UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

Diseño de la infraestructura para el tratamiento de residuos sólidos del distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

AUTOR
Yean Carlos Chusden Delgado

ASESOR
Wilson Martin Garcia Vera
https://orcid.org/0000-0001-6108-0946

Chiclayo, 2023

Diseño de la infraestructura para el tratamiento de residuos sólidos del distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque

PRESENTADA POR

Yean Carlos Chusden Delgado

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR

Pedro Ramon Patazca Rojas
PRESIDENTE

Segundo Guillermo Carranza Cieza
SECRETARIO

Wilson Martin Garcia Vera
VOCAL

Dedicatoria

Le dedico la culminación de mi tesis a nuestro Padre Celestial, por ser mi guía y soporte para lograr superarme cada día y llegar hasta donde estoy ahora.

A mi madre por ser mi apoyo, motivación y fuerza para poder culminar mi carrera profesional y criarme en ejemplo de valores para ser una buena persona en la sociedad.

A mi hermana por ser parte de este camino en mi vida, darme ánimos y apoyo en este proceso, no siendo menos mis demás familiares y personas cercanas a mí por su apoyo moral en la elaboración de mi tesis.

Agradecimientos

Agradezco a mi Padre Celestial por permitirme llegar a culminar mi proyecto de grado.

A mis padres por haberme encaminado en lo que ahora soy y por aportar con su apoyo en mi formación profesional.

A mi asesor de tesis por su tiempo y conocimientos brindados para desarrollar este proyecto de la mejor manera posible.

A mis familiares, amigos y personas cercanas por darme su apoyo moral para culminar este proceso que fue lleno de retos, aprendizaje y alegrías siendo ahora parte de mi vida.

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%	21%	4%	9%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	idoc.pub Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
8	dspace.espoch.edu.ec Fuente de Internet	<1%
9	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	

Índice

Resumen 11

Abstract 12

I. Introducción 13

II. Marco teórico 20

Antecedentes 20

Bases Teóricas 28

III. Metodología 35

IV. Resultados 71

V. Discusión 113

XV. Conclusiones 118

XVI. Recomendaciones 121

XVII. Referencias 122

XVIII. Anexos 127

Lista de tablas

Tabla 1: Lugares colindantes a Pomalca 15

Tabla 2: Tabla para obtención de capacidad portante 41

Tabla 3: Dimensiones de muestra para varias cantidades de domicilios en la zona urbana del Distrito de Pomalca 43

Tabla 4: Generación de RSM por origen del distrito de Pomalca 43

Tabla 5: Tipos de RSM del distrito de Pomalca 44

Tabla 6: Cuadro de clasificación de vehículos 50

Tabla 7: Superficies de terreno referenciales para celda transitoria y relleno sanitario 60

Tabla 8: Clasificación de los rellenos sanitarios 61

Tabla 9: Vértices del área total disponible 71

Tabla 10: Área y perímetro del proyecto 72

Tabla 11: Vértices del área de proyecto 72

Tabla 12: BMS sistema WGS-84 zona 17S 72

Tabla 13: Coordenadas UTM de las calicatas a explorar 73

Tabla 14: Tipos de suelos en el área del proyecto 73

Tabla 15: Capacidad admisible del terreno kg/cm2 74

Tabla 16: Resultados del Estudio de Mecánica de Suelos 74

Tabla 17: Coordenadas UTM de las calicatas a explorar 75

Tabla 18: Resultado del coeficiente de permeabilidad 75

Tabla 19: Calicatas del área del Relleno Sanitario 75

Tabla 20: Propiedades morfométricas de la cuenca en estudio 76

Tabla 21: Estación Lambayeque 77

Tabla 22: Estación Reque 77

Tabla 23: Estación Cayaltí 77

Tabla 24: Caudal máximo de diseño en diferentes tiempos de retorno 78

Tabla 25: Cuadro resumen de población del distrito de Pomalca 78

Tabla 26: Composición física de los residuos sólidos del distrito de Pomalca 79
Tabla 27: Generación Total de Residuo Sólidos Municipales 79
Tabla 28: Generación Per Cápita 80
Tabla 29: Resultados de la propuesta 80
Tabla 30: Calificación de las alternativas para selección del área 81
Tabla 31: Flujo de destino de los residuos sólidos 82
Tabla 32: Distribución de áreas de la planta de tratamiento de RR. SS 83
Tabla 33: Resumen de áreas de planta de reciclaje 83
Tabla 34: Área total de la planta de compostaje 84
Tabla 35: Área administrativa 84
Tabla 36: Área administrativa 85
Tabla 37: datos del área administrativa 85
Tabla 38: Cargas unitarias 86
Tabla 39: característica de la viga 87
Tabla 40: Resultados de los elementos del tijeral 88
Tabla 41: Resultados de los elementos de la vigueta 88
Tabla 42: Características de la vía de acceso principal 89
Tabla 43: Pavimento de la vía de acceso principal 90
Tabla 44: Resumen de datos obtenidos 90
Tabla 45: Resumen de datos obtenidos 91
Tabla 46: Proyección de la generación de Residuos Sólidos, caso 01 92
Tabla 47: Si todos los residuos sólidos municipales van al relleno sanitario, caso 01 93
Tabla 48: Residuos sólidos municipales correspondientes al relleno sanitario, caso 02 94
Tabla 49: Capacidad aprovechable de R. S. Inorgánicos 95
Tabla 50: Residuos sólidos municipales correspondientes al relleno sanitario, caso 02 96
Tabla 51: Método de trinchera o zanja 96
Tabla 52: Dimensionamiento del relleno sanitario 97

Tabla 53: Talud del proyecto 97
Tabla 54: Dimensiones de la celda diaria..... 98
Tabla 55: Volumen de material de cobertura total para el relleno sanitario 99
Tabla 56: Ubicación de material de cobertura del proyecto..... 99
Tabla 57: Resumen de coeficiente de permeabilidad..... 99
Tabla 58: Cálculo del drenaje pluvial 100
Tabla 59: Cálculo del volumen de lixiviados del Relleno Sanitario 101
Tabla 60: Cálculo del volumen de lixiviados del Relleno Sanitario 101
Tabla 61: Capacidad volumétrica del pozo de lixiviados 101
Tabla 62: Método para los drenes de lixiviados..... 102
Tabla 63: Cálculo de generación de gases del relleno sanitario..... 102
Tabla 64: Parámetros de construcción de chimenea para gases..... 103
Tabla 65: Cantidad de chimeneas a construir..... 103
Tabla 66: Medidas de los pozos de monitoreo de aguas subterráneas 104
Tabla 67: Resumen de áreas..... 104
Tabla 68: Impactos ambientales identificados en la etapa de Construcción 105
Tabla 69: Impactos ambientales identificados en la etapa de Funcionamiento 105
Tabla 70: Impactos ambientales identificados en la etapa de Cierre 105
Tabla 71: Impactos Ambientales en las etapas del proyecto..... 105
Tabla 72: Plan de ingresos anuales..... 106
Tabla 73: Presupuesto general de obra..... 107
Tabla 74: Desagregado de gastos generales..... 108
Tabla 75: Desagregado de gastos generales de supervisión..... 109
Tabla 76: elementos que se van a utilizar 110
Tabla 77: Resumen de Materiales Indirectos 110
Tabla 78: Flujo de Caja Acumulado..... 111
Tabla 79: Evaluación Económica..... 111

Tabla 80: Flujo acumulado del proyecto 112
Tabla 81: Periodo de recuperación de la inversión 112
Tabla 82: Discusión de resultado de proyecto con otros trabajos 115
Tabla 83: Discusión de resultado de proyecto con otros trabajos 116
Tabla 84: Discusión de resultado de proyecto con otros trabajos 117

Lista de figuras

Figura 1: Residuos sólidos 28
Figura 2: Relleno sanitario 29
Figura 3: Relleno sanitario mecanizado 30
Figura 4: Relleno sanitario semimecanizado 30
Figura 5: Relleno sanitario Manual 31
Figura 6: Georreferenciación de la zona en estudio del distrito de Pomalca, vista satelital 39
Figura 7: Georreferenciación de la zona de estudio del distrito de Pomalca, vista satelital 39
Figura 8: Tanque o pozo séptico 57
Figura 9: Tanque séptico con pozo de percolación 58
Figura 10: Tanque séptico con zanjas de infiltración 59
Figura 11: Cálculo de volumen de trinchera 64
Figura 12: Diagrama de flujo del proyecto 82
Figura 13: Estructuración 86
Figura 14: resultados de columnas, dimensiones y acero 87
Figura 15: resultados de vigas soleras, dimensiones y acero 87
Figura 16: Espesores de capas de pavimento flexible finales 89
Figura 17: Dimensiones del Relleno Sanitario de RSM 97
Figura 18: Dimensiones de la celda diaria de RSM 98
Figura 19: Dimensiones del drenaje pluvial 100
Figura 20: Dimensiones de la poza de lixiviados del relleno sanitario 102
Figura 21: Chimenea vertical para generación de gases del Relleno Sanitario 103

Resumen

En el proyecto presentado, se establece el diseño de la infraestructura para el tratamiento de residuos sólidos del distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, la cual es una solución ambiental, a razón que el distrito no cuenta con una segregación adecuada (compostaje y reciclaje) y tampoco una disposición final para los residuos sólidos, realizándose en un botadero a cielo abierto, degradando el medio ambiente de la zona y las personas que laboran en ella. El objetivo del proyecto es diseñar plantas de reciclaje y compostaje para los residuos inorgánicos y orgánicos respectivamente, generando concientización en la población acerca de la segregación en la fuente y además generar ingresos de trabajo en el distrito, así mismo, la construcción de un relleno sanitario semimecanizado ambiental y sanitariamente segura para la disposición final de los residuos sólidos, además de instalación administrativa y auxiliares para el funcionamiento adecuado de la infraestructura. Para la realización de este proyecto se tomó el estudio de caracterización de residuos proporcionada por la municipalidad de Pomalca, se proyectó y determinó la población beneficiada, el estudio de selección del área, estudios topográficos, de mecánica de suelos, hidrológico y los necesarios para la realización del diseño teniendo como fundamento los parámetros del Ministerio del Ambiente, además de fuentes confiables como bases teóricas. El área utilizada para el proyecto es de 14.73 ha, el área del relleno sanitario semimecanizado es de 3.2 ha utilizándose el método de trinchera.

Palabras clave: Compostaje, reciclaje, relleno sanitario, infraestructura, residuos sólidos.

Abstract

In the project presented, the design of the infrastructure for the treatment of solid waste in the district of Pomalca, province of Chiclayo, department of Lambayeque is established, which is an environmental solution, because the district does not have adequate segregation (composting and recycling) nor a final disposal for solid waste, being carried out in an open-air dump, degrading the environment of the area and the people who work in it. The objective of the project is to design recycling and composting plants for inorganic and organic waste respectively, generating awareness in the population about segregation at the source and also generating income from work in the district, as well as the construction of a sanitary landfill semi-mechanized environmentally and sanitary safe for the final disposal of solid waste, in addition to administrative and auxiliary installation for the proper functioning of the infrastructure. To carry out this project, the waste characterization study provided by the municipality of Pomalca was taken, the beneficiary population was projected and determined, the area selection study, topographic, soil mechanics, hydrological studies and those necessary for the realization of the design based on the parameters of the Ministry of the Environment, in addition to reliable sources as theoretical bases. The area used for the project is 14.73 ha, the semi-mechanized landfill area is 3.2 ha using the trench method.

Keywords: Composting, recycling, landfill, infrastructure, solid waste.

I. Introducción

Globalmente la inadecuada gestión de residuos sólidos perjudica a todo habitante del planeta. Así mismo, mencionar que las poblaciones con menos economía son los que se dedican a esta labor de recolección de manera informal, sin la más mínima protección, esto les hace vulnerables perjudicando su salud. Algunas de las consecuencias que la inapropiada distribución de los residuos sólidos traen consigo es la contaminación de los océanos del mundo, se obstruye los canales de drenaje, causando inundaciones en las calles, esta contaminación trasmite enfermedades, consecuencias respiratorias a razón de quemar los residuos sólidos y el mal olor que de por sí ya se emite, así mismo, perjuicio a la vegetación que pudiera estar cerca, a los animales que se alimentan en zonas de desperdicio, contaminación paisajística, disminuyendo con esto el turismo y parte de su economía. Es válido mencionar, según el reporte en el año 2016 los residuos sólidos generaron una contaminación del 5% de emisiones emitidas a nivel mundial, sin incluir el transporte. El crecimiento de los países se viene realizando de manera rápida y en muchos de los casos no se cuenta con un plan de gestión correcto ni la infraestructura adecuada para los desechos sólidos [1].

Por otro lado, a nivel mundial se generó una cantidad de 2010 millones de toneladas de restos sólidos a nivel municipal, de este gran número un 33% no se toma en cuenta una gestión que no contamine al medio ambiente. En el 2018 se obtuvo que dichos residuos sólidos aumentarán dentro de 30 años un 70% y llegue a un volumen de 3400 millones de toneladas de residuos sólidos producidos por año, esta cantidad se estima para el año 2050. Es válido mencionar que, en este tiempo de modernidad y globalización, las ciudades crecen y deben tener un adecuado gestión e infraestructura de residuos sólidos, para que sean zonas sostenibles, sanas e inclusivas [1].

El programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [2], señala que en este tiempo actual de pandemia por el Coronavirus COVID-19, ha aumentado la suma de residuos biomédicos, estos son mascarillas, guantes o materiales de protección infectados, entre otros. Habría que decir también, que el confinamiento en los hogares por la situación actual que se vive, genera ansiedad, estrés, entre otros y en consecuencia genera la llamada hambre emocional, según las investigadoras Griselda Herrero y Cristina Andrades, autoras del libro ‘’Diario saludable desde la psiconutrición’’. Mencionan, que nuestras emociones se encuentran alteradas de forma inevitable y por lo tanto es comprensible que nuestra conducta

alimentaria se vea alterada [3]. Es decir, a causa de estar en confinamiento genera que la población aumente el consumo de comida, esto produce mayor cantidad de residuos sólidos. Llegados a este punto, el manejo inadecuado de tal cantidad de volumen puede causar un efecto rebote, tanto en la salud de las personas como al medio ambiente, es por ello la importancia que se tiene con respecto a su gestión y disposición final de forma apropiada [2].

Nuestro país ha tenido un crecimiento aproximado del 8% con respecto al aumento de residuos sólidos, esto se ha obtenido en un intervalo de cuatro años. Datos mencionados según el Ministerio del Ambiente en adelante se mencionará "MINAM". Es decir, en el año 2014 el Perú generó 18 918 toneladas por día y pasó al año 2018 a generar 20 437 toneladas por día. Esto señala Alberto Huiman, docente de Ingeniería en Gestión Ambiental de la Universidad (ESAN) [4].

En el Perú se cuenta para los 1851 distritos del País con tan solo 12 rellenos sanitarios. Esto nos menciona que un valor mayor del 95% de nuestros residuos sólidos finalizan en botaderos al aire libre, esto es al año 2016 [5]. Basándonos en la información del MINAM con respecto al listado de rellenos sanitarios, en nuestro País se cuenta con 52 rellenos sanitarios los cuales cubren 157 de los 1874 distritos actuales del Perú. En otras palabras, solamente un 9.4% del total. Pese que se cuenta con diversidad de normas y lineamientos que existe en nuestro País para administrar los residuos sólidos. Por otra parte, para ilustrar mejor, los siguientes departamentos no cuentan con ningún relleno sanitario, encontramos a Madre de Dios, Tumbes, Lambayeque, Arequipa, Moquegua y Tacna, esto es al año 2020. Así mismo, estas cifras expresadas por el MINAM comparadas con el reporte que realizan las propias municipalidades, el 83.2% de estos disponen ciertos restos sólidos en medio de un vaciadero en cierto espacio libre, de este porcentaje, 13.5% quema sus residuos sólidos. Estas áreas de botaderos y la actividad de quema de los residuos son inadecuados e ilegales según el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental en adelante se mencionará "OEFA" [6].

El ministerio del ambiental ha demostrado mediante el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), que tan solo el 25% de las comunas que tratan los residuos sólidos que recolectan, es realizada de manera informal, así mismo solo el 5% tiene en su poder una planta de tratamiento con certificación de calidad. Generalizando obtenemos que las municipalidades provinciales no tienen un correcto tratamiento de los residuos que se recogen y tampoco una disposición final correcta, estas provincias abarcan el 70%. Así mismo, las municipalidades del Perú (196) cumplen en su mayoría de alguna forma con el recojo de ciertos restos sólidos que es efecto del accionar en la población, entre otros. Pese a

ello, el tratamiento y disposición final es incipiente. Esto conlleva como consecuencia en su mayoría de casos que se almacene en botaderos a cielo abierto o se queme dichos residuos sólidos, esto puede ocasionar daños al medio ambiente y la salud del ser humano [7].

Uno de tantos distritos de Lima, capital del Perú es Villa María del Triunfo, el cúmulo de residuos sólidos en sus instalaciones ha ocasionado que sea visto como forma normal del paisaje urbano. Esto puede originar graves daños a los vecinos del distrito tanto a su salud mental como física. Así mismo, no articular una pronta y correcta solución frente a un problema sanitario, que adquirió relevada importancia por ser ahora una zona de emergencia sanitaria. Causa en los moradores del distrito un cuadro de estrés crónico. Ocasionando que a raíz de este tipo de trastorno mental pueda disminuir las defensas inmunológicas de los vecinos y visitantes. Deseo subrayar que, los pobladores impuestos a esta contaminación cerebral disminuyan sus defensas inmunológicas a contaminación bacterianas ocasionada en las aglomeraciones de residuos sólidos.

El no tener una buena cultura de separación de residuos sólidos y orgánicos y tampoco tener una base para la ubicación final de residuos sólidos municipales suficiente para la basura distrital ha generado estos problemas mencionados [8].

El lugar de estudio e influencia se encuentra ubicado en el distrito de Pomalca situándose hacia el norte de la costa del Perú, a 770 km. de la capital del Perú y a 7 km. de Chiclayo, Región de Lambayeque; localizado entre los puntos geográficos 6 44′ 01″ y 6 49′ 01″ de latitud sur 79 42′ 59″ y 79 48′ 09″ de longitud oeste del meridiano de Greenwich y a 48 m.s.n.m [9]. El distrito de Pomalca tiene una superficie de 8 035 hectáreas, es decir, 80.35 km2, con una altitud de 48 m.s.n.m y un clima árido. Limita con las siguientes ciudades:

Tabla 1: Lugares colindantes a Pomalca

Cardinal	Lugar (distrito)	Distancia
NORTE	Picsi	5.4 km
SUR	Tumán	8.1 km
	Reque	12 km
	Monsefú	16.5 km
ESTE	Tumán	8.1 km
OESTE	Chiclayo	7.4 km
	José Leonardo Ortiz	7.6 km

Fuente: Municipalidad de Pomalca.

