
7.00	BASCULA				
7.01	Bascula para pesaje de camiones	UND	2.00	L969,385.14	L 1,938,770.28

8.00	EQUIPO DE RECOLECCION				
8.01	Contenedor de 8 toneladas	UND	1.00	L172,630.00	L 172,630.00

Total Lps	L 40,166,855.54
------------------	-----------------

Fuente: (Sánchez, Martínez & Mejía, 2022)

VI. CONCLUSIONES

- 1) Con la realización del levantamiento topográfico se actualizó lo que comprende el terreno destinado al proyecto de relleno sanitario. Al revisarlo y compararlo con el levantamiento topográfico antes realizado en el año 2016 se obtuvo una reducción de área de 11,602.64 metros cuadrados. Esto debido a invasiones aledañas, dejándonos con un área de trabajo de aproximadamente 87,177 metros cuadrados, sin afectar la zona donde se depositará los desechos sólidos.
- 2) Con los resultados obtenidos en los cálculos se puede observar que el proyecto de relleno sanitario tendrá una vida útil de 20 años, el cual cumplirá con un volumen total de 489,755 m³ de desechos sólidos, tanto orgánicos, plásticos y desechos peligrosos que al compararlos con los resultados del año 2016 de 368,382 m³ y del año 2017 de 368,382 m³ podemos observar un incremento importante.
- 3) Se contará con un tipo de relleno sanitario semi mecánico, ya que se utilizará maquinaria mecánica y mano de obra humana para el tratamiento y operación del relleno sanitario. Es un relleno sanitario en depresión por la particularidad del terreno natural donde se llevará a cabo, ya que el terreno natural cuenta con una depresión natural, la cual facilita el relleno de desechos sólidos y su compactación.
- 4) Como parte de lo que significa en operación con las normas ambientales proporcionadas por Mi Ambiente, gestionadas por las consideraciones del proyecto, la municipalidad y considerando que se garantice la disminución del porcentaje de contaminación ambiental, también se utilizó el "Manual de construcción y operación de rellenos sanitarios en Honduras" en el cual se encuentran todas las características y requerimientos legales para el desarrollo y mantenimiento de rellenos sanitarios en el país.
- 5) Al efectuarse la comparativa entre los datos anteriores con los actuales se observó que no afectara algún cambio al diseño propuesto con anterioridad ya que el diseño se logró concluir que es funcional. Según la tabla de categorización ambiental el proyecto es categoría 2, la cual corresponde a lo sector de saneamiento, es decir, el tratamiento y

disposición final de residuos sólidos ordinarios y este procesará entre 10-50 toneladas por día.

- 6) Tomando en cuenta los precios de los materiales, mano de obra y equipo a la actualidad en que el mercado nacional se encuentra con los cambios constantes, estimo que el precio aproximadamente es de Lps.40,166,855.54 los detalles de las actividades y cantidades de obra se observan el PCO y fichas de costo por actividad.

VII. RECOMENDACIONES

- 1) Al momento de construcción del relleno sanitario se debe de tomar en cuenta la comunidad que se tiene a los alrededores y dejarles sus calles de acceso individuales al relleno sanitario, para evitar problemas o accidentes dentro de las instalaciones del relleno sanitario.
- 2) Se recomienda dar monitoreo a los niveles de desechos sólidos compactados cada 5 años para comprobar que se estén haciendo realidad los cálculos mencionados en el informe y así poder realizar la mejor toma de decisiones sobre el relleno sanitario.
- 3) Se recomienda utilizar la maquinaria necesaria y adecuada para poder realizar el trabajo de la mejor manera y que se le saque el mejor provecho posible al relleno sanitario, tanto en su capacidad como en calidad y eficiencia de procesos para poder mantener los costos bajos.
- 4) Al momento de dar operación al relleno sanitario se recomienda guiarse del “manual de construcción y operación de rellenos sanitarios de Honduras” para su mejor ejecución y operación, así poder explotar de la mejor manera su vida útil.
- 5) Se recomienda el cierre técnico del vertedero a cielo abierto con el que cuenta el municipio de Omoa, ya que con el relleno sanitario en función se obtendrá un gran impacto positivo para el medio ambiente y la salud de los habitantes.
- 6) Tomar en cuenta el uso de paneles solares y realizar estudios para determinar la eficiencia que estos tendrían dentro del proyecto en la parte de calidad y tomando en cuenta los costos que este tendría reflejado en el proyecto.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Abbate, & Alejandro. (2015). Gestion de Rellenos Sanitarios en America Latina.
- Acosta Duarte, F. (20 de Junio de 1998). Reglamento General de Salud Ambiental. La Gaceta, págs. 1-19.
- Aguaza, O., & Bienvenido. (2012). Analisis Coste-Beneficio. eXtoikos, 147-149. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es> > articulo > 5583839
- Alcaldia Municipal de Omoa, O. (2020). Memoria Descriptiva Omoa 2020 - Rutas de Recoleccion y Calculos. Omoa.
- ambiente, O. m., Ambiente, M., Omoa, M. d., & CNP+LH. (2017). Estrategia Municipal de Gestion Integral de Residuos Solidos Municipio de Omoa, Cortes. Omoa.
- apen. (s.f.). Obtenido de apen: <https://apen.es/glosario-de-informatica/microsoft-powerpoint/>
- AUTODESK JOURNAL. (s.f.). Obtenido de AUTODESK JOURNAL: <https://www.autodeskjournal.com/que-es-autocad-civil-3d/>
- BCIE. (20 de Septiembre de 2018). Obtenido de BCIE: <https://www.bcie.org/novedades/noticias/articulo/inauguran-relleno-sanitario-en-honduras>
- Bermudez, P., & Claudia. (2011). Intervencion social desde el Trabajo Social.
- Biodiversidad, D. d. (2011). Convenio con la diversidad biologica.
- Caballero, D. M., & Ayala Peña, F. J. (2020). Estudio de Factibilidad para la Construccion de un Relleno Sanitario para la ciudad de La Entrada, Copan, Municipio de Nueva Arcadia, Honduras. San Pedro Sula.