El distrito de Pomalca se está expandiendo de manera horizontal y vertical. Es decir, creándose nuevos y futuros condominios, nuevos centros poblados, por ejemplo, las hectáreas de agricultura se están retirando siendo estas lotizadas, dando pase a la urbanización. Así mismo, la cantidad de edificaciones que se pueden apreciar en el distrito van siendo de mayores niveles. Para ser más específicos, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática en adelante mencionaremos "INEI" en el año 2017 la población de Pomalca constituía un total de 25 634 [10], y la población proyectada para el año 2021 según investigación en el distrito de Pomalca, la población es de 26 500 pobladores [11]. Junto con este crecimiento de población viene el crecimiento económico, social, cultural, entre otros. Esto refleja mayor crecimiento en muchos ámbitos en el distrito. Como resultado, ha incrementado el uso de productos que posteriormente se generan en residuos sólidos.

Por otro lado, teniendo en cuenta el aislamiento social a causa del COVID 19, ha aumentado el comercio de delivery y negocios que trabajan con este sistema, en especial si hablamos de comida y todo lo relacionado a ello. Es decir, se usa platos, cubiertos, empaques descartables, incrementando la suma de residuos sólidos. Así mismo, por el hecho de estar en trabajos y estudiando en casa, genera que se consuma en mayor cantidad diferentes productos, siendo luego desechados. Para ilustrar mejor, según la identificación de residuos sólidos de la municipalidad distrital de Pomalca en el 2019 el desarrollo de restos a nivel sólido es de 11 654 kg/día, es decir más de 11 tn/día [12], y actualmente según los reportes de la generación de residuos sólidos al año 2021, para ser más específicos del mes de abril es de 23 520kg/ día, es decir más de 23 tn/día [13], esto demuestra el aumento de generación de residuos sólidos que ha tenido nuestro Pomalca. En el distrito se trabaja lo más arduamente para mantener limpio las calles, pese a ello no hay buena educación con respecto a los residuos sólidos, y aún encontramos dichos residuos en las calles. Generando malos olores, contaminación visual, moscas, roedores y posibles infecciones. Perjudicando a los pobladores y visitantes.

Por otro lado, estos residuos al ser evacuados, simplemente es descargado inapropiada e incontroladamente sin tener en cuenta el menor control sanitario, seguridad y ni ambiental, en un área designada de botadero a cielo abierto. Es válido mencionar que los residuos sólidos son quemados en el botadero, perjudicando al aire y como está cerca de una trocha carrozable genera contaminación respiratoria a la población que se traslada por ese camino. Asu vez, no se tiene una correcta manera de reciclar de parte de la municipalidad. Desaprovechando masivamente la ganancia de reciclar la mayor cantidad de residuos sólidos. Así mismo, esto genera degradación de dichas áreas y las contiguas a ella. Así, por ejemplo, las bolsas, papeles

o residuos que el aire pueda movilizar son llevados a los alrededores del lugar, contaminando las plantaciones de cultivos que están cerca. Además, se quema los residuos, generando contaminación al aire.

El distrito de Pomalca se ha venido expandiendo de manera horizontal y vertical. Es decir, creándose nuevos y futuros condominios, nuevos centros poblados. Así mismo, la cantidad de edificaciones que se pueden apreciar en el distrito van siendo de mayores niveles. Esto refleja mayor crecimiento en muchos ámbitos en Pomalca. Como resultado, ha aumentado el uso de productos que posteriormente se generan en residuos sólidos. Por otro lado, sabemos que tener basura en las calles de un pueblo o ciudad trae consigo enfermedades y problemas sanitarios, por ejemplo, enfermedades diarreicas, respiratorias y parasitarias. Además, propicia el aumento o trae al distrito roedores, animales callejeros, insectos, moscas, entre otros. Al tener un soporte en la ubicación terminal en los restos de tipo sólidos ayudará con la disminución y lucha a las enfermedades, así mismo disminuir los agentes vectores brindando así una mejor calidad de vida a la población del distrito de Pomalca.

Según el cálculo los residuos sólidos a nivel municipal 2019, gestionada por el municipio distrital de Pomalca en el 2019 la producción de restos sólidos municipales en la parte ciudadana en Pomalca fue de 11 654 kg/día, es decir sobrepasando las 11tn/día, siendo así, la Generación Per Cápita en adelante mencionaremos “GPC” total de restos del valor domiciliario en Pomalca de 0.45 Kg/persona/día [12]. Así mismo, en el mes de abril del año 2021, la productividad en restos a nivel sólido es de 23 520 kg/día, mejor dicho, más de 23 tn/día [13]. Valores considerables para beneficiarse con un adecuado manejo y disposición final de estos residuos sólidos. De igual manera, se lleva a cabo un incorrecto uso de los residuos orgánicos y reutilizables, los cuales encontramos con una alta cifra a nivel distrital.

Al tener una mejor calidad de vida a causa de una base para el uso final de los residuos sólidos, la población tendrá menos enfermedades a causa de los residuos, por la tanto no tendrá que dejar de ir a su trabajo, o no se verá afectada su rendimiento por algún malestar que tuvo a por la acumulación de residuos sólidos. También permitiría ahorrar en medicamentos o citas con el médico, esto generaría mayor economía en la población. Por otro lado, desde su planteamiento y construcción del relleno sanitario se estaría generando nuevos trabajos y oportunidades al distrito. En su funcionamiento del relleno sanitario generaría nuevos puestos de trabajo de manera directa e indirecta, en sus diferentes áreas de la planta final y auxiliares, ayudando al poblador Pomalqueño. De igual modo, se tendría una mejor distribución de reciclaje donde las ganancias beneficien a las familias que laboran con ello.

No solamente basta con tener una apariencia limpia de la zona urbana del distrito de Pomalca, dejando que los anexos, alrededores de Pomalca u otras áreas de nuestro distrito sean contaminados. Es decir, el uso terminal en los restos a nivel sólido es en campo libre, dejando ciertos gases de las interacciones de los residuos vayan al aire, sin poder controlarlos. Que el suelo se contamine, que posibles acueductos sean intoxicados con los lixiviados sin tratar, que puede emerger a acusa de los residuos sólidos. Que el área del botadero y contigua a ella se convierta en áreas degradadas. Más aún, cuando se quema los residuos sólidos en el botadero, generan contaminación. Este proyecto evitará que estos factores sean contaminados en su mayoría. Disminuyendo a grandes rasgos la degradación del ambiente.

Proyectos de esta envergadura hacen falta en el distrito, dado que aportará al uso final de los residuos sólidos. Esto, además hará que se gestione trabajadores tanto profesionales, técnicos y personal obrero capacitados para un uso correcto de esta planta final de residuos sólidos y todo lo que conlleva este proyecto. Así mismo, se usará para futuras investigaciones académicas y profesionales tanto a nivel de secundaria como universitaria. Forjando pobladores con mayor educación sobre el uso de residuos sólidos y futuros profesionales de Pomalca y distritos vecinos, especialistas en múltiples disciplinas que necesita este tipo de proyectos. Es por ello que realizar una infraestructura final para los residuos sólidos municipales, hará que se requiera de mayor personal capacitado para su operación y mantenimiento.

Es válido mencionar, que para este proyecto se aplicó los cursos enseñados y aprendidos en mi casa de estudios superiores. Dado que apliqué diseño de estructuras, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, cursos de impacto ambiental, topografía, estudio de suelos, hidrología, diseño de vías, entre otros conocimientos que se necesitó aplicar con el fin de contar con un correcto avance en este proyecto.

En este estudio se fundamenta como objetivo general: Diseñar la infraestructura para el tratamiento de residuos sólidos del distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque. Así mismo, como objetivos específicos tenemos: Realizar estudios topográficos del terreno y estudios de mecánica de suelos. Realizar los estudios hidrológicos y metereológicos aledaños a la zona de estudio. Analizar la caracterización de los residuos sólidos municipales 2019 entregada por la municipalidad de Pomalca. Desarrollar el diseño de la infraestructura para el tratamiento de residuos sólidos. Diseñar y analizar la vía de acceso a la infraestructura del relleno sanitario. Diseñar la conectividad de energía eléctrica, agua y alcantarillado para el uso de la planta de tratamiento de residuos sólidos. Determinar la

propuesta de diseño del relleno sanitario de acuerdo a su topografía, realizando los cálculos correspondientes. Realizar estudios de impacto ambiental. Evaluar la rentabilidad del proyecto.

II. Marco teórico

Antecedentes

Se presenta diferentes análisis y referencias relacionadas con el tema: "Diseño de la infraestructura para el tratamiento de residuos sólidos del distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque" mencionamos:

Según Díaz, L. y Valles, A. [14].

La citada investigación planteó el método de un relleno sanitario en la municipalidad de Aguachica, Cesar, como propósito general. El lugar definitivo para los residuos a nivel sólido dada a esta zona está próximos a alcanzar su vida útil, es por ello que se necesita un relleno sanitario. Se inició esta investigación calculando la población para los próximos 30 años. Así mismo, se obtuvo la cuantía en lixiviados y gases, que en la vida utilizable de dicho llenado se producirá. Los cálculos realizados se obtuvieron mediante un proceso de dos elecciones, uno es materia orgánica y lo otro con todo tipo en materia. Planteó como solución el diseño de una correcta infraestructura y contar con un óptimo control de los contaminantes como son los siguientes: metanos, el dióxido de carbono y los lixiviados.

Lozano Montero, J. [15].

La citada investigación tuvo como objetivo general, la definición de la localización de la infraestructura o ubicación final de residuos en el norte del departamento del Valle del Cauca, mediante la evaluación de criterios técnicos, ambientales y sociales. Para ello se evaluó como objetivos específicos los siguientes: debido a la problemática que se presenta en la región del norte del Valle, fue necesario un avance con la intención de ubicar correctamente la infraestructura de disposición final. Así mismo, se utilizó metodologías que nos ayuden a identificar polígonos idóneos, se propuso y aplicó para una infraestructura final que se necesita. Por otro lado, el estudio se basó en ubicar suelos especiales para este uso final, teniendo en cuenta los siguientes puntos de localización, por ejemplo, geológicos, ambientales y geográficos.

Tomando como referencia a Ávila, W. y Moyano, J. [42].

En esta investigación se analizó una recopilación de diferentes autores que han propuesto para un método de reaprovechamiento de residuos sólidos que es la técnica del compostaje. Esta investigación se dirigió a los casos que se recopila el material de compostaje menor a ton/día. Se visualizó diferentes métodos o fórmula que aplican en cada paso de este proceso del compost. Por otro lado, se observó un ejemplo aplicando todos los pasos que debe tener

una planta de compostaje según esta guía con sus fórmulas respectivas. Es válido mencionar que este trabajo nos aportó y ayudó como referencia para los cálculos que posteriormente se utilizaron para nuestro dimensionamiento de la planta de compostaje.

Según Carbonai, D; Baum, J y Sergio C. [16].

Esta referida investigación planteó una finalidad principal y es el estudiar el vínculo de los criterios en La Política Nacional Brasileña de Residuos Sólidos y un grupo de elementos socioeconómicos que se relaciona con sistema de entorno institucional. Donde dichas políticas nacionales brasileñas, planten un amplio desarrollo de la distribución de residuos sólidos en sus diferentes municipios, pese a esta colección de normativas no se cumple con dicha gestión, esto se ve reflejado en las encuestas que se le asigna a cada municipio. Es por ello que se analizó la falta de unión y cooperación entre la municipalidad con la gestión de residuos sólidos. Así mismo, se basó en la recopilación de bases de datos organizados en diferentes años. El propósito fue recopilar información ya sea sobre la adopción y elaboración de los planes municipales donde se encontró un control municipal en los residuos sólidos.

Según Morín, A y Soto N. [17].

Esta investigación fundamentó como objetivo principal el diseñar un relleno sanitario manualmente, el cual permita minimizar la contaminación ocasionada por los residuos sólidos municipales situados en Pacory, departamento de la Libertad. Ello se basó en un estudio de revisión bibliográfica, imágenes georreferénciales, documentos y una evaluación directa en el distrito. Con esto se pretendió minimizar la contaminación ocasionada por los residuos sólidos. Para la correcta investigación se utilizó métodos y herramientas que ayudaron la validación de este proyecto, se obtuvo como resultado, la cantidad de residuos sólidos en Pacory en el 2018 es de 8.795 tn/día, teniendo en cuenta el reciclaje, dicha cantidad se redujo a 5.612 tn/día. De acuerdo a esto se diseñó finalmente un relleno sanitario tipo manual. Dado que su equivalente en residuos sólidos es menor a 20 tn/día. Este diseño se realizó para una vida aprovechable de 16 años.

Tejada A. [18].

Esta referida investigación de tesis tuvo como objetivo general el diseño de una disposición final ambiental y sanitariamente correcta, es decir, un repleto sanitario que sirva en el distrito San José, Pacasmayo, departamento de La Libertad, siguiendo los puntos de vista, recomendaciones técnicas y normas que nos emite el Ministerio del Ambiente. Es preciso combatir y disminuir la contaminación y degradación que genera un vaciadero en campo libre, por ello es válido contar con un diseño correcto para uso final de estos residuos sólidos. Este diseño se realizó a razón de analizar la información que se obtuvo de ese lugar,

además se llevó a cabo las investigaciones determinadas, por ejemplo, el de mecánica de suelos, la topografía, el estudio hidrogeológico, así como la identificación de residuos sólidos, entre otros que ayudaron a llegar a la finalidad del estudio. Se pensó en un relleno sanitario manualmente, dado que su población es de 12679 personas y se obtuvo cierta posteridad per-cápita en residuos de 0.298kg/hab/día. Teniendo resultados de los estudios topográficos, cobertura de la zona, y nivel freático se determinó el uso de un relleno sanitario usando el método de zanjas o trincheras. Se proyectó como tiempo de vida útil 15 años de estimación para el relleno sanitario.

Según Cabrera M. y Navarro P. [19].

Como objetivo general de esta investigación se encontró la realización de un plan de manejo de residuos sólidos de uso domiciliarios ubicados en el distrito de Tumbadén, San Pablo, departamento de Cajamarca. En los alrededores del lugar, se acumulaba residuos sólidos, generando lixiviados esto conllevó a una contaminación ambiental, dado que estos volúmenes de residuos son considerables, fue necesario contar con un plan de manejo y relleno sanitario para ello. Así mismo, se propuso un plan integral de la apropiada utilización en los residuos a nivel sólido, por ejemplo, los posibles trayectos y transporte para el recojo y colocación de los residuos sólidos. Además, considerando los requerimientos técnicos se proyectó un relleno sanitario para el uso concluido en los residuos sólidos. Por ello, mencionaremos que la producción per cápita fue de 0.29kg/hab/día. En la valorización de estos residuos se concluyó que los residuos orgánicos se generaron en mayor porcentaje, siendo este un valor de 81.51% en segundo lugar se tuvo los plásticos PET con 6.15%. Por otro lado, fue necesario un área de 500 m2, junto con su recolección, rutas y un proyecto administrativo de los residuos sólidos.

Según Pérez O. [20].

Contiene como fin lo siguiente, que usando el Sistema de Identificación Geográfica (SIG) se logró reconocer sus posibles zonas para este uso final de residuos sólidos para la zona distrital de Santa Rosa. Ante eso, se tuvo tres pasos a ejecutar la primera fue la fase de gabinete donde se realizó la recolección, luego la revisión y posterior a ello la selección de información. Para lograr este objetivo, se recopiló información visitando las diferentes entidades e instituciones, por ejemplo, el Ministerio del Ambiente (MINAM), Municipalidad provincial de Santa Rosa y Municipalidad Distrital de Jaén. Llegados a este punto, se utilizó posteriormente la información obtenida del Sistema de Información geográfica, identificando las áreas potenciales donde puede instalarse el relleno sanitario. Se tomó, criterios técnicos aplicados de acuerdo a la norma utilizada en el País, por ejemplo, relacionado a su ubicación

tenemos, ubicación de caseríos, de sitios arqueológicos, de centros de salud, instituciones educativas, ubicación de aeropuertos, entre otros. Así mismo, el tipo de suelo. Por otro lado, se verificó en campo dichas áreas seleccionadas, con la intención de elegir la que presentó mayor puntaje es decir la que tuvo mejores condiciones para esta infraestructura final de residuos sólidos.

Según Gamonal G. [21].

Esta investigación local contuvo un fin y fue planificar una base para la utilización y destino terminal en los residuos sólidos del municipio en Olmos. Así mismo, llevó con este proyecto una solución ambiental, además se creó que la población intervenga más en este ámbito de preservar la zona ambiental, mediante la valorización en los residuos orgánicos, los cuales fueron usados de abono para la fructificación de los terrenos a nivel agrícola, como los residuos inorgánicos aprovechables, disminuyendo así el impacto ambiental. Para esta infraestructura se plasmó 10 hectáreas, para ubicar diferentes áreas que conllevó un buen manejo al relleno sanitario, haciendo esta unión una gestión favorable. Se trabajó con información obtenida del municipio de Olmos, por ejemplo, la representación de residuos sólidos. Así mismo, se evaluó la mejor opción para el área del terreno, posterior a ello, se realizó los estudios de campo, por ejemplo, estudios topográficos, estudios de suelos, y todo lo necesario para esta investigación, siguiendo de la mano con la guía del MINAM y ciertas referencias.

Chambergo C. [22].

La referida investigación mencionó como objetivo general el plan de un relleno sanitario manualmente que beneficie a la zona distrital Zaña, Chiclayo, departamento lambayecano. Así mismo, en esta investigación se efectuó la observación en la representación de residuos a nivel sólido urbanos como además una valorización en los mismos. Ello sirvió para tomar decisiones acerca del proyecto en mención. Esta tesis se justificó a razón de la observación de tipo aplicada, es decir, no experimental. La información utilizada como por ejemplo los datos obtenidos en campo. Por otro lado, la población calculada fue de 9394 pobladores donde se obtuvo un resultado de residuos sólidos de 0.59 kg/hab/día. Se pensó y diseñó para abarcar un tiempo de 20 años de vida provechosa, el relleno sanitario. Para dicho diseño se reputó el procedimiento de zanja o una trinchera, y clasificó hacia el Relleno sanitario semimecanizado por motivo de su generación de residuos sólidos por día del distrito.

La clasificación de las bases teóricas científicas, normas, guías y modelos, que nos afianzamos como referencias para el buen desarrollo del plan “Diseño de la infraestructura

para el tratamiento de residuos sólidos del distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque" fueron considerado las siguientes.

Marco Legal

Constitución Política del Perú

Decretado en el año 1993, se encontró en ella, normas vigentes que brindan los derechos a los habitantes relacionados a la salud y el medio ambiental saludable, es decir siendo equilibrado. También fijó y menciona que el estado tiene la facultad absoluta en colocar normas nacionales de salud y ambiente. Así mismo, es importante saber que la constitución nos dice en el artículo N°02, respecto al derecho a la paz, descanso y vivir en un entorno sostenible. Por otro lado, se encontró sobre los recursos del país en una calificación de renovable y no renovables, estas son patrimonio y su operación depende del estado. Si hablamos propiamente de los recursos naturales estos deben ser sostenibles mediante el uso que se les da, esto es manejado mediante la Política Nacional Ambiental que encontramos en el artículo 67 [23].

Ley N°27314, Ley General de Residuos Sólidos, Decreto Supremo N° 057-2004-PCM y Modificatorio D.L. N°1065

Por medio de la ley N°27314, Ley General de Residuos sólidos, fueron fundados acuerdos, los cuales permitan disminuir la contaminación del ambiente, estos son los derechos, compromisos, obligaciones y responsabilidades de la población en su conjunto, con el propósito de asegurar una correcta gestión y manejo de los residuos sólidos, fundamentando en la reducción, prevenir los riesgos en el ambiente y a nivel sanitario, para proteger la salud y el bien de la población [24].

Ley N°28611, Ley General del Ambiente en el Perú

Esta ley decretó los fundamentos encontrando los principios y normas que fueron base para afirmar el derecho en la práctica del uso de un ambiente equilibrado, adecuado y saludable para el crecimiento de la vida. De la misma manera que se tiene derechos también se tiene deberes, estos de gestionar el ambiente y protegerlo de manera correcta y a sus componentes. La asamblea la conformó siete representantes, entre el sector público, empresarial y gobierno regional y local [25].

Ley N°27867, Ley Orgánica de Gobiernos Regionales

Esta ley fijó la normativa de los gobiernos regionales estos son personas jurídicas de derecho público. Así mismo, mencionar que tienen una autonomía política, económica y administrativa. Así mismo, esta ley definió, organizó las competencias y funciones que están a cargo los gobiernos regionales [26].

Ley N°27972, Ley Orgánica de Municipalidades

Esta ley orgánica dio los fundamentos a la creación de las normas que regirán los municipios, entre ellos se tiene: la creación, naturaleza, organización, autonomía, por mencionar algunos. También, generó relaciones entre ellas y con el resto de organización que puede haber en el estado. Es válido mencionar, que esta ley es parte de dar a los municipios el control y gestión de sus residuos sólidos. Tanto en la disposición de bases hacia un buen uso en los restos, como los otros elementos de salud pública [27].

Ley N° 29419, Ley que Regula la Actividad de los Recicladores

Esta ley tiene como objetivo constituir el contexto normativo que avale las organizaciones y los recicladores en sus actividades como el reciclaje, enfocada a la protección, capacitación del desarrollo social y bienestar ambiental. Se relaciona con las leyes, Ley General en Restos Sólidos y la Ley General del Ambiente [28].

D.S. Nª012-2009-MINAM: Política Nacional del Ambiente

Teniendo en cuenta el área ambiental que este Ministerio defiende, rige un seguimiento donde estipula que en las obras públicas y privadas se tenga muy en cuenta el área ambiental, es decir, tener un adecuado uso en ello. Así mismo, vela la intención de poder reorganizar estos residuos sólidos. Por otra parte, también apoyó e impulsó la organización de las personas que trabajan con la segregación [29].

Norma técnica peruana NTP.900.0.58-2019

Nos mostró la clasificación utilizando colores para la gestión de residuos sólidos municipales y no municipales. Ello consiste para el uso adecuado de recolección y tratamiento [30].

Norma E-020 Cargas, 2006. Perú. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

Lo que nos manifestó esta norma es acerca de las cargas que vamos a utilizar para las edificaciones, en ella encontramos la carga viva, la carga muerta, de sismo, de nieve, de viento. Estas nos sirvieron para nuestro pre dimensionamiento teniendo en cuenta como carga de servicio [31].

Norma E-030 Diseño Sismorresistente. 2016. Perú. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

Nos dio las cifras mínimas por lo cual se debe diseñar una infraestructura cumpliendo los parámetros mínimos frente a un sismo. Así mismo, se tuvo en cuenta la filosofía de la Norma, es primordial salvaguardar la vida de los seres humanos. Es segundo término importante también, es mantener activos los servicios básicos, por ejemplo: el agua, la señal, el internet, entre otros [32].

Norma E-050 Suelos y Cimentaciones. 2006. Perú. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

En esta Norma fue mencionado la importancia del EMS, para uso de edificaciones u otros casos que la norma lo concede. Así mismo, estudio e importante, dado que nos dijo la resistencia del suelo, el tipo de suelo, el nivel freático, entre otros valores que es importante saberlo antes de construir una infraestructura [33].

Norma E-060 Concreto Armado 2009. Perú. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

Nos presentó las condiciones que debemos cumplir al momento de predimensionar, dimensionar una estructura, se tuvo en cuenta los pequeños datos que debe realizar cada elemento, los cuales conforman la infraestructura, por ejemplo: las vigas, columnas, losas, muros de corte, entre otros. Así mismo, nos habló del concreto u hormigón estructurado, pretensado y postensado [34].

Norma E-090. Estructuras Metálicas. 2006. Perú. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

Esta regla es de uso obligatorio cuando se diseña estructuras metálicas, es adaptada de los métodos LRFD (factor de carga y resistencia) y ASD (orden de esfuerzo permisible). Se utilizó para los procedimientos de diseño, fabricación y puesta en campo de la organización [35].

Guía para el diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual-MINAM:

Aporta un instrumento hacia la mejora en bases o infraestructuras de la distribución concluida en residuos sólidos de las municipalidades nacionalmente. Para ser más claros, los seguimientos trayectoriales de una administración de residuos a nivel sólido. Además, normativamente en relación a la política de salud. Teniendo como objetivo cuidar y promover la salud poblacional [36].

Guía para la Formulación del Plan de Recuperación de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos Municipales:

En esta guía se encontró los pasos, etapas y criterios para realizar la idea del distrito sobre el uso de residuos sólidos a nivel municipal. Se tuvo en consideración las variables e indicadores que influyen en la gestión integral y manejo de residuos sólidos en las municipalidades [37].

Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales – MINAM:

Esta guía nos mencionó la información básica que fue necesitado a tener en cuenta, para la implementación del proceso de disposición final de los residuos sólidos. Va dirigida para los técnicos municipales, proyectista y todo aquel individuo comprometido en un progreso de administración de residuos a nivel sólido y ambiental. Se encontró en esta guía puntos técnicos, legales, económicos, ambientales y sociales, importantes para esta investigación [38].

Manual de Carreteras, Suelos y Geología, Geotecnia y Pavimentos R.D. Nª10-2014-MTC/2014

En este manual está contenido dentro de los Manuales de Carreteras, fue decretado mediante el Reglamento de Gestión de Infraestructura Vial. Este manual está normado como base para las infraestructuras viales que se lleve a cabo en nuestro país, se en el ámbito nacional, regional o local del Ministerio de Transportes y Comunicaciones en adelante mencionaremos ‘‘MTC’’. Así mismo, su objetivo es proporcionar criterios técnicos en contexto de suelos y pavimentos, dando una buena base de diseño en carreteras pavimentadas y no pavimentadas para la posterior construcción [39].

Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. 2012. Perú: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

Ofreció un instrumento para los estudios correspondientes a la ingeniería hidráulica, con criterios técnicos e ingenieriles para poder calcular el caudal correspondiente a la zona de trabajo de la infraestructura, dando metodologías y recomendaciones para obtener aproximadamente dicho caudal para diferentes periodos de tiempo. Así mismo, diseñar obras de arte correspondientes. Algunos estudios que se pudo encontrar son los siguientes: estudios de drenaje, hidrología e hidráulica [40].

Sub Gerencia de Medio Ambiente. Valorizaciones de residuos sólidos municipales 2019. Municipalidad distrital de Pomalca.

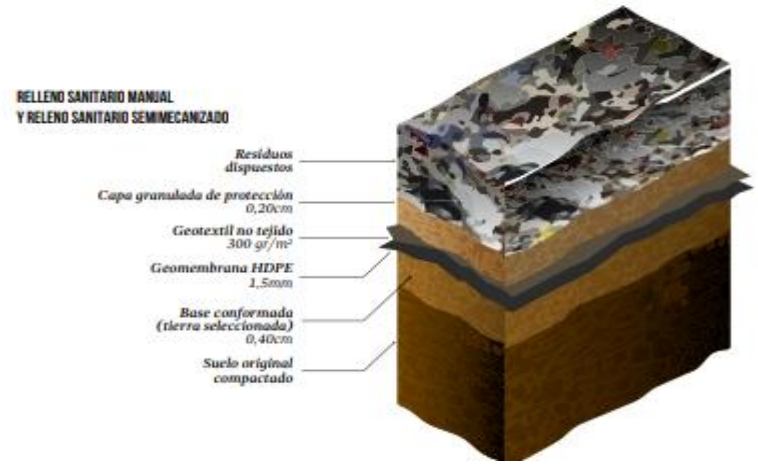
Esta documentación brinda información relacionada con la cantidad, composición, densidad y humedad de los residuos sólidos municipales generados en el distrito de Pomalca. Así mismo, esta información sirvió para decidir sobre la administración integral en los residuos a nivel sólido en corto, mediano y a largo periodo [12].

Bases Teóricas

Residuos Sólidos Municipales

Es todo lo de carácter doméstico, institucional o de comercio. Así, por ejemplo, sobras alimenticias, latas, frascos plásticos, cartones, cosas desechables, pañales, etc. También, encontramos, restos del aso personal, papel, entre otros. Así mismo, limpieza de calles, mantenimiento de parques, entre otros. Estos vendrían hacer producto del aseo urbano. Así mismo, todos los otros restos de carácter parecido según lo establecido en la norma [38].

Figura 1: Residuos sólidos



Fuente: MINAM [38]

Clasificación

Residuos no peligrosos

Es todo residuo que no presenta riesgos ni peligro a la salud humana o al medio ambiente. Con la intención de determinar su destino se ha dividido a la vez, tomando en cuenta su biodegradabilidad y la composición que le caracteriza. Esto con la intención de poder determinar uso final o tratamiento en caso corresponda. Así mismo, cuando hablamos de residuos no peligrosos encontramos residuos orgánicos e inorgánicos. Estos son tratados o manejados por la municipalidad o alguna entidad sin tener mayores factores de seguridad, solo lo estipulado por la norma [37].

Residuos Orgánicos: Son aquellos de composición orgánicos, es decir se puede degradar en tiempo reducido, estos son utilizados de materia formando el compost. Así mismo pueden generar energía.

Residuos Inorgánicos**:** Por su composición estos residuos tardan cientos de años en descomponerse. De esta clasificación estos perjudican grandemente al medio ambiente. Su mejor tratamiento es volverlo a reciclar para su uso o formando parte de materia prima.

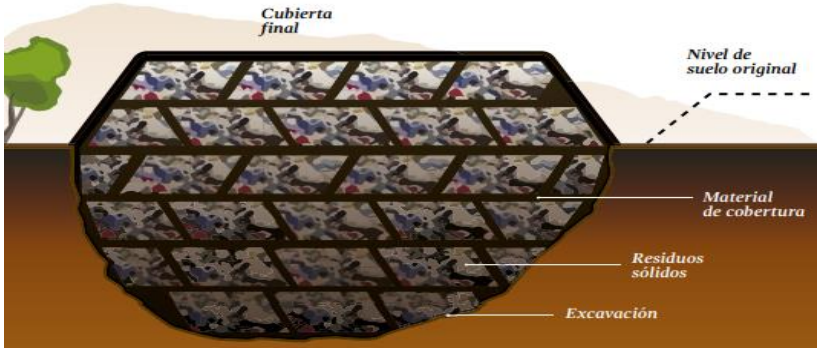
Residuos Peligrosos

Residuos que por sus propiedades contienen peligrosidad o generan riesgos a la salud humana y al medio ambiente. Estos son especiales, y no pueden ser tratados por las municipalidades, ni se trata en su disposición final igual que los residuos no peligrosos, es por ellos que la norma estipula medidas específicas para estos residuos [37].

Relleno Sanitario

También conocido como infraestructura final de los residuos sólidos es una técnica donde se disponen finalmente los restos a nivel sólido del factor suelo, no causa vulnerabilidad a la salud ambiental o a la estabilidad de las personas. Así mismo, durante su operación y culminación de su vida útil no causa perjuicios, esto de acuerdo a lo que nos menciona el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) [38].

Figura 2: Relleno sanitario



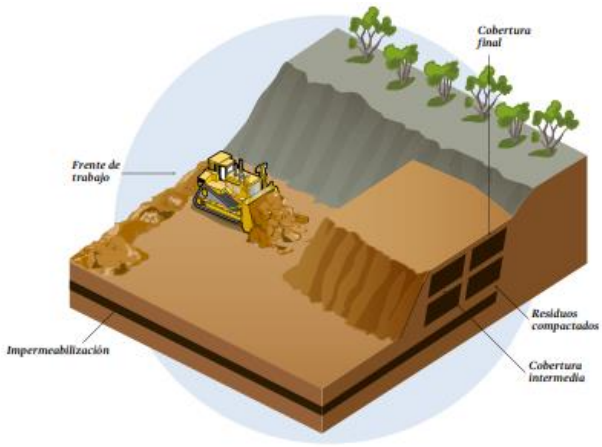
Fuente: MINAM [38]

Clasificación del Relleno Sanitario

Relleno Sanitario Mecanizado

Según el MINAM, clasificamos de llenado sanitario maquinado cuando su cantidad en generación de restos a nivel sólido de un lugar es mayor de 50ton/día. Esto es generalmente para las grandes ciudades, donde se necesita para su correcto proceso de dicho relleno uso de maquinaria pesada, para poder compactar, confinar, estabilizar taludes y demás [4].

Figura 3: Relleno sanitario mecanizado

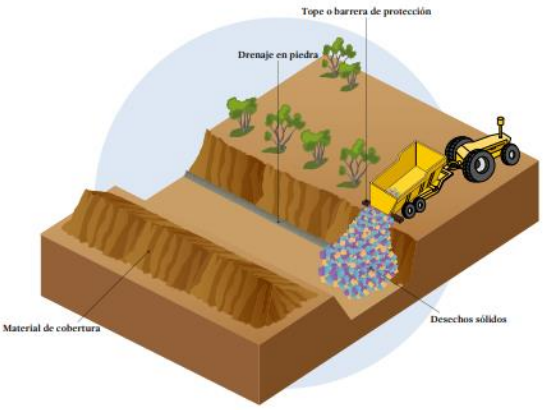


Fuente: MINAM [38]

Relleno Sanitario Semimecanizado

Según el MINAM, clasificamos de relleno sanitario semimecanizado cuando la cantidad de generación de residuos sólidos de una población está en el rango de 6 a 15ton/día. Es conveniente apoyar al trabajo manual con maquinaría con la intención de realizar una óptima compactación y confinamiento de los residuos, estabilizar los taludes, entre otros [38].

Figura 4: Relleno sanitario semimecanizado

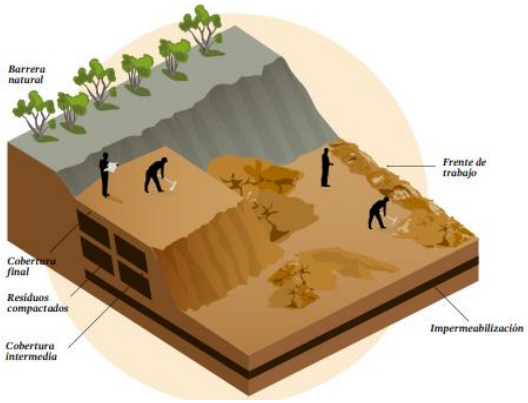


Fuente: MINAM [38]

Relleno Sanitario Manual

Clasificación de llenado sanitario. Empleado para lugares con una cantidad de generación de residuos sólidos menor a 6ton/día. Este tipo de relleno compacta y confina sus residuos sólidos mediante métodos y herramientas manuales. Es decir, no se cuenta con maquinaría para realizar este trabajo [38].

Figura 5: Relleno sanitario Manual



Fuente: MINAM [38]

Sistema de Información Geográfica (SIG):

Este sistema consiste en procedimientos informáticos adecuados con el fin de resolver cuestiones de localización, tienen en su haber diferentes elementos para lograr el objetivo de estudiar los diferentes lugares, por ejemplo, cuenta con información sobre las particularidades de la demanda y la oferta, además, estima las distancias y separaciones entre diferentes lugares este con un sistema de coordenadas, entre otros. Este sistema tiene en su base de información diferentes cálculos y operaciones que con los datos obtenido del lugar son efectuados, dando pase a la aplicación de lo estudiado o aprendido anticipadamente por la geografía, entre otras disciplinas [41].

Construcción y métodos de operación de un relleno sanitario

Los rellenos sanitarios se podrán construir usando los métodos conocidos como: método de zanga o trinchera, área o podemos combinar ambos, esto va para cualquier tipo de relleno (manual, semimecanizado o mecanizado). Así mismo, dependerá de diferentes variables que tengamos en nuestra zona a construir. Por ejemplo, dependerá de la topografía, clima, lugar, disponibilidad de tierra de cobertura cerca, nivel freático, tipo de suelo, entre otros casos [38].

Métodos de trinchera o zanja

Procedimiento que se utiliza preferentemente en zonas de terrenos planos y con ondulaciones, se debe evitar suelos rocosos porque dificultará la operación, así mismos niveles freáticos altos porque podemos contaminar los acuíferos. Este método se lleva en práctica mediante excavaciones de zanjas o llamadas trincheras previamente dimensionas y hallada su profundidad. Se necesitará maquinaria pesada para realizar esta operación. El proceso del uso concluido de los residuos sólidos trata en poder incorporarlos dentro de estas zanjas una vez llenas se va cubriendo con material óptimo [38].

Método del área

Este método se utiliza preferentemente en zonas de terrenos planos, donde no se pueda realizar excavaciones a cusa del nivel freático o similares, dado que se corre el riesgo de contaminar los acuíferos. Este método se lleva en práctica mediante la impermeabilización de la zona a depositar, generamos pendientes naturas con sus respectivos taludes previamente a sus dimensionas. Así mismo, se recomienda tener la tierra de cobertura cerca de la zona, para evitar los costos por esto. Se necesitará maquinaria pesada para realizar esta operación. El proceso del uso final de los residuos sólidos consiste en poder incorporarlos en esta área impermeabilizada y así diariamente ir cubriéndola, generando plataformas o sucesivas capas [38].