Cesuma. (s.f.). Cesuma: Medio Ambiente y Calidad. Obtenido de <https://www.cesuma.mx/blog/que-es-el-sistema-de-gestion-de-desechos.html>

DIGESA, M. d. (2004). Guia Tecnica para la Clausura y Converion de Botaderos de Residuos Solidos. Lima.

Duarte Acosta, F. (20 de Junio de 1998). Reglamento General de la Salud Ambiental. La Gaceta, págs. 1-19.

ESAN, C. (2 de Octubre de 2018). esan business. Obtenido de esan business: <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/microsoft-project-su-aplicacion-en-la-gestion-de-proyectos>

Franco Fajardo, B. J., Chavarria Zelaya, J. M., & Rivera Rodriguez, R. A. (2017). Relleno Sanitario-Ajuste de Datos. San Pedro Sula.

GEOBAX. (s.f.). Obtenido de GEOBAX: <https://geobax.com/topografia/prisma-topografico/>

GEOCOM. (s.f.). Obtenido de GEOCOM: <https://www.geocom.cl/collections/tripode-topografico>

GEOTECNOLOGIAS. (s.f.). Obtenido de GEOTECNOLOGIAS: <https://tienda.geotecnologias.com/products/58/estacion-total-trimble-c5>

Google Sites. (s.f.). Obtenido de Google Sites: <https://sites.google.com/a/correo.udistrital.edu.co/manualviviendas/4-equipo/estacas>

Honduras, G. d. (2017). Analisis Sectorial de Residuos Solidos en Honduras. Tegucigalpa.

Microsoft. (s.f.). Obtenido de Microsoft: <https://support.microsoft.com/es-es/office/tareas-b%C3%A1sicas-en-excel-dc775dd1-fa52-430f-9c3c-d998d1735fca>

mundocuentas. (s.f.). Obtenido de mundocuentas: https://www.mundocuentas.com/google/meet/#Como_funciona

Najera Aguilar, H. A. (s.f.). Lixiviados. Mexico.

- OEFA, O. d. (2014). Fiscalización Ambiental en los Residuos Sólidos de gestión municipal provincial. Lima.
- Orellana, M., Pineda, R., & Reyes, C. (2016). Omoa - Relleno Sanitario. San Pedro Sula.
- Ortega, D. (2019). Relleno Sanitario Municipalidad de Puerto Cortes, Honduras, C.A. Puerto Cortes: Municipalidad de Puerto Cortes.
- Potrerillos, M. d. (2012). Plan Director del Manejo de los Residuos Sólidos Municipales del Municipio de Potrerillos, Departamento de Cortes. Potrerillos.
- Republica, C. d. (2009). Reglamento para el Manejo Integral de Residuos Sólidos. Departamento de Recursos Naturales y Ambiente, Tegucigalpa.
- Riquelme, F., & Sergio. (2017). La teoría en la Intervención Social. Modelos y enfoques para el Trabajo social del siglo XXI. Acción Social. Revista de Política Social y Servicios Sociales.
- Rischmagui, G. (2019). Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Obtenido de Banco Interamericano de Desarrollo (BID):
https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Manual_de_manejo_de_desechos_s%C3%B3lidos_es.pdf
- Sanchez, & Gerardo. (s.f.). prixz. Obtenido de prixz: <https://prixz.com/salud/nos-sirve-microsoft-word/>
- Sanchez, J. (8 de Junio de 2020). Ecología Verde. Obtenido de Ecología Verde:
<https://www.ecologiaverde.com/que-son-los-residuos-solidos-y-como-se-clasifican-1537.html>
- SERNA, M. M. (2014). Manual de Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios de Honduras. Tegucigalpa.
- SERNA, M. M. (2014). Manual de Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios de Honduras. Tegucigalpa.

Toro, E. R., Narea, M. S., Pacheco, J. F., Contreras, E., & Galvez, A. (2016). Guia general para la gestion de residuos solidos domiciliarios. Santiago: Naciones Unidas.

Ulloa, & Jose. (2006). redalyc.org. Obtenido de redalyc.org:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476047388001>

Vargas Fuentes, J. C. (2016). Tratamiento de Residuos Solidos. Esteli: Universidad Nacional Autonoma de Nicaragua - UNAN.

WIKIPEDIA. (26 de Enero de 2022). Obtenido de WIKIPEDIA:
[https://es.wikipedia.org/wiki/Clavo_\(objeto\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Clavo_(objeto))

WIKIPEDIA. (11 de Enero de 2022). Obtenido de WIKIPEDIA:
<https://es.wikipedia.org/wiki/Machete>

Zelada Zegarra, M. d. (2013-2014). FISCALIZACIÓN AMBIENTAL en Residuos Solidos de gestion municipal providencial. Lima: BILLY VÍCTOR ODIAGA FRANCO.

IX. ANEXOS



Ilustración 37- Reconocimiento del sitio del vertedero municipal

Fuente: (Sánchez, Martínez & Mejía, 2022)



Ilustración 38-Levantamiento topográfico en el sitio del proyecto

Fuente: (Sánchez, Martínez & Mejía, 2022)



Ilustración 39-Levantamiento topográfico coordinado para cubrir la zona delimitada

Fuente: (Sánchez, Martínez & Mejía, 2022)



Ilustración 40-Levantamiento topográfico en compañía de un grupo de estudiantes

Fuente: (Sánchez, Martínez & Mejía, 2022)