Combinación de ambos métodos

Los métodos previamente visto se pueden combinar dado que tienen procesos técnicos de disposición final muy similares, con la intención de aprovechar el terreno, así mismo, del material de cobertura y generando mayor vida útil. El proceso consiste en que primero se abarcará los volúmenes que se adecuaron con el método de zanja, una vez lleno estos volúmenes, se pasa a la superficie empezando a colocar los residuos sólidos, formando capas hasta llegar a la altura que se proyectado inicialmente [38].

Tratamiento de la materia orgánica: Compostaje

Por muchos años se ha utilizado esta técnica especialmente en la agricultura, haciendo que junto a los residuos orgánicos que se producía en la cocina vayan mezclado con eses de animales y generaba la transformación en abono. Sim embargo de esta manera el proceso era antihigiénico. Por otro lado, este proceso mediante un proceso biológico generando oxidación que genera abono rico en nutrientes siendo utilizado posteriormente [37].

Tratamiento de la materia inorgánica: Reciclaje

Es el proceso por el cual los residuos sólidos tienen utilidad reincorporándose en nuevos productos o como materia prima para realizar nuevo proceso y de esa manera poder tener en constante uso estos residuos sólidos, con la intención de no desecharlos a un relleno sanitario, dado que allí su descomposición demorará cientos de años. El reciclaje es en la actualidad es el método para la gestión de residuos sólidos que más se utiliza, dando grandes beneficios. Este se refiere aquellos residuos inorgánicos [38].

Definición de términos básicos

Es imprescindible presentar en esta investigación algunas e importantes definiciones de términos básicos. Parte de esta información, se ha obtenido y extraído de la Ministerio del

Ambiente, Guía para el diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual [36], Ministerio del Ambiente, Guía para la Formulación del Plan de Recuperación de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos Municipales [37] y Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales [38]

1. **Aguas de escorrentía. –** Son aguas de difícil acceso al suelo o que su ingreso es de forma lenta y se resbalan por la superficie de la zona posterior a la lluvia.
2. **Ambiente. –** Agrupación de componentes naturales o creados por el individuo es decir el hombre relacionándose en un determinado tiempo y espacio.
3. **Biodegradable. –** Se menciona de la materia que se degrada es decir elemento orgánico la cual posee la propiedad de transformarse por modos biológicos.
4. **Biogás. –** Conjunto de gases la cual tienen una poca masa molecular (bióxido de carbono, etano, metano, etc.) consecuencia de una separación sin oxígeno del material orgánico.
5. **Bióxido de carbono. –** Son gases incoloros y de cualidad pesada más que el aire. Que tienen cualidades altamente solubles en el agua, esta interacción forma una mezcla homogénea de ácidos débiles corrosivos. No inflamable, su fórmula química es CO2.
6. **Botadero:** Área, sección o zona donde se genera amontonamiento de residuos sólidos en lugares públicos y carreteras, también en superficies rurales, urbanas ocasionando peligro ambientales o sanitarios. En su mayoría no cuenta con permiso o licencia sanitaria.
7. **Compactación. –** Operación de comprimir los elementos con la intención de disminuir los espacios existentes entre dichos elementos. El fin de comprimir en este caso un llenado sanitario consiste en rebajar la cantidad de acumulación de restos a nivel sólido que tiene como fin alcanzar un aumento de vida útil y estabilidad.
8. **Disposición Final:** Desarrollo o acciones con el fin de manipular o acondicionar en una zona los residuos sólidos como la fase final del movimiento en forma fija, sanitaria como ambientalmente confiable.
9. **Infraestructura de Disposición Final:** Infraestructura acondicionada y dotada de mecanismos y operaciones con la finalidad de una disposición ambiental y sanitaria confiable y segura de los residuos sólidos, estos son los rellenos sanitarios.
10. **Lixiviado:** Efecto en líquido generalmente ocasionado por la lluvia pluvial que, a través de las capas de basura, logra atravesar y conlleva mezclas considerables de sustancias orgánicas en degradación y otros contaminantes. Así mismo, contribuye la

humedad que contiene cada desecho a generar lixiviados, también la mezcla de agua en descomposición de cada materia e infiltración de las precipitaciones de aguas subterráneas.

11. **Relleno Sanitario:** Construcción determinada a la ubicación final de los residuos sólidos, tanto ambiental como sanitariamente segura en el exterior del terreno o bajo de ella, fundamentados en los métodos de la ingeniería destinada a ello.
12. **Residuos sólidos:** Están formados por los materiales o elementos que después de su vida útil son desechados.
13. **Residuo orgánico:** Son aquellos residuos cuya composición se puede degradar o son biodegradables durante un determinado tiempo.
14. **Residuos Comerciales:** Estos acumulados en los lugares dedicados al comercio, por ejemplo: restaurantes, centros campestres, tiendas, centros comerciales, bares, oficina laboral en general, instituciones, entre muchas más operaciones comerciales y relacionadas a ella. Generalmente la constituyen embalajes, residuos de limpieza personal, y otros.
15. **Residuos de limpieza de espacios públicos:** Se generan a causa de las actividades públicas que se debe realizar en una localidad, por ejemplo, residuos de barrido, mantenimiento y aseo o limpieza de plazas, parques, veredas, entre otras zonas que están dispuestas al público.
16. **Residuos del ámbito de gestión municipal:** Los cuales tiene a cargo la municipalidad de gestionar correctamente, son aquellos producidos por las actividades domiciliarias, comerciales, de limpieza y mantenimiento de actividades públicas, y aquellas operaciones que producen residuos semejantes a los mencionados.
17. **Residuos Domiciliarios:** Estos son generados gracias a las actividades diarias del hogar, compuestos por residuos de revistas, periódicos, alimentos, plásticos, latas, cartón, descartables, y otros relacionados.
18. **Tratamiento. –** Es la acción de dar un proceso, método que cause transformar la cualidad de su composición física, biológica o química del material, con el objetivo de disminuir o quitar el problema de ocasionar perjuicios al medio ambiente y la salud.
19. **Vectores. –** Son aquellos seres vivos que interactúan con la contaminación o contaminante y ocasionan que se propague o contamine otra persona sana.
20. **Vida útil. –** Espacio de tiempo donde la infraestructura está en la capacidad de cumplir la labor designada; ya sea en un caso de base de la ubicación terminal en restos a nivel sólido está la capacidad de almacenar en forma constante.

III. Metodología

Herramientas de recolección:

Siendo más específicos fue resumido los diferentes materiales que se utilizó en esta investigación.

Levantamiento Topográfico

- Dron topográfico
- Estación Total
- Prisma
- Wincha
- Planos topográficos

Ensayos de Mecánica de Suelos

- Ensayo Granulométrico
- Ensayo de Contenido de Humedad
- Límites Líquidos y Límites plásticos
- Clasificación Unificada de suelos
- Densidad Relativa
- Ensayos de Peso específico
- Ensayos de Proctor Modificado

Equipos laboratoristas de Mecánica de Suelos

- Tamiz
- Moldes cilíndricos
- Balanzas electrónicas
- Espátulas
- Horno
- Fiolas
- Cucharas de Casagrande
- Máquinas de consolidación

Estudio Hidrológico

- Registro del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI)
- Registro de la Autoridad Nacional del Agua (ANA)

Programas de Cómputo y de Ingeniería

- Microsoft Office: Word, Excel, Power Point
- AutoCAD 2D
- AutoCAD Civil 3D
- ArcGIS
- HidroEsta
- SAP2000
- S10

Equipos de Oficina

- Computadora
- Cámara fotográfica
- Lapiceros
- Cuaderno
- Calculadora

Métodos:

Para lograr la finalidad de este proyecto se usó la metodología ***inductivo – experimental***. Inductivo, a razón que por medio de los datos o elementos particulares que se pudo tener se llegó como resultado a una información general de nuestro proyecto en específico. Es decir, nos apoyamos de la información verídica y relacionada a nuestra investigación, en nuestra zona de estudio. Esto fue, información de las instituciones, entidades, datos obtenidos por el municipio distrital de Pomalca. Por otro lado, se estudió y analizó otras investigaciones vinculadas a nuestro tema. Además, se recopiló información de conversaciones con trabajadores y los vecinos de la zona de estudio, con la intención de conocer la realidad y las circunstancias actuales. En cuanto a, la experimentación se aplicó los estudios a nivel topográfico, análisis de mecánica de suelos, estudios fundamentales, los cuales ayudaron a la realización de este proyecto.

Muy importante recalcar que, el estudio se fundamentó en el análisis de la caracterización de los residuos sólidos municipales 2019, que fue gestionada por la municipalidad distrital de Pomalca. Ahora bien, de acuerdo al último censo 2017 del INEI [10], la comunidad del distrito de Pomalca fue de 25 634. Dicho lo anterior, en el año 2019 la generación de residuos sólidos municipales en la parte urbana de Pomalca fue de 11 654 kg/día, es decir más de 11tn/día, lo cual nos dio una Generación Per Cápita (GPC) total de residuos a nivel

domiciliario en Pomalca de 0.45 Kg/persona/día [12]. Así mismo, en la investigación se incluyó los residuos a nivel sólido municipal (restos a nivel domiciliario, comercial, instituciones educativas y residuos de instituciones públicas); y se descartó aquellos de composición industrial, residuos de construcción y demolición, agropecuarios y hospitalarios basándose en la normativa peruana válida y actual.

La muestra para la identificación de residuos sólidos de la municipalidad en el año 2019 para el sector urbano de Pomalca fue de 114 muestras domiciliarias, por encontrarse entre el rango comprendido entre más de 5000 hasta 10000 mil viviendas [12].

Recursos:

Se clasificó en diferentes métodos para poder obtener los datos, sin embargo, todo esto se pudo resumir en dos métodos que generaliza, ayudándonos a poder obtener óptimos resultados en esta investigación. Dichos métodos son los siguientes:

- **Observación directa**: Se realizaron visitas de la zona sin alterar su naturalidad, con la intención de obtener valores verídicos, se observaron, por ejemplo, el botadero a cielo abierto, los residuos sólidos que genera la población esparcida en el distrito, la topografía de la zona, mediante equipos, estudios de campo, entre otros.
- **Análisis y evaluación de contenido**: Se evaluó toda la información que se utilizó para llevar una correcta investigación, ya sea fuentes bibliográficas, manuales y guías, leyes y normas, caracterización de residuos sólidos, planos, cálculos, ensayos de campo, programas, base de datos de topografía, entre otros.

Plan de procesamiento para análisis de datos

Para el procesamiento del estudio de la información que se obtuvo a causa de los estudios tanto de campo, por ejemplo; estudio topográfico, mecánica de suelos, entre otros. Y los estudios de gabinete; cuadros del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), de la municipalidad, planos, y así de las entidades o instituciones que ayudó a esta investigación. Dicha información se procesó, analizó y se expuso en:

Microsoft Word: Se plasmó una documentación de la información, a razón que su sistema permite procesar textos.

Microsoft Excel: Se empleó para almacenar, ordenar y analizar los datos obtenidos tanto de campo como de gabinete, ello se plasmó en hojas de cálculo.

Microsoft PowerPoint: Se aplicó para el uso de la presentación resumida de nuestra documentación y base de datos.

Procedimientos:

- **Realizar estudios topográficos del terreno y estudios de mecánica de suelos**

Estudios topográficos

El lugar de estudio donde se proyectó la infraestructura de los residuos sólidos se encuentra ubicado en Pomalca. Esta área que actualmente se utiliza como botadero a cielo abierto, está ubicada a 4.5km aproximadamente de dicho distrito. Así mismo, a 30 minutos en carro de Pomalca hacia la zona mencionada. Está conectada mediante una trocha carrozable que pasa por los siguientes centros poblados de Pomalca; Los Ceibos, San Antonio, Las Palmeras, Collud. El área de estudio es de 10 hectáreas para una vida utilizable de 20 años. Según "la Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales" del Ministerio del Ambiente.

Procedimiento:

Se realizó un reconocimiento del área en estudio, para poder elegir las ubicaciones de las estaciones que fueron necesarias. La cantidad menor de puntos de estaciones hizo que se realice el levantamiento topográfico en el menor tiempo posible.

La base de datos que se obtuvo del levantamiento topográfico se almacenó en la estación total, siendo esta exportada mediante un USB a la computadora, para procesarlo del Excel al software CIVIL 3D. Luego se procedió a realizar el reconocimiento de cada punto levantado, clasificándolos de diferentes colores y simbología correspondiente. Se realizó sus curvas de nivel, perfiles, secciones transversales y todo lo requerido. Para poder obtener los planos topográficos.

Como el área en estudio es llano, es decir poca pendiente y no tiene muchos árboles o alguna vegetación u obstáculo que no permita realizar un buen levantamiento topográfico es decir puntos exactos de la zona, se realizó dicho levantamiento mediante el uso del DRON TOPOGRÁFICO y en apoyo con ESTACIONAL TOTAL. Con este equipo el procedimiento fue similar, se extrajo los puntos mediante la fotografía de la zona captada por el DRON al CIVIL 3D y se siguió con el proceso.

Figura 6: Georreferenciación de la zona en estudio del distrito de Pomalca, vista satelital

Fuente: Google Earth Pro, 2021.

Figura 7: Georreferenciación de la zona de estudio del distrito de Pomalca, vista satelital

Fuente: Google Earth Pro, 2021.

Estudios de mecánica de suelos

El proyecto está ubicado en Pomalca. Esta área que actualmente se utiliza como botadero a cielo abierto, está ubicada a 4.5km aproximadamente de dicho distrito. En esta etapa del proyecto se analizó tanto en campo, laboratorio y en gabinete. Esto se realizó en la zona de estudio, con el propósito de analizar las propiedades mecánicas del área en el interior de lo profundo requerido por la norma, se obtuvo los valores la cual nos ayudó a tomar mejores

decisiones en el diseño de la infraestructura de tratamiento, que se propuso como objetivo general para esta investigación.

Trabajo de Campo:

Tuvo como finalidad la determinación del perfil estratigráfico del área a estudiar, el cual se desarrolló estudios al suelo por medio de la perforación de calicatas y muestras de suelos.

Calicatas:

Se excavó las calicatas o pozos de exploración, esto se realizó a cielo abierto en la zona de estudio. Estas calicatas se ubicaron en la zona de reciclaje, compostaje, en el relleno sanitario, accesos internos y áreas secundarias de manera estratégica. Se abarcó el total de la zona y se pudo sacar los parámetros necesarios. Estas calicatas fueron de 1.5m a 3m de profundidad según menciona el MINAM.

Ensayos de Laboratorio:

Ensayos Estándar:

Las pruebas obtenidas de la etapa de áreas se llevaron a laboratorio las cuales se analizaron para obtener los valores que posteriormente hicieron tomar una decisión para el diseño de la investigación. Esto se realizó en base a normas estipuladas para estos estudios.

- Análisis Granulométricos por tamizado (NTP 339.123/ASTM D422)
- Contenido de Humedad (NTP 339.127/ASTM D2216)
- Peso Específico Relativo de Sólido (NTP 339.131/ASTM D854)

Trabajo de Gabinete:

Luego de haber realizado el trabajo en campo y obtenido los resultados en el laboratorio, se prosiguió con el trabajo en gabinete. Dio como resultado el nivel estratigráfico de las calicatas u orificios realizados en las etapas anteriores.

Nivel freático

Se mencionó en el desarrollo del estudio de mecánica de suelos la no aparición del nivel freático a menos de 3.00 m de profundidad, en el proyecto de diseño de la infraestructura de tratamiento de residuos sólidos.

Cimentaciones

Se tomó un factor de seguridad y un límite de asentamiento orientados por los resultados de EMS. Estas cimentaciones se utilizaron tanto para las áreas de reciclaje, compostaje, como las áreas administrativas. Se ha tomado como resultado el tipo de zapata a emplearse.

Análisis sísmico

Se realizó el cálculo de este análisis con los parámetros que fue requerido, por ejemplo, el área de sismos, modelo de suelo, parámetros de sitio, entre otros.

$$V = \frac{ZUCS}{R} * P$$

Z = Factor de zona sísmica

U= Factor de uso

C= Factor de amplificación sísmica

S= Factor de suelo

R= Coeficiente básico de reducción

P= Carga aplicada (ton)

Capacidad portante

De las perforaciones extraídas se obtuvo la capacidad portante del suelo. La recopilación en datos se presentó en este cuadro de entrada.

Tabla 2: Tabla para obtención de capacidad portante

N° de calicata	Muestra	PROF. (m)	Ø	C(kg/cm2)	Qa(kg/cm2)

Fuente: propia

- **Realizar estudios hidrológicos y metereológicos aledaños a la zona de estudio.**

En la actualidad el distrito de Pomalca y por ende el lugar donde se elaboró el proyecto no cuenta con su propia estación meteorológica. Así mismo, la cuenca más cercana es la Cuenca Chancay – Lambayeque, en ella se consideró las estaciones más cercanas a la zona, en este caso las estaciones de Lambayeque, Reque y Cayaltí. De dichas estaciones se tomó los datos de precipitaciones pluviales, esta nos ayudó a proyectar el caudal de diseño para el drenaje pluvial. Se tuvo en cuenta desde una antigüedad de 30 años para extraer estos datos, es lo recomendable por el manual. Asimismo, se tuvo presente el Manual de hidrología, hidráulica y drenaje-MTC, se encontró los siguientes puntos a tratar con su respectivo proceso.

Delimitación de la cuenca

Se tuvo en cuenta por ser de vital importancia la cuenca que engloba a esta zona de estudio, para ello fuimos apoyados del software ArcGIS. Así mismo, nos proporcionó datos para así poder calcular el caudal final.

Por otro lado, la delimitación de la cuenca y las sub cuencas que se encontró en ella que corresponde a nuestra zona de estudio. Fuimos guiados mediante las cartas nacionales que nos proporcionó el Ministerio de Educación (MINEDU) mediante su página, estas cartas naciones se puede descargar. Obteniendo las cartas nacionales correspondientes al distrito de Pomalca, se cargó en el software ArcGIS. De esta manera nos proporcionó la delimitación de la cuenca y posterior a ello los parámetros morfológicos.

Precipitaciones

Uno de los procesos meteorológicos que se tuvo en cuenta dado a su importancia es la obtención de las precipitaciones en el lugar de análisis, que se refiere a la cantidad de agua que cae a la superficie terrestre. Los valores de precipitaciones que se obtuvo para el posterior cálculo de nuestro caudal de diseño, fueron recaudados de la página de Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), "datos hidrometereológicos en Lambayeque". Como se mencionó líneas arriba se tomó como base las estaciones más cercanas al distrito de Pomalca, en este caso las estaciones de Lambayeque, Reque, Cayaltí. Como rango para las precipitaciones se tuvo en cuenta desde el año de 1995.

Intensidad de lluvia

Una vez realizado el cálculo de las precipitaciones y teniendo la obtención de estos datos, se ingresó y utilizó el software Hidroesta2. Mediante dicho programa y con el uso de hojas de cálculo se halló la intensidad. Esto datos se analizaron mediante métodos estadísticos, tomando el que generó menos error y tuvo los coeficientes mejores de corrección.

Caudal

Con la intención de garantizar la protección de esta infraestructura de tratamiento de residuos sólidos municipales en adelante llamado "RSM" se obtuvo el caudal que se halló por generación de las precipitaciones. Para este fin se utilizó diferentes fórmulas, principalmente obtenidas del "Manual de hidrología, Hidráulica y Drenaje" que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) nos proporcionó. Se utilizó uno de los métodos para poder encontrar finalmente el caudal.

- **Analizar la caracterización de los residuos sólidos municipales 2019 entregada por la municipalidad de Pomalca.**

Para esta investigación un pilar importante fue la variedad de información que se analizó, es por ello que se tuvo la base de datos que ayudó a la investigación, siendo esta verídica y confiable. Un punto importante es la representación de los residuos sólidos, esta fue entregada por el municipio distrital de Pomalca con fines académicos, aquello nos sirvió para extraer los siguientes datos, generación per cápita, la cantidad y sus respectivos porcentajes de la clasificación de residuos, entre otros**.** Así mismo, los datos actuales de la generación de residuos sólidos, la gestión que se tiene, toda esa información se sistematizó y ordenó para poder tener unos resultados verídicos.

La muestra para la representación de residuos sólidos a nivel municipal en el año 2019 para el sector urbano de Pomalca fue de 114 muestras domiciliarias, por encontrarse entre el rango comprendido entre más de 5000 hasta 10000 mil viviendas [12]

Tabla 3: Dimensiones de muestra para varias cantidades de domicilios en la zona urbana del Distrito de Pomalca

Rango domiciliario (N)	Dimensión de muestra (n)	Modelos de posibilidad (20% de n)	Total, de muestras domiciliarias
Más de 1000 hasta 5000 casas	94	19	114

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019

Como se mencionó líneas anteriores, la investigación se fundamentó según el análisis en la valorización de residuos sólidos de la municipalidad 2019, gestionada por el municipio en Pomalca con fines académicos. Ahora bien, de acuerdo al último censo 2017 del INEI [10], los habitantes de Pomalca fueron de 25 634. Dicho lo anterior, en el año 2019 la generación de restos a nivel sólido municipal en la zona urbana de Pomalca fue 11 654 kg/día, la generación Per Cápita (GPC) fue el total de restos a nivel domiciliario en Pomalca de 0.45 Kg/persona/día [12]. Así mismo, en la investigación se incluyó los residuos a nivel sólido municipal (restos a nivel domiciliario, comercial, instituciones educativas e instituciones públicas); y se descartó aquellos de composición industrial, residuos de construcción y demolición, agropecuarios y hospitalarios donde nos basamos en la normativa peruana válida y actual.

Los resultados que se dieron a raíz de la identificación de los residuos sólidos, que fue realizado en el año 2019 por la municipalidad de Pomalca se recopiló en el siguiente cuadro.

Tabla 4: Generación de RSM por origen del distrito de Pomalca

Generación de Residuos por Origen
Residuos domiciliarios Urbanos
Residuos de comercios
Residuos de Mercados
Residuos de Restaurantes
Residuos de hospedajes
Residuos de Entidades Públicas
Residuos de Instituciones educativas
TOTAL

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales 2019 [12].

Tabla 5: Tipos de RSM del distrito de Pomalca

	TIPO DE RESIDUO SÓLIDO
1	**Residuos aprovechables**
1.1	**Residuos Orgánicos**
1.2	**Residuos Inorgánicos**
1.2.1	Papel
1.2.2	Cartón
1.2.3	Vidrio
1.2.4	Plástico
1.2.5	Tetra bik (envases multicapa)
1.2.6	Metales
1.2.7	Textiles (telas)
1.2.8	Caucho, cuero, jebe
2	**Residuos no reaprovechables**
	TOTAL

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales 2019 [12].

- **Desarrollar el diseño de la infraestructura para el tratamiento de residuos sólidos**

Estuvo conformada por la planta de valorización, el área de compostaje y sus instalaciones auxiliares. Como colocación terminal se contó con la infraestructura de un relleno sanitario, esto se detalló más adelante. Así mismo, ello ayudó a poder tener un correcto tratamiento de los residuos sólidos, poder reciclar lo más que se pueda y el resto disponer de su ubicación final correcta, es decir sanitaria y ambientalmente segura.

En el proceso de levantamiento topográfico se halló la rasante que es el nivel a la cual se diseñó las instalaciones tanto primaria como secundaria. En el cual se obtuvo el nivel deseado, se realizó movimientos de tierra, es decir corte y relleno, esto nos guiaremos de acuerdo a el plano topográfico de los perfiles y sectores de la zona a investigar.

Planta de reciclaje

Esta zona junto con la de compostaje servirá de antesala a la disposición final. En ella se va a poder separar los residuos reciclables no orgánicos para volver a reutilizarse. Según la valorización que fue realizada por la municipalidad de Pomalca, el porcentaje de residuos aprovechables es de 70% aproximadamente, de los cuales 55% aproximadamente es residuos no orgánicos. Su diseño consistió básicamente de columnas de concreto y techo metálico, muros de sistema Drywall. Esta es una de las áreas que producirá beneficios económicos las cuales ayudarán a la operación y mantenimiento para la base de tratamiento de residuos sólidos.

El procedimiento que fuimos siguiendo para determinar el área requerida para esta zona fue el siguiente:

- Datos, estos fueron necesarios para la planta de reciclaje
  - Residuos inorgánicos recepcionados al proyectar los 20 años de vida útil
  - Densidades en el residuo inorgánico

- Diseños de la base de reciclaje
  - Hallamos el volumen de residuos inorgánicos municipales
  - Altura de recepción de residuos inorgánicos municipales
  - Área de depósito para el reciclaje

$$Ar = \frac{Vrim}{Hrim}$$

Ar = Área de depósito para el reciclaje (m2/día)

Vrim = Volumen de residuos inorgánicos municipales (m3/día)

Hrim = Altura de recepción de residuos inorgánicos municipales (m)

  - Tiempo de almacenamiento (días)
  - Área Neta

$$An = Ar * Ta$$

An = Área neta (m2)

Are = Área de depósito para el reciclaje (m2/día)

Ta = Tiempo de almacenamiento (días)

  - Área final (m2)

$$Af = An + EL$$

Af = Área final (m2)

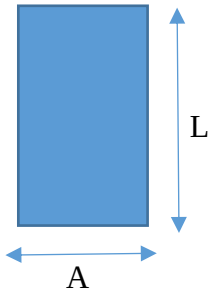
An = Área neta (m2)

EL = Espacios libres (m2)

- Pre dimensionamiento de la planta de reciclaje
  - Teniendo en cuenta un área con forma de rectángulo

L = largo

Pre dimensionamiento del área



A = ancho

AT = Área total

Planta de compostaje

Esta área junto con la de reciclaje servirá de antesala a la disposición final. En ella se va a poder separar los residuos reciclables orgánicos para reutilizarse como fertilizante en la madre tierra y sea parte de alimento por las plantas. Según la valorización que se realizó por la municipalidad de Pomalca, el porcentaje de residuos aprovechables fue de 70% aproximadamente, de los cuales 15% aproximadamente fue de residuos orgánicos.

Se tuvo 03 etapas con sus respectivas áreas designadas para el proceso de compostaje. La primera es de almacenaje y pre tratamiento, la segunda trata de una descomposición y maduración de los restos orgánicos, estos se apilarán hasta una altura de 1.50m. Finalmente, tendremos el proceso de refinamiento del compost. Esta junto con el área de reciclaje producirá beneficios económicos las cuales ayudarán a la operación y mantenimiento para la infraestructura de tratamiento de residuos sólidos.

Llegando a este punto, luego de haber obtenido los datos previos mencionados en la zona de reciclaje se procedió a calcular el área de la planta de compostaje.

- Se proyectó la infraestructura para una vida utilizable de 20 años. Por eso se tuvo la población (Hab) por cada año y su producción per cápita (kg/hab/día).
- Con esta información se halló su producción en residuos sólidos por día (kg/día) y su almacenado (kg/día). Con la intención de saber cuánto se recaudó de residuos sólidos durante los 20 años de vida utilizable.

El proceso que fue seguido para determinar el área requerida para esta zona fue el siguiente:

- Datos, esto fueron necesarios para la planta de compostaje
  - Residuos orgánicos recepcionados al proyectar los 20 años de vida útil
  - Compactación de los restos orgánicos

- Diseño de la infraestructura de reciclaje
  - Hallamos el volumen o cantidad de restos orgánicos municipales
  - Altura de la ruma residuos orgánicos municipales
  - Áreas de recepciones diarias para el compostaje

$$\text{Arc} = \frac{\text{Vrom}}{\text{Hrom}}$$

Arc = Áreas de recepciones diarias para el compostaje (m2)

Vrom = Volumen de residuos orgánicos municipales (m3)

Hriom = Altura de recepción diaria para el compostaje (m)

- Pre dimensionamiento de la planta de compostaje
  - Fue considerado una sección rectangular

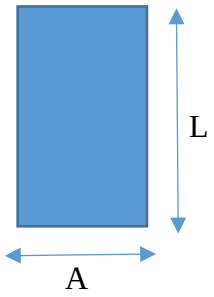
L = largo (m)

A = ancho (m)

A = Área (m2)

N°m = Número de módulos

Pre dimensionamiento del área



- Área Neta

$$An = A * N°m$$

An = Área neta (m2)

A = Área (m2)

N°m = Número de módulos

- Áreas netas + áreas de maniobra
- Áreas de curados
- Áreas de Refinamientos
- Áreas de contenedor + espacio libre
- Área requerida

$$Ar = (An + Am) + (Acu) + (Are) + (Aco + EL)$$

Ar = Área requerida (m2)

An + Am = Área neta + área de maniobra (m2)

Acu = Áreas de curados (m2)

Are = Áreas de refinamientos

Aco + EL = Áreas de contenedor + espacio libre

- Dimensionamiento de la planta de compostaje

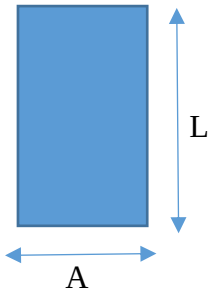
  - Teniendo en cuenta una sección rectangular

    L = largo (m)

    A = ancho (m)

    AT = Área Final (m2)

Dimensionamiento del área



Instalaciones auxiliares:

Estas instalaciones ayudarán al procedimiento del tratamiento de los residuos sólidos. Es decir, se lleva un correcto tratamiento de los residuos. Así mismo, dar una mejor facilidad a los profesionales y personal que labore en esta planta de tratamiento.

Caseta de vigilancia:

La infraestructura para el tratamiento de residuos sólidos contará con cierta caseta de vigilancia, esta para poder cuidar de las instalaciones primarias y auxiliares que se emplee en esta planta de tratamiento. El diseño de la caseta consistió básicamente en un sistema Drywall con techo de fibra ondulada de fierro.

Control de pesaje:

Esta área contará con su balanza y una caseta donde se realizarán los registros de los pesos de los camiones recolectores de residuos, donde previamente se han tarado, la diferencia de pesos nos arrojará el peso neto de los residuos sólidos. El diseño de la caseta consistió básicamente en un sistema de albañilería confinada, columnas de concreto, techo aligerado de un solo sentido, muros de albañilería.

Área administrativa:

- **Área de estacionamiento:**

  Esta área será destinada para posicionar los camiones recolectores de residuos sólidos, además de los carros que utilicen el personal que labore en esta planta de tratamiento, entre otros. El diseño del área de estacionamiento consistió básicamente en tener un área designado para el estacionamiento, tanto de vehículos menores y mayores.

- **Oficina administrativa:**

  En esta área se llevará el control del proceso de toda la planta de tratamiento, ya sea del área del reciclaje como los resultados del pesaje, así mismo, de los gastos e ingresos de la infraestructura de tratamiento. Su diseño consistió básicamente en un sistema de albañilería confinada, columnas de concreto, techo aligerado de un solo sentido, muros de albañilería.

- **Comedor y cocina:**

  Esta área necesaria para que los trabajadores de la planta puedan alimentarse y seguir con su labor. Su diseño consistió básicamente en un sistema de albañilería confinada, columnas de concreto, techo aligerado de un solo sentido, muros de albañilería.

- **Almacén y depósito**

  Esta área para poder almacenar productos que se necesite para el compostaje, algunas herramientas para el área de reciclaje, entre otros.

  Su diseño consistió básicamente en un sistema de albañilería confinada, columnas de concreto, techo aligerado de un solo sentido, muros de albañilería.

- **SS. HH**

  Esta área contará con vestidores para los trabajadores de la infraestructura de residuos sólidos. Su diseño consistió básicamente en un sistema de albañilería confinada, columnas de concreto, techo aligerado de un solo sentido, muros de albañilería.

Cerco perimétrico

Se realizará el cerco perimétrico de la infraestructura para el tratamiento de los residuos sólidos, esta con el propósito de proteger sus instalaciones y además de cuidar de algún accidente que pueda ocasionarse por estar descubierta esta zona. El material del cerco perimétrico se diseñó de mallas electrosoldadas.

Cerco Vivo

Este cerco se realizará mediante la siembra de vegetación especialmente árboles que rodeen la zona, con la intención de evitar que los malos olores se extiendan a la zona urbana de Pomalca, además estaríamos disminuyendo la contaminación que ocasione esta planta de tratamiento.

- **Diseñar y analizar la vía de acceso a la infraestructura del relleno sanitario**

Se comunica la provincia de Chiclayo al distrito de Pomalca mediante una carretera asfaltada y en buenas condiciones. Esto conecta a los diferentes lugares turísticos y sociales del distrito. Con respecto a la vía de acceso del distrito de Pomalca a la zona de estudio en la actualidad está conectada mediante una trocha carrozable de 4 km de distancia aproximadamente. En carro hacía dicha zona aproximadamente 30 minutos. En el transcurso de esta trocha se encuentran diferentes centros poblados, por ejemplo, Los Ceibos, San

Antonio, Las palmeras, Collud. Así mismo, esta ruta se caracteriza por ser zona de cultivos de caña de azúcar.

Se realizó la planificación de la vía de acceso externa del área urbe de Pomalca a la infraestructura de tratamiento de RSM. Se tuvo en cuenta los desniveles y cotas de nuestra trocha carrozable, se prosiguió mediante el "Manual de carreteras - Diseño geométrico DG-2018", se realizó el plan de la vía de acceso. Llegados a este punto, se diseñó un pavimento flexible, empleando el método AASHTO la cual es utilizado y mencionado en el "Manual de carreteras suelos geológicos, geotécnica y pavimentos" que nos proporcionó el MTC.

El procedimiento que se siguió para establecer el proyecto del pavimento flexible según la técnica AASHTO, fue el siguiente:

- Estudio de tráfico
  - Para ello se tuvo que contabilizar las clases de vehículos que transita por dicha trocha carrozable.

Tabla 6: Cuadro de clasificación de vehículos

Tipo de Vehículo										
Automovil	Station Wagn	Camioneta	Combi	Micro	Bus Grande	Camión 2E	Camión 3E	Camión 4E	Semi Trayler	Trayler

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos y Geología, Geotecnia y Pavimentos. MTC [39]

- Cálculo del IMDa para un conteo de 7 días

$$IMD_a = IMD_S * FC$$

IMDa = Índice Medio Anual (veh/día)

IMDs = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada

FC = Factores de Corrección Estacional

$$IMD_S \quad \sum V_i$$

IMDs = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada

Vi = Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo

n = Número de vehículos

- Cálculo de ejes equivalentes (ESAL)
  - Cálculo de Equivalent Single Axle Load (ESAL carril de diseño). Es el parámetro usado en el diseño de la estructura del pavimento

$$ESAL = (EF.IMDA) * 360 * DD * DL * Fc$$

ESAL = Equivalent Single Axle Load

IMDa = Índice Medio Anual (veh/día)

DD = Factor Direccional

DL = Factor Carril

Fc = Factor de crecimiento

Fc = Factor d $Factor\ de\ crecimiento = \frac{(1+r)^{n°}\text{-}1}{r}$

r% = Crecimiento anual

n° = Periodo de diseño

- Clasificamos nuestro tráfico según el MTC
- Calculamos el módulo de resiliente

$$M_R(psi) = 2555 * CBR^{0.64}$$

- Calculamos las demás variables
- Calculamos las capas estructurales del pavimento

$$E = \frac{SN}{a_i} = \frac{a_m x e_m}{a_i}$$

SN = Núı eemplazar (base o subbase)

am = Coeficiente estructural de la capa a reemplazar (base o subbase)

em = Espesor de la capa a reemplazar (base o subbase)

a1 = Coeficiente estructural de la capa tratada o estabilizada a colocar

E = Espesor de la capa tratada o estabilizada a colocar

- **Diseñar la conectividad de energía eléctrica, agua y alcantarillado para el uso de la planta de tratamiento de residuos sólidos**

Instalaciones Eléctricas

En la actualidad el distrito de Pomalca y sus anexos se abastecen de energía eléctrica, esta es brindada por la empresa prestadora de servicios ELECTRONORTE S.A, esto se realiza través del alumbrado público y domiciliario. El centro poblado más cercano a nuestra planta de tratamiento de RSM está a una distancia mínima de 2km, de ella se conectará generando energía para las infraestructuras primarias y secundarias de la planta.

En este punto se tuvo en cuenta:

- Posición de redes de las tuberías
- Cables
- Tomacorrientes
- Interruptores
- Luminarias, etc.

o Tasa de una limitada demanda y fuerza eléctrica, para ello se necesitó los siguientes datos:

- N° de área
- Descripción (caseta de vigilancia, control, oficinas, almacén, etc.)
- Dimensiones (ancho y largo)
- Máxima Demanda Instalada (W)

$$\mathrm{MDI} = \mathrm{A} * \mathrm{CU}$$

MDI = Máxima Demanda Instalada (w)

A = Área (m2)

CU = Carga Unitaria

o Demanda Instalada

$$\mathrm{DI} = (\frac{\mathrm{MDI}}{1000}) * \mathrm{CD}$$

DI = Demanda Instalada (kw)

MDI = Máxima Demanda Instalada (w)

CD = Carga de Demanda

o Capacidad de corriente

$$I_{ag} = \frac{1.25 * MDI}{K_1 * V * Cos\emptyset}$$

$I_{ag} =$ Capacidad de corriente (A)

MDI = Máxima Demanda Instalada (kw)

V = Voltaje (KW)

$K_1 =$ Coeficiente

o Tasa según caída de tensión

$$\Delta V = \frac{K_2 * i * r_u * L * Cos\emptyset}{S}$$

- Frecuencia Máxima a Circular

$$I_t = \frac{I_{ag}}{0.8}$$

- Cálculo de iluminarias
  - Cálculo del coeficiente de utilización

$$\emptyset_T = \frac{E_m * S}{C_u * C_m} \qquad NL = \frac{\emptyset_T}{n * \emptyset_L}$$

  - Cálculo del número de iluminarias

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{N_{total}}{b} * a} \qquad N_{largo} = N_{ancho} * \frac{b}{a}$$

Instalaciones Sanitarias

Para la instalación sanitaria de las áreas auxiliares del proyecto se diseñó con el método de sistema indirecto (estanque – cisterna - depósito de agua, etc.). Pomalca es abastecido por agua potable mediante la municipalidad de este distrito, que cuenta con sus tanques elevados. Para abastecer con agua potable al tanque elevado este se pensó realizar de 03 formas, mediante camión cisterna, conexiones a tuberías o realizar su propio pozo de agua potable.

La metodología a seguir fue la siguiente:

Dotaciones de agua

- Dotaciones totales diarias de aguas para edificaciones de acuerdo a su área.
  - Dotación de agua para oficinas
  - Dotación de agua para industria
  - Dotaciones de agua para depósitos
  - Dotaciones de agua para riego de jardines
  - Dotación de agua para estacionamiento, etc.

$$D_T = D_{oficinas} + D_{industria} + D_{depósitos} + D_{jardines} + \cdots$$

Dt =Dotación total diaria de agua para la planta de tratamiento (L/día)

Diseño de tanque cisterna

- Volumen de tanque cisterna

$$V_c = \frac{3}{4} * Dt$$

Vc = Volumen de tanque cisterna (m3)

Dt = Dotación total diaria de agua para la planta de tratamiento (L/día)

- Diseño de tanque cisterna

$$\frac{B}{L} = \frac{1}{2} \qquad \frac{H}{L} = \frac{2}{3}$$

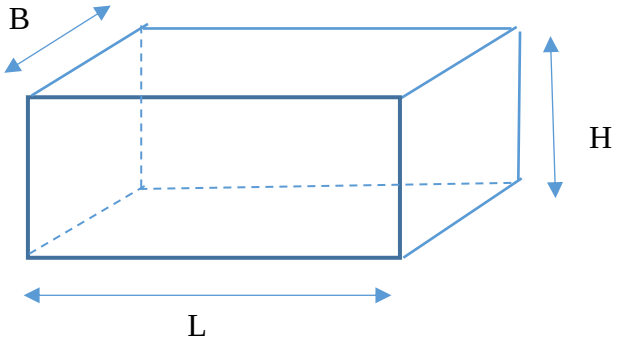
$$V = \text{B} * \text{L} * \text{H}$$

B = Ancho de la cisterna

H = Altura de la cisterna

L = Longitud de la cisterna

Dimensiones finales del tanque cisterna



La ubicación de la cisterna es muy importante porque ello ayudará a la distribución correcta de la dotación del agua a las diferentes áreas de la planta.

Diseño de tanque elevado

- Volumen de tanque elevado

$$V_e = \frac{1}{3} * Dt$$

Ve = Volumen de tanque elevado (m3)

Dt = Dotación total diaria de agua para la planta de tratamiento (L/día)

- Diseño de tanque elevado
  - El largo del tanque se apoya en las vigas, de acuerdo al plano.
  - Tomaremos un tanque cuadrado B=L.
  - Le aumentamos la altura de rebose: 10cm y la altura entre el agua y el techo del tanque 20 cm

$$V_e = B^2 * H \qquad H = \frac{V_e}{B^2}$$

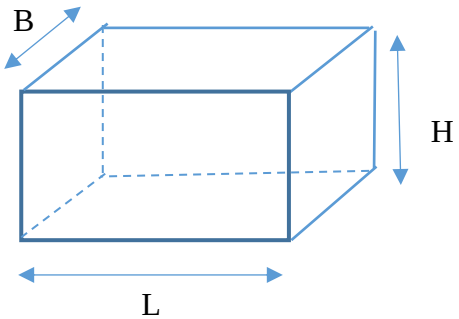
$$B = L \qquad V_e = B * L * H$$

B = Ancho de la cisterna (m)

H = Altura de la cisterna (m)

L = Longitud de la cisterna (m)

Dimensiones finales del tanque elevado



La ubicación del tanque elevado es muy importante porque ello ayudará a la distribución correcta de la dotación del agua a las diferentes áreas de la planta.

- Cálculo de las tuberías de impulsión y succión

$$Qb = \text{Vte/T}$$

Qb = Cantidad de agua a bombearse (m3/seg)

T = Tiempo de llenado del tanque (seg)

Vte = Volumen del tanque elevado (m3)

Con este caudal obtenido fuimos a unas tablas de la NORMA TÉCNICA I.S. 010 y nos dirigió a los diámetros de la tubería succión e impulsión.

- Diámetro de la tubería impulsión (pulg)
- Diámetro de la tubería de succión, este es el inmediato superior del diámetro de la tubería de impulsión (pulg)

- Cálculo del caballaje del equipo bombeo
  - Altura dinámica total

$$H_{DT} = H_S + H_T + H_{ft}$$

Hdt = Altura dinámica total (m)

Hs = Altura succión (m)

Ht = Altura total (m)

Hft = Pérdida de carga de la tubería de succión y de impulsión (m)

$$H.P = \frac{Q_b * H_{DT}}{75n}$$

H.P = Caballaje del equipo de bombeo (Hp)

Qb = Caudal de bombeo (lit/seg a m3/seg)

Hdt = Altura dinámica total (m)

n = Eficiencia de la Bomba (0.6)

Sistema de alcantarillado

Este sistema básicamente es de tratamiento y disposición final de las aguas residuales que se genera en la planta de tratamiento a causa de los servicios que son utilizados por los trabajadores de la infraestructura, estará conformado de la siguiente manera:

- Clase de terreno y tiempo de infiltración para el descenso de un 1 cm
  - Rápidos, de 0 a 4 minutos
  - Medios, de 4 a 8 minutos
  - Lentos, de 8 a 12 minutos

Si en el terreno se obtuvo resultados mayores a 12 minutos, no se ha considerado tanques sépticos se tuvo que realizar otro proyecto para el tratado y ubicación terminal del agua residual en general.

Tratamiento: Tanque séptico

- Parámetros de diseño
  - Población o trabajadores de la planta de tratamiento (hab)
  - Tasa de crecimiento (%)
  - Periodo de diseño (años)
  - Población o trabajadores futuros (hab)
  - Dotación (Lt/hab/día)

- Caudal de agua residual (m3/día)

$$Q = \frac{0.80 * Pob * Dot}{1000}$$

Q = Caudal de aguas residuales (m3/día)

Pob = Población futura (hab)

Dot = Dotación (Lt/hab/día)

(*) SI EL CAUDAL ES <20M3 USAR TANQUE SÉPTICO

- Dimensión de tanque séptico
  - Volumen de sedimentación (m3)

$$V_1 = Q * PR$$

V1 = Volumen de sedimentación (m3)

Q = Caudal de aguas residuales (m3/día)

PR = Periodo de retención (días)

- Volumen de acumulación de lodos (m3)

$$V_2 = \frac{Pob * TAL * PL}{1000}$$

V2 = Volumen de acumulación de lodos (m3)

Pob = Población futura (hab)

TAL = Tasa de acumulación de lodo (L/H/año)

PL = Periodo de limpieza (años)

- Volumen Total (m3)

$$V_T = V1 + V2$$

Vt = Volumen total (m3)

V1 = Volumen de sedimentación (m3)

V2 = Volumen de acumulación de lodos (m3)

- Se diseñó uno a más cámaras dentro del tanque séptico eso dependerá de nuestros valores en nuestros cálculos.

Figura 8: Tanque o pozo séptico

Fuente: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma OS-090 RNE

Disposición final: Pozo de percolación o Zanjas de infiltración

Se tuvo en cuenta en este punto el resultado del test de percolación (min).

La decisión de tomar el pozo o la zanja dependió del nivel freático del terreno de la zona. Así mismo, para realizar un pozo percolador debe tener una profundidad mínimo de 2.60m de profundidad. Dado que se obtuvo los datos en campo se pudo tomar una decisión exacta de la disposición final.

Pozo de percolación

- Área requerida según tablas (m2)
- Diámetro del pozo de percolación (m)
- Número de pozos
- Profundidad

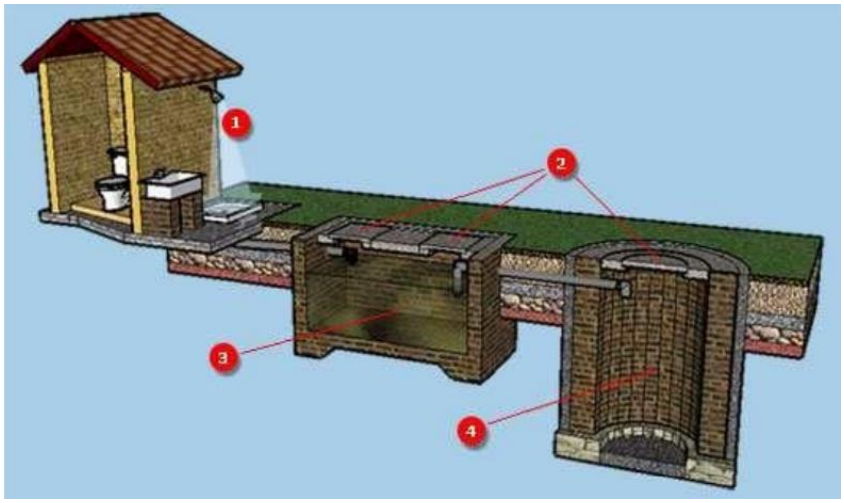
$$H = \frac{AR}{\pi * DIAM}$$

H = Profundidad (m)

AR = Área requerida (m2)

DIAM = Diámetro del pozo percolación (m)

Figura 9: Tanque séptico con pozo de percolación



Fuente: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma OS-090 RNE

Zanjas de infiltración

- Área requerida según tabla
- Ancho de la zanja de absorción (m)
- Longitud total de zanja (m)

$$L_T = \frac{AR}{A.z}$$

Lt. z = Longitud total de zanja (m)

AR = Área requerida (m2)

A.z = Ancho de la zanja de absorción (m)

- Longitud de cada zanja (m)
- Número total de zanjas

$$N°z = \frac{L_{T.z}}{L_{C.z}}$$

N°z = Número total de zanjas

Lt. z = Longitud total de zanjas (m)

Lt.c = Longitud de cada zanja (m)

Figura 10: Tanque séptico con zanjas de infiltración

Fuente: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma OS-090 RNE

- **Determinar la propuesta de diseño del relleno sanitario de acuerdo a su topografía, realizando los cálculos correspondientes**

Llegado a este punto, luego de haber obtenido los datos previos mencionados en la zona de reciclaje se procedió a calcular la zona del relleno sanitario. Se proyectó la infraestructura logrando una vida útil de 20 años. Los parámetros que se necesitó son los siguientes:

- La población de la zona en análisis al 2019 (hab)

- La producción per cápita de restos sólidos al 2019(kg/hab/día)
- Causa de elevación en la producción de restos (%)
- Valor del incremento por año de la comunidad (%)

Datos sobre la cierta cantidad de residuos sólidos a nivel municipal (Ton/año). Luego se halló el volumen: en ello se tuvo restos comprimidos, materia de cobertura, residuos sólidos inmovilizados para finalmente se halló la cantidad del relleno sanitario.

- Se halló además cierta área del relleno sanitario. Se proyectó una vida utilizable de 20 años.
- "Según la Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales" del MINAM, para un relleno sanitario semimecanizado mínimo un área de 3.30ha, siendo un área total mínimo para esta clasificación 10.00ha.

Tabla 7: Superficies de terreno referenciales para celda transitoria y relleno sanitario

	CELDA TRANSITORIA Y RELLENO SANITARIO MANUAL (*)	CELDA TRANSITORIA Y RELLENO SANITARIO SEMI MECANIZADO (*)	CELDA TRANSITORIA, RELLENO SANITARIO MECANIZADO (*)Y RELLENO SECO.
	(6t/día)	(50 t/día)	(100 t/día) (800 t/día)
Superficie de terreno para vida útil de 3 años (celda transitoria)	0,25 ha	1,45 ha	3,00 has (15,00 ha)
Superficie de terreno para vida útil de 10 años (Relleno sanitario)	0,75 ha	3,30 ha	(10,00has) (25,00 ha)
Vías, campamento, áreas libres, infraestructura diversa	4,00 ha	5,25 ha	(10,00 has)(10,00 ha)
Superficie mínima recomendable:	**5,00 ha**	**10,00 ha**	**(23,00 ha) (50,00 ha)**

Fuente: MINAM [38]

Una vez que se consideró el número de residuos sólidos el cual contuvo nuestro relleno sanitario, se eligió el tipo de relleno sanitario en función a dicha cantidad del relleno sanitario.

- Relleno Sanitario Manual (hasta 6ton/día)
- Relleno Sanitario Semi Mecanizado (de 6 hasta 50ton/día)
- Relleno Sanitario Mecanizado (más de 50ton/día)

Tabla 8: Clasificación de los rellenos sanitarios

CRITERIO	MANUAL	SEMIMECANIZADO	MECANIZADO
Capacidad de disposición de residuos sólidos municipales	Hasta 6 t/día	Superior a 6 hasta 50 t/día	Más de 50 t/día

Fuente: MINAM [38]

Según nuestra representación de residuos o restos sólidos 2019 que fue otorgada por el municipio distrital de Pomalca la producción fue de 11. 2 ton/día entre residuos reciclables y no reciclables.

- Se recicla el 70% de los residuos sólidos, siendo estos 7.84 ton/día.
- Finalmente se dispuso 3.36 ton/día al relleno sanitario. Esto fue aquel residuo que no tenía valor comercial.
- Según la "Guía para el diseño y construcción de infraestructuras de disposición final de residuos sólidos municipales" del MIMAN le correspondió un relleno sanitario semimecanizado.

Cabe recalcar que se mencionó 03 métodos hacia la planificación en un relleno sanitario. Según la topografía y el análisis de mecánica de suelo del lugar que se realizó en la etapa de campo se puedo definir por uno de ellos.

- Método de zanja
- Método de la zona
- Método mixto

Los tipos de taludes que se pudo utilizar son los siguientes:

- Taludes de corte, esto nos basamos de las características del suelo natural. De acuerdo a esto decidió un talud en específico.
- Taludes de relleno, para esto necesitó definir nuestro material de cobertura.

Cálculo de la capacidad del relleno sanitario

- Generación per cápita de residuos

$$\text{Gpc (kg/hab/día)} = \frac{\text{CRR (kg)}}{\text{Pob (Hab)}}$$

Gpc = Generación per cápita (kg/hab/día)

CRR = Cantidad de residuos recolectados (kg)

Pob = Población (N° Hab)

- Estimación en restos sólidos en la colocación hacia el llenado sanitario

$$CRD_{RSM} = \text{Gpc (kg/hab/día)} * \text{Pob (N°Hab)}$$

CRDrsm = Cantidad de residuos a disponer (kg/día)

Gpc = Generación per cápita (kg/hab/día)

Pob = Población (N° Hab)

- Operación de la capacidad útil de relleno
  - Volumen mínimo útil:

$$\text{VARS} = \frac{\text{Grsm (ton/año)}}{\text{Drs (ton/m3)}}$$

VARS = Volumen anual de residuos sólidos (m3/año)

Grsm = Generación de residuos sólidos municipales (ton/año)

Drs = Densidad de residuos sólidos (ton/m3)

$$\text{Vm. c} = \text{Pm. c}(\%) * \text{VARS}(\text{m3/año})$$

Vm.c = Volumen del material de cobertura (m3/año)

Pm.c = Porcentaje de material de cobertura (%)

VARS = Volumen anual de residuos sólidos (m3/año)

$$\text{VARD} = \text{Vm. c}(m3/año) + \text{VARS}(\text{m3/año})$$

VARD = Volumen anual de residuos dispuestos (m3/año)

Vm.c = Volumen del material de cobertura (m3/año)

VARS = Volumen anual de residuos sólidos (m3/año)

$$\text{VMU} = \sum VARD$$

VMU = Volumen mínimo útil (m3)

$\sum VARD$ = Sumatoria de los volúmenes anuales de residuos dispuestos, por el periodo de vida útil (m3)

- Cálculo del área útil mínima

$$\mathrm{A} = \frac{\mathrm{VMU\ (m3)}}{\mathrm{prof\ (m)}}$$

A = Área (m2)

VMU = Volumen mínimo útil (m3)

Prof = Profundidad (m)

$$\mathrm{Aum} = A + F * A$$

Aum = Área útil mínima (m2)

A = Área (m2)

F = Factor de aumento de zona complementaria para los rieles de accesos (20 a 40%)

- Cálculo del volumen útil de diseño (VUD)

$$\mathrm{As} = \mathrm{Ls} * \mathrm{as}$$

As = Área superior (m2)

Ls = Longitud superior (m)

as = Ancho superior (m)

$$\mathrm{Ai} = \mathrm{Li} * \mathrm{ai}$$

Ai = Área inferior (m2)

Li = Longitud inferior (m)

ai = Ancho inferior (m)

$$\mathrm{VUD} = \frac{\mathrm{As} + \mathrm{Ai}}{2} * \mathrm{h}$$

VUD = Volumen útil de diseño (m3)

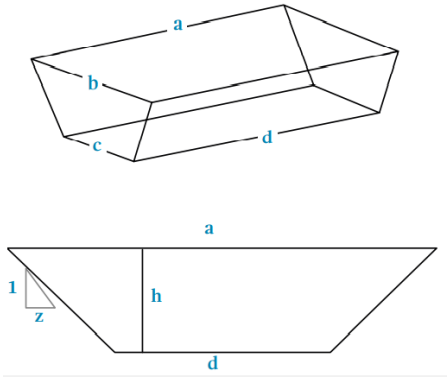
As = Área superior (m2)

Ai = Área inferior (m2)

h = Altura (m)

Operación de la capacidad volumétrica del relleno sanitario

Figura 11: Cálculo de volumen de trinchera



Fuente: MINAM [38]

Como se observa se utilizó el método de áreas promedio y de altura, la cual nos da la fórmula siguiente:

$$Volumen = \frac{1}{3}H(A * B + C * D + \sqrt{(A * B) * (C * D)}\,)$$

Donde:

a = Largos de bases mayores o de trinchera

b = Anchos de bases mayores o de trinchera

c = Anchos de bases menores o de trinchera

d = Largos de bases menores o de trinchera

h = Alturas de trinchera

V= Volumen de trinchera

1/z= Talud de trinchera

Esos datos se hallaron para calcular el volumen(m3) de cada trinchera que se va acumular de residuos.

Diseño de celda de trabajo diario

Luego de tener la dimensión de los rellenos sanitarios, se realizó el cálculo para la dimensión de la celda de trabajo diario. Para ello necesitó los siguientes datos:

- Volumen de residuos
  - La celda diaria contuvo los residuos sólidos y el material de cobertura
- Cantidad de residuos sólidos municipales (RSM)

$$DSrs = \frac{DSp * 7}{dhab}$$

DSrs = Cantidad media diaria de RS en el relleno sanitario (kg/día)

DSp = Cantidad de RS producidos por día (kg/día)

dhab = Días hábiles o laborables en una semana

- Volumen de la celda diaria

$$V_c = \frac{DS_{rs}}{D_{rsm}} X\ m.c$$

Vc = Volumen de la celda diaria (m3)

DSrs = Cantidad media diaria de RS en el relleno sanitario (kg/día)

Drsm = Densidad de los RSM recién compactados en el relleno sanitario semimecanizado (kg/m3)

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

- Dimensiones de la celda Diaria
  - Cálculo del área de la celda:

$$A_c = \frac{V_C}{h_c}$$

Ac = Área de la celda (m2/día)

Vc = Volumen de la celda diaria (m3)

hc = Altura de la celda (m)

  - Cálculo del largo o avance de la celda:

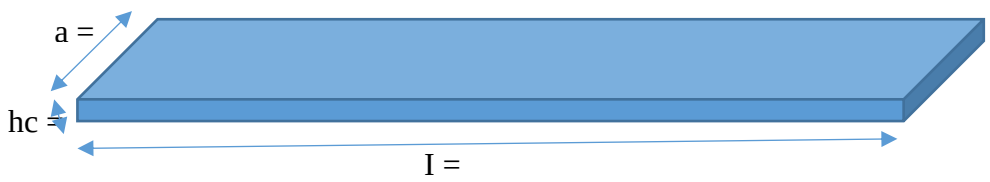
$$I = \frac{A_C}{a}$$

I = Largo o avance de la celda (m)

Ac = Área de la celda (m2/día)

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

Dimensiones de celda de trabajo diario



Diseño de método de recolección y del uso de lixiviados

Es necesario una evacuación correcta hacia los contaminantes que genera la descomposición de los residuos sólidos, es por ello que se debe tener infraestructuras para la correcta disposición de lixiviados. Se consideró para la utilización de lixiviados principalmente los drenes horizontales y verticales, la poza para el acaparamiento temporal de estos y otras instalaciones necesarias.

Se calculó la generación de lixiviados, para ello se llevó el siguiente procedimiento:

- Cálculo del caudal de lixiviados. Se utilizó el método suizo.

$$Q = (\frac{1}{t}) * PxAxK$$

Q = Caudal medio de lixiviado o líquido percolado (m3/seg)

t = Número de segundos en un año (31 536 000) (seg/año)

P = Precipitación media anual (mm/h)

A = Área superficial del relleno (m2)

K = Coeficiente, depende del grado de compactación de RSM.

- Drenes de lixiviados, se tuvo dos métodos de distribución a tener en cuenta: Estas opciones dependió de nuestro tipo de relleno sanitario, EMS y topografía del lugar.
  - Drenes Horizontales o Espina de pescado
  - Drenes Perpendiculares

- Cálculo del volumen de lixiviado.

$$V = Q\ x\ t$$

V = Volumen de lixiviado que será almacenado (m3)

Q = Caudal medio de lixiviado o líquido percolado (m3/seg)

t = Número máximo de meses con lluvias consecutivas (mes)

- Dimensiones de laguna, poza de lixiviados o tanque, estas opciones dependió del calculo que se realizó.

Cálculo de la generación de gases.

$$\mathrm{Gmax} = 1.868\ \mathrm{Corg} * (0.014\mathrm{T} + 0.28) * (1 - \mathrm{Kt})$$

Gmax = Generación de gases máximo producido por el relleno.

C = Contenido de carbón orgánico en la basura (entre 17-22% en la basura no separada entre 2-10% en la no biodegradable clasificada)

T = Temperatura (°C); la temperatura dentro del cuerpo de la basura se puede estimar con un promedio de 30 °C, debido a los procesos exotérmicos de biodegradación.

K = Constante de biodegradación (entre 0.025-0.05; en general se encuentra entre 0.035-0.04)

Esta fórmula describe la producción máxima teórica de gas de relleno.

Diseño de sistema de drenaje de aguas pluviales.

- Cálculo del caudal máximo (m3/seg)

$$Q_P = \frac{C * i * A}{3.6\ x\ 10^6}$$

Qp = Caudal que ingresa o máximo escurrimiento (m3/seg)

C = Coeficiente de escurrimiento

i = Intensidad de lluvia (mm/hora)

Ad = Área de la cuenca (m2)

Tc= Tiempo de concentración (min)

Algunos de estos valores se debieron analizarlos de acuerdo a parámetros de nuestra zona de estudio.

- Área de la sección de la zanja

$$A = \frac{Qp}{v}$$

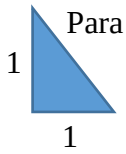
A = Área de la sección de la zanja (m2)

Qp = Caudal que ingresa o máximo escurrimiento (m3/seg)

V = Velocidad máxima promedio (m/seg)

- Dimensiones de la zanja: para ello se necesitó los siguientes valores.

- Talud típico para zanjas



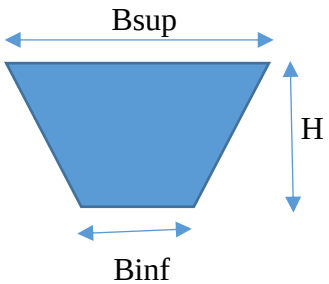
- Dimensiones

H = Altura (m)

Bsup = Base superior

Binf = Base inferior

Dimensiones de zanja para drenaje



- Radio Hidráulico $R = \frac{A}{P}$

A = Área mojada (m2)

P = Perímetro mojado (m)

Cálculo del número de vehículos

$$W = Pob * Gpt$$

W = peso de residuos sólidos municipales (kg/día)

Pob = población proyectada (hab)

Gpt = Generación per cápita de RSM (kg/hab/día)

$$Vol.vehículos = Ccr * N°veces$$

Vol. Vehículos = Volumen de vehículos (m3)

Ccr = Capacidad del camión recolector (m3)

$$Nº = \frac{w}{Vol.\ vehículos}$$

N°veces = Número de veces de recojo diario (N°/día)

N° = número de vehículo

W = peso de residuos sólidos municipales (kg/día)

Vol. Vehículos = Volumen de vehículos (m3)

Realizar estudios de Impacto Ambiental

Como todo proyecto de ingeniería genera impacto en la sociedad y sobre todo en el ambiente, es por ello que es importante hacer cierta prueba de efectos ambientales, de esa forma disminuir el impacto negativo que podamos generar. Vale recalcar que esta planta de tratamiento de residuos sólidos ayudará a disminuir el impacto ambiental negativo. Para ello se siguió el siguiente procedimiento:

- Resumen ejecutivo
- Objetivos
  - Objetivo General
  - Objetivo Específico
- Marco legal
- Descripción y análisis del proyecto
  - Antecedentes
  - Ubicación
  - Características actuales:
  - Técnicas del proyecto a implementar
  - Descripción de actividades

        - Descripción del nivel constructivo
        - Descripción del nivel funcionario
    - Instalaciones auxiliares
    - Cronograma de actividades de ejecución
- Área de influencia del proyecto
    - Fase de construcción
        - Área de influencia directa
        - Área de influencia indirecta
    - Fase de funcionamiento
        - Área de influencia directa
        - Área de influencia indirecta
- Línea base ambiental
    - Caracterización del medio físico
    - Caracterización del medio biológico
    - Caracterización del medio socioeconómico
        - Aspectos sociales
        - Aspectos económicos
- Observación y prueba de un pasivo ambiental
- Identificación y evaluación de impactos ambientales
    - Análisis de la matriz de identificación y evaluación de impactos ambientales
        - Resultado de la matriz de la EIA
        - Descripción de los principales impactos por etapas del proyecto
- Plan de participación ciudadana
- Planes de manejos ambientales
- Planes de compensaciones ambientales
- Conclusiones y recomendaciones
- Anexos.

Evaluar la rentabilidad del proyecto

Este proyecto de la planta de tratamiento de residuos sólidos tiene beneficio social y ambiental. Porque estaremos reduciendo, reciclando y reutilizando los residuos sólidos reciclables orgánicos e inorgánicos. Dando beneficio a la salud de la población y además

aportando a la economía de los pobladores que se dedican a reciclar de manera empírica exponiendo su salud de manera directa.

- Se halló las ganancias que se obtuvieron del proyecto (S/)
  - Ingresos obtenidos a causa del reciclaje y el compostaje

    Las plantas de reciclaje y compostaje generarán ingresos para el mantenimiento de la misma, y más que todo dando trabajo a personas que se dedican al reciclaje sin ningún EPP o cuidado.
  - Gastos de operación

    El proceso de tratamiento en la planta de reciclaje generará gastos, tanto en insumos, materiales, entre otros.
  - Ganancias obtenido en la planta de tratamiento

$$Gan = \text{Ing} - \text{Gas}$$

Gan = Ganancias (soles)

Ing= Ingresos en la planta de tratamiento (soles)

Gas= Gastos de operación (soles)

- Se halló la rentabilidad que se obtuvo del proyecto
  - Inversión construida para la planta de tratamiento

    La inversión que se realizó hacia una edificación de tratamiento de RSM.

  - Se halló la rentabilidad

$$Ren = \frac{Gan}{Inv} * 100$$

Ren = Rentabilidad de la planta de tratamiento de RSM (%)

Inv= Inversión total del proyecto para construcción (soles)

Gas= Gastos de operación (soles)

Esta rentabilidad se basó por evaluación social - análisis costo beneficio

B/C > 1, aceptar

B/C = 1, indiferente

B/C < 1, rechazar

IV. Resultados

Realizar estudios topográficos del terreno y estudios de mecánica de suelos

Estudio topográfico

Para este proyecto se realizó el uso de la Estación Total y el Dron topográfico. Se realizó el levantamiento de los puntos del área del proyecto mediante la estación como puntos de foto control que ayudó como parámetro guía al dron topográfico. El levantamiento de la vía de acceso principal se realizó mediante la Estación Total. Para más detalles del proceso topográfico (Ver Anexo N° 06).

Se realizó el levantamiento topográfico de 27 0099.70 m2 es decir de 27.009 has, con un perímetro total de 2303.82 metros lineales. Dicho terreno pertenece a la municipalidad del distrito de Pomalca

Tabla 9: Vértices del área total disponible

Vértice	Lado	Distancia	Ángulo Interno	Este	Norte
P1	P1 – P2	495.51	47°58’31’’	634134.699	9248575.481
P2	P2 – P3	31.90	144°33’3’’	633970.691	9248107.900
P3	P3 – P4	50.68	166°33’17’’	633944.634	9248089.504
P4	P4 – P5	496.11	178°17’14’’	633897.575	9248070.704
P5	P5 – P6	276.67	99°9’46’’	633431.574	9247900.506
P6	P6 – P7	104.39	106°13’43’’	633296.483	9248141.957
P7	P7 – P8	74.44	174°49’4’’	63369.709	9248216.357
P8	P8 – P9	60.21	171°8’31’’	633426.501	9248264.474
P9	P9 – P10	133.85	173°13’41’’	633477.883	9248295.856
P10	P10 – P4	409.59	112°2’44’’	633599.543	9248351.667

Fuente: propia

La zona localizada para el proyecto del “diseño de la infraestructura para el tratamiento de residuos sólidos del distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque” tiene un área de 14.734 has y un perímetro total de 1555.256 metros lineales.

Tabla 10: Área y perímetro del proyecto

Cuadro de áreas		
Descripción	Valor	Unidad
Área	147340	m2
Área	14.734	ha
Perímetro	1555.256	m

Fuente: propia

Tabla 11: Vértices del área de proyecto

Vértice	Lado	Distancia	Ángulo Interno	Este	Norte
P4	P4 – P5	496.11	178°17’14’’	633897.575	9248070.704
P5	P5 – P6	276.67	99°9’46’’	633431.574	9247900.506
P6	P6 – P7	104.39	106°13’43’’	633296.483	9248141.957
P7	P7 – P8	74.44	174°49’4’’	63369.709	9248216.357
P8	P8 – P9	60.21	171°8’31’’	633426.501	9248264.474
P9	P9 – P10	133.85	173°13’41’’	633477.883	9248295.856
P10	P10 – P4	409.59	112°2’44’’	633599.543	9248351.667

Fuente: propia

La vía de acceso principal localizada para el proyecto tiene una longitud de 4km de levantamiento topográfico. Las siguientes características de este levantamiento fueron las siguiente:

Tabla 12: BMS sistema WGS-84 zona 17S

Punto	Este	Norte	Elevación	Descripción
2	633400.477	9248255.962	9.726	BM1
9	634036.790	9248544.672	10.464	BM2
129	634657.231	9248796.149	13.204	BM3
135	634986.324	9249109.087	13.438	BM4
347	635224.532	9250093.897	16.453	BM5
608	635554.859	9251342.718	18.267	BM6

Fuente: propia

Estudio de Mecánica de suelos

Con el propósito de obtener los perfiles estratigráficos del suelo del área de estudio, se realizaron 08 calicatas a cielo abierto. Las que correspondieron al área del relleno sanitario se excavaron a 3.00 m de profundidad las otras 6 calicatas se excavaron a 1.50m de profundidad. Es importante mencionar que no se descubrió el nivel freático **(Ver Anexo N° 06)**. En la siguiente tabla se presenta la distribución de ellas en las estructuras dentro del área del proyecto.

Tabla 13: Coordenadas UTM de las calicatas a explorar

Cuadro de coordenadas (UTM WGS84) - 17S			
Calicatas	Este	Norte	Descripción
C-01	633701.8523	9248237.6742	Planta de reciclaje
C-02	633637.5972	9248201.0589	Planta de compostaje
C-03	633673.8546	9248163.8346	Planta de compostaje
C-04	633453.9112	9248174.5717	Relleno Sanitario
C-05	633444.3798	9248120.0206	Relleno Sanitario
C-06	633434.9122	9248065.8349	Relleno Sanitario
C-07	633630.2442	9248283.0047	Área de Administración
C-08	633539.3927	9248238.4724	Vía de acceso interna

Fuente: propia

Clasificación del suelo

Según el Estudio de Mecánica de suelos de este proyecto se obtuvo la clasificación del suelo del área del proyecto.

Tabla 14: Tipos de suelos en el área del proyecto

Calicata	Tipo de suelo
C1	SC – Arenas Arcillosas
C2	CL – Arcillas de Mediana Plasticidad
C3	SC – Arenas Arcillosas
C4	SC-SM – Arenas Limo Arcillosas
C5	SC-SM – Arenas Limo Arcillosas
C6	SC – Arenas Arcillosas
C7	CL – Arcillas de Mediana Plasticidad
C8	SC – Arenas Arcillosas

Fuente: propia

Capacidad portante del suelo

Tabla 15: Capacidad admisible del terreno kg/cm2

CALICATA 07 - ÁREA ADMINISTRATIVA									
Profundidad de Cimentación (m)	Lado Promedio B(m)	Densidad (gr/cm3)	CORTE DIRECTO		Factores de Carga			Capacidad Admisible (Kg/cm2)	
			Angulo de Fricción (ø)	Cohesión (Kg/cm2)	N´c	N´q	N´y	CIMENTACIÓN CONTINUA	CIMENTACIÓN AISLADA
1.00	1.00	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.78	0.98
1.00	1.50	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.79	0.99
1.00	2.00	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.80	1.00
1.00	2.50	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.81	1.00
1.00	3.00	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.82	1.01
1.20	1.00	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.81	1.00
1.20	**1.20**	**1.574**	**11.00**	**0.41**	**7.28**	**1.94**	**0.76**	**0.81**	**1.00**
1.20	1.50	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.82	1.01
1.20	2.00	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.82	1.02
1.20	2.50	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.83	1.02
1.20	3.00	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.84	1.03
1.50	1.00	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.84	1.03
1.50	1.50	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.85	1.04
1.50	2.00	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.86	1.05
1.50	2.50	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.87	1.05
1.50	3.00	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.88	1.06
2.00	1.00	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.89	1.08
2.00	1.50	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.90	1.09
2.00	2.00	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.91	1.10
2.00	2.50	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.92	1.11
2.00	3.00	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.93	1.11

Fuente: propia

Los resultados se obtuvieron a razón de realizar el Estudio de Mecánica de Suelos, en este proyecto fueron los siguientes:

Tabla 16: Resultados del Estudio de Mecánica de Suelos

Estudio de Mecánica de Suelos		
Parámetro	Valor	Unidad
Asentamiento máximo	0.46	cm
Zona Sísmica del proyecto	04	
La capacidad portante del suelo	En la Tabla N° 20	
Contenido de sales	0.04%, despreciable	
Nivel freático	No se encontró	
La capacidad portante del suelo	0.98 – 1.11	Kg/cm2
El CBR obtenido al 95%	6 - 8.2	%

Fuente: propia

Ensayo de Permeabilidad del suelo in situ por Lefranc

Se realizaron muestras a cielo abierto, mediante perforaciones de exploración o sondeos de altura de 90 cm in situ **(Ver Anexo N° 08)**.

El ensayo elaborado en este proyecto es el siguiente:

- Ensayo de permeabilidad. Este ensayo se realizó mediante el ensayo Lefranc con nivel variable.

Tabla 17: Coordenadas UTM de las calicatas a explorar

Cuadro de coordenadas (UTM WGS84) - 17S			
Sondeo	Este	Norte	Área del proyecto
S1	633703.000	9248292.00	Área inicial contigua a la planta de tratamiento de residuos sólidos.
S2	633832.020	9248282.97	
S3	633754.28	9248206.98	
S4	633411.110	9248154.58	Área del Relleno Sanitario
S5	633389.500	9248095.54	
S6	633372.590	9248033.01	

Fuente: propia

En la siguiente tabla se aprecia los datos generales que rigen para los 06 sondeos realizados en este proyecto.

Tabla 18: Resultado del coeficiente de permeabilidad

Clasificación del suelo de acuerdo a su coeficiente de permeabilidad			
Sondeo	K	Permeabilidad	Área del proyecto
S1	6.77E-04 cm/seg	Baja	Área inicial contigua a la planta de tratamiento de residuos sólidos.
S2	8.93E-04 cm/seg	Baja	
S3	4.66E-04 cm/seg	Baja	
S4	4.45E-04 cm/seg	Baja	Área del Relleno Sanitario.
S5	6.08E-04 cm/seg	Baja	
S6	7.39E-04 cm/seg	Baja	

Fuente: Propia.

De este resultado de clasificación de suelos con respecto a las calicatas que se realizaron se extrajo las que pertenece a la zona del Relleno Sanitario, que fue clasificado por su coeficiente de permeabilidad que le corresponde.

Tabla 19: Calicatas del área del Relleno Sanitario

Calicata	Tipo de suelo
C4	SC-SM – Arenas Limo Arcillosas
C5	SC-SM – Arenas Limo Arcillosas
C6	SC – Arenas Arcillosas

Fuente: propia

- De acuerdo a nuestro tipo de suelo en la clasificación SUCS, le correspondió un coeficiente de drenaje (K) nivel pobre. Es decir, permeabilidad muy baja k=10^-5

Realizar los estudios hidrológicos y metereológicos aledaños a la zona de estudio

Estudio Hidrológico

Para la realización del estudio Hidrológico (Ver Anexo N° 09) se extrajo la Carta Nacional 14-d que pertenece a la sub cuenca Chancay-Lambayeque Bajo, una de las 09 sub cuencas perteneciente a la cuenca Chancay Lambayeque. Se utilizó el programa ArcMap 10.4.1 se modeló la cuenca de estudio de la zona y se obtuvo sus parámetros Geomorfológicos.

Para los datos de precipitaciones máximas en 24 horas, se trabajó inicialmente con las 03 estaciones más cercanas al área del proyecto, estos datos de obtuvieron de la base de datos pluviométricos del SENHAMI.

El tiempo de retorno según la Guía del MINAM para un relleno sanitario debe ser de 100 años. Posterior a esto, se realizaron los cálculos correspondientes, obteniendo los siguientes resultados que se presentan en las tablas:

Parámetros Morfométricos de la cuenca

Tabla 20: Propiedades morfométricas de la cuenca en estudio

Descripción	UND	Valor
De la Superficie		
Área de la cuenca	km2	2.29
Perímetro de la cuenca	km	8.33
Cotas		
Cota máxima	msnm	46.41
Cota mínima	msnm	42.82
Centroide (PSC: WGS 1984 UTM Zone 17S)		
X centroide	m	633726.25
Y centroide	m	9247235.51
Z centroide	msnm	44.70
Altitud		
Altitud media	msnm	44.70
Altitud más frecuencia	msnm	45.91
Altitud de frecuencia media (1/2)	msnm	45.00
Pendiente		
Pendiente promedio de la cuenca	%	5.52
De la Red Hídrica		
Longitud del curso principal	km	3.55
Orden de la Red Hídrica	UND	1
Longitud de la Red Hídrica	km	0.67
Pendiente promedio de la Red Hídrica	%	5.00
Parámetros Generados		
Tiempo de concentración	min	167.32251
Pendiente del cauce principal	m/km	0.764527

Fuente: Elaboración propia mediante ArcMap 10.4.1

Datos pluviométricos

Tabla 21: Estación Lambayeque

Orden	Año	Pmax. 24h (mm)
1	1989	3.4
2	1990	2.2
3	1991	0.9
4	1992	14.2
5	1993	6.6
6	1994	16.1
7	1995	5.7
8	1996	2
9	1997	10.5
10	1998	71.3
11	1999	20.1
12	2000	5.7
13	2001	40.8
14	2002	15.2
15	2003	14.7
16	2004	3.6
17	2005	2.4
18	2006	11.8
19	2007	2.4
20	2008	11.7
21	2009	5.7
22	2010	19.7
23	2011	7.1
24	2012	22.1
25	2013	8.5
26	2014	3.7
27	2015	18
28	2016	5.8
29	2017	60.7
30	2018	3.4

Fuente: propia

Tabla 22: Estación Reque

Orden	Año	Pmax. 24h (mm)
1	1989	2.4
2	1990	1.6
3	1991	2.4
4	1992	7.77
5	1993	5.3
6	1994	8.4
7	1995	1.5
8	1996	2
9	1997	17.5
10	1998	60.4
11	1999	10.2
12	2000	9.2
13	2001	6
14	2002	7.3
15	2003	3
16	2004	7
17	2005	2.5
18	2006	4.3
19	2007	7.5
20	2008	11
21	2009	4.4
22	2010	10.6
23	2011	8.2
24	2012	15.4
25	2013	9.7
26	2014	7.6
27	2015	13.5
28	2016	13.2
29	2017	29.8
30	2018	2.1

Fuente: propia

Tabla 23: Estación Cayaltí

Orden	Año	Pmax. 24h (mm)
1	1989	8.9
2	1990	3.7
3	1991	33.5
4	1992	9.1
5	1993	14.9
6	1994	17
7	1995	13.1
8	1996	5.5
9	1997	29.8
10	1998	77.3
11	1999	24
12	2000	11
13	2001	10.2
14	2002	7.5
15	2003	6.3
16	2004	3.5
17	2005	3.3
18	2006	5.9
19	2007	5.2
20	2008	7.2
21	2009	9.9
22	2010	11.9
23	2011	8.6
24	2012	12.7
25	2013	14
26	2014	9.9
27	2015	4.6
28	2016	13.6
29	2017	42.4
30	2018	4.8

Fuente: propia

Caudal de Diseño

Tabla 24: Caudal máximo de diseño en diferentes tiempos de retorno

Tiempo de Retorno (años)	Subcuenca	Caudal de descarga	Ubicación	Coef. escorrentía Prom (C)	I (mm/h)	Área de la cuenca (km2)	Q máximo (m3/s)
10	1	Q-01	POMALCA	0.400	5.23	2.290	**1.33**
20	1	Q-01	POMALCA	0.400	7.55	2.290	**1.92**
25	1	Q-01	POMALCA	0.400	8.37	2.290	**2.13**
50	1	Q-01	POMALCA	0.400	11.15	2.290	**2.84**
100	1	Q-01	POMALCA	0.400	14.31	2.290	**3.64**

Fuente: propia

De acuerdo a la Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales del MINAM, se tomó el caudal para un tiempo de retorno de 100 años, es por ello que nuestro caudal máximo de diseño es de 3.64 m3/seg.

- **Analizar la caracterización de los residuos sólidos municipales 2019 entregada por la municipalidad de Pomalca**

Estudio Demográfico

En relación a los datos del INEI se proyectó la población. Es decir, para los 20 años de vida útil de la infraestructura de tratamiento de residuos sólidos. Se determinó la población proyectada para el 2041 siendo de 31 360 habitantes en el distrito de Pomalca.

Tabla 25: Cuadro resumen de población del distrito de Pomalca

POBLACIÓN			**POBLACIÓN**		
n	**AÑO**	**PROYECCIÓN**	**n**	**AÑO**	**PROYECCIÓN**
0	2021	26193	11	2032	28919
1	2022	26430	12	2033	29181
2	2023	26669	13	2034	29445
3	2024	26910	14	2035	29711
4	2025	27153	15	2036	29979
5	2026	27399	16	2037	30251
6	2027	27647	17	2038	30524
7	2028	27897	18	2039	30800
8	2029	28149	19	2040	31079
9	2030	28403	20	2041	31360
10	2031	28660			

Fuente: propia

Estudio de caracterización

El distrito de Pomalca cuenta con la caracterización de los residuos sólidos, esta fue entregada por la municipalidad del distrito de Pomalca con fines académicos, aquello nos sirvió para extraer los siguientes datos, generación per cápita, la cantidad y sus respectivos porcentajes de la clasificación de residuos, densidad, entre otros.

Tabla 26: Composición física de los residuos sólidos del distrito de Pomalca

Tipo de Residuo Sólido	Composición %
Residuos aprovechables	77.51
Residuos Orgánicos	58.01
Residuos Inorgánicos	19.50
Residuos no reaprovechables	22.49
Total (R. aprovechables y no reaprovechables)	**100.00**

Fuente: Estudio de valorización

De la tabla N° 10, se pudo mencionar la siguiente composición: los residuos sólidos aprovechables representan un 77.51%; dentro de ellos se encontró los residuos orgánicos (materia orgánica, follaje, huesos, entre otros) representa un 58.01% y los residuos inorgánicos (papel, cartón, vidrio, plástico, tetra, metales, entre otros) representa un 19.50%. Así mismo, los residuos sólidos no reaprovechables (bolsas plásticas de un solo uso, residuos sanitarios, tierra, piedras, Tecnopor, residuos inertes, restos de golosinas, envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros) representa un 22.49%.

Generación de Residuos Sólidos

Tabla 27: Generación Total de Residuo Sólidos Municipales

Generación Total (Tn/día)	
Generación Domiciliaria	10.144
Generación no Domiciliaria y especial	1.687
Total	**11.831**

Fuente: Estudio de valorización

De acuerdo al estudio de valorización se obtuvo una generación de residuos sólidos domiciliaria de 10.144 tn/día y no domiciliaria y especial de 1.687 tn/día. Siendo en total la generación de Residuos Sólidos de 11. 832 tn/día.

Generación Per Cápita

Tabla 28: Generación Per Cápita

Generación Total (kg/hab./día)	
Generación Per Cápita domiciliaria	0.45
Generación Per Cápita total del distrito de Pomalca	0.52

Fuente: Estudio de valorización

De acuerdo al estudio de valorización se obtuvo una generación Per Cápita de 0.45 kg/habitante/día y una generación Per Cápita total del distrito de Pomalca es0.52 kg/habitante/día. (Ver Anexo N° 03)

Propuesta del plan de Gestión de Residuos Sólidos

Se presentó la situación actual del plan de gestión de residuos sólidos de la municipalidad de Pomalca, el uso tradicional de movilidades y su recolección donde se mantiene limpio las áreas principales de Pomalca, pero no se hace la segregación en la fuente. Posterior a ese análisis se propuso un plan de gestión de Residuos sólidos (Ver Anexo 05).

Tabla 29: Resultados de la propuesta

Propuesta del plan de Gestión Ambiental
Se colocará 10 puntos de acopio ecológico para la segregación.
Se calculó para los 10 puntos un total de 40 contenedores de 120 litros.
Se colocará contenedores para el manejo de Residuos Sólidos inorgánicos, orgánicos, no aprovechables y peligroso.
Los colores adoptados para el manejo de Residuos Sólidos son: Verde para materia inorgánica, marrón para materia orgánica, negro materia no aprovechable y rojo para materia peligrosa.
Se propone la segregación de Residuos Sólidos en la fuente de cada hogar y mediante los puntos de acopio establecidos.
El primer turno de trabajo es de 05:00 a 12:00 pm es para R. Orgánicos y el segundo turno es de 01:00 a 07:00 pm para los R. Inorgánicos y n aprovechables.
Se propone un camión compactador de 7.5 ton para la recolección de Residuos orgánicos. Y para los R. Inorgánico y no aprovechable un camión compactador de 5 ton para cada tipo de Residuo.

Fuente: propia

Estudio de Selección del Área

Los criterios que fueron utilizados para la selección del área del relleno sanitario se basaron en la Ley prevista por el Ministerio del Ambiente a través de su Decreto Supremo D. S 014-2017 [2].

Así mismo, están vigentes en su Guía para el diseño y la construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales, MINAM [3].

Para este proyecto se propuso 02 alternativas como selección de área para el relleno sanitario **(Ver anexo N° 04)**. En relación al proceso de evaluación, puntaje y calificación de los criterios establecidos por el Ministerio del Ambiente, se presentó en la siguiente tabla el cuadro resumen de la evaluación y su resultado:

Tabla 30: Calificación de las alternativas para selección del área

Alternativa	Calificación	Puntaje
Alternativa 01	Terreno Aceptable de Primera Opción - Muy bueno	430
Alternativa 02	Terreno Aceptable de Primera Opción - Muy bueno	396

Fuente: propia

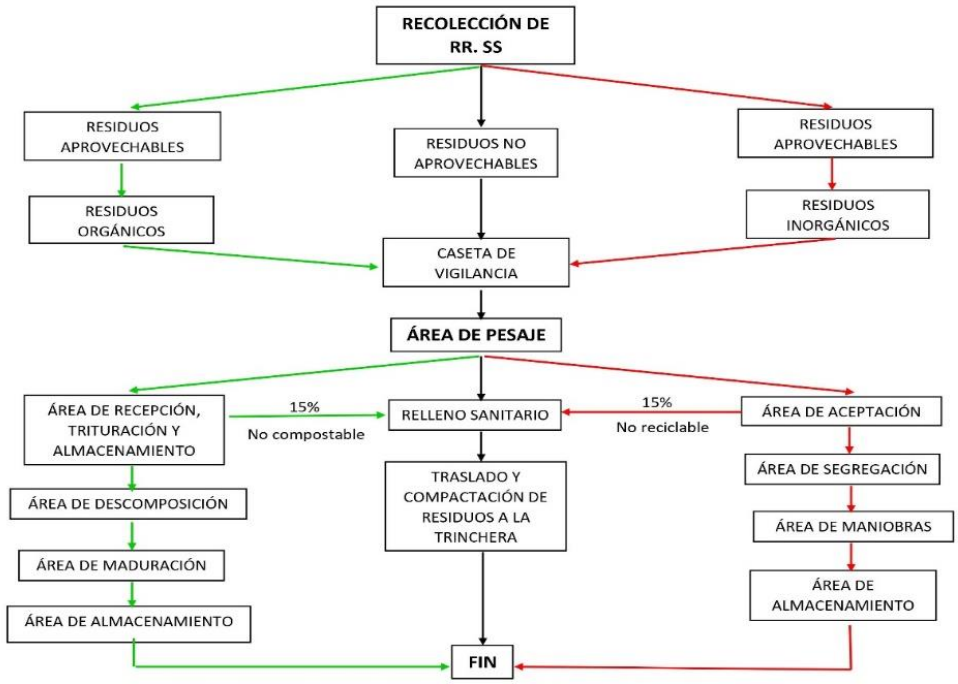
Como se puede apreciar se obtuvo que las dos alternativas cumplen con la calificación de Terreno Aceptable de Primera Opción – Muy bueno. Dado que su puntaje pasó los 355. Sin embargo, el área con mayor puntaje fue la alternativa 01, con 430 puntos, con un área total de 27ha a cargo de la jurisdicción de la municipalidad de Pomalca.

- **Desarrollar el diseño de la infraestructura para el tratamiento de residuos sólidos**

Diagrama de Flujo

Este proyecto fue guiado de acuerdo al diagrama de flujo elaborado. Indicándose las etapas de las tres categorías de residuos sólidos considerado, siendo los siguientes: Residuos Orgánicos, inorgánicos y no aprovechables.

Figura 12: Diagrama de flujo del proyecto



Fuente: propia

Flujo de destino de Residuos Sólidos

De acuerdo al estudio de caracterización de residuos sólidos se presentó el flujo de destino de residuos sólidos, esto nos ayudó para el cálculo de las áreas de tratamiento de RSM y el relleno sanitario.

Tabla 31: Flujo de destino de los residuos sólidos

Datos previos			A. Compostaje		A. Reciclaje		A. Relleno	
			Aprovechable				No aprovechable	
Generación Total	Tn/día	%	Materia Orgánica		Materia Inorgánica			
			Tn/día	%	Tn/día	%	Tn/día	%
Generación Domiciliaria	10.144	85.743%	5.885	58.010	1.978	19.500	2.281	22.490
Generación no domiciliaria y especial	1.687	14.257%	0.292	17.326	0.908	53.808	0.487	28.866
Total	**11.831**	**100%**	**6.177**	**52.209**	**2.886**	**24.391**	**2.768**	**23.399**

Fuente: Estudio de valorización

De acuerdo al estudio de caracterización en primera instancia el área de compostaje recibió una generación de residuos sólidos de 6.17 ton/día, el área de reciclaje recibe 2.89 ton/día y finalmente el área del relleno sanitario recibió una generación de residuos sólidos de 2.77 ton/día.

Es válido mencionar, que posteriormente el 15% de las áreas de tratamiento de Residuos Sólidos sea compostaje y Reciclaje irá al Relleno Sanitario.

Diseño de la Infraestructura

Distribución de Áreas

Las áreas que se dimensionaron en este proyecto están relacionadas a los residuos aprovechables (residuos orgánicos e inorgánicos) y los no aprovechables, es por ello que se tuvo las siguientes áreas: para el tratamiento de los residuos orgánicos el área de compostaje y para el tratamiento de los residuos inorgánicos el área de reciclaje. Así mismo, para los residuos no aprovechables, se tuvo el área del relleno sanitario. Además del área administrativa y auxiliares **(Ver Anexo N° 11).**

Tabla 32: Distribución de áreas de la planta de tratamiento de RR. SS

Residuos	Áreas
Residuos aprovechables	Planta de Reciclaje
	Planta de Compostaje
Residuos no aprovechables	Relleno Sanitario
	Área administrativa y auxiliares

Fuente: propia

Área de Reciclaje

La planta de reciclaje que se proyectó está en función a una generación per cápita de 0.112 kg/hab./día para el año 2019 que se realizó el estudio de caracterización de residuos sólidos, con una cantidad de población de 25726 habitantes.

Esta área de reciclaje estuvo comprendida a su vez de las siguientes áreas:

Tabla 33: Resumen de áreas de planta de reciclaje

Áreas de la planta de reciclaje		
Área de aceptación	138	m2
Área de segregación	140	m2
Área de prensado y embalaje	84	m2
Área de maniobras	70	m2
Área de almacenamiento y/o acopio	70	m2
Total	**502**	**m2**

Fuente: propia

El área total de la zona de reciclaje fue de 502 m2

Área de Compostaje

La planta de compostaje que se proyectó está en función a una generación per cápita de 0.240 kg/hab./día para el año 2019 que se realizó el estudio de caracterización de residuos sólidos, con una cantidad de población de 25726 habitantes.

Esta área de compostaje estuvo comprendida a su vez de las siguientes áreas:

Tabla 34: Área total de la planta de compostaje

Área total de planta de compostaje		
Área de recepción, trituración y almacenamiento	61.00	m2
Área de descomposición	2500.00	m2
Área de maduración	1220.00	m2
Área de post tratamiento	1280.00	m2
Área de almacenamiento de lixiviados	37.00	m2
Área total de planta de compostaje	**5098.00**	**m2**

Fuente: propia

El área total de la zona de compostaje fue de 5098 m2

Área administrativa

Para un adecuado proceso de la planta de tratamiento de residuos sólidos se consideró estás áreas comprendidas dentro del área administrativa y buen funcionamiento.

Tabla 35: Área administrativa

Área administrativa	Área (m2)
Oficina de administración	56 m2
Comedor y cocina	40 m2
SS. HH y vestidores	48 m2
Almacén	18 m2
Caseta de control	9 m2
Caseta de pesaje	9 m2
Caseta de vigilancia	9 m2
Balanza vehicular	36 m2
Estacionamiento de autos I	100 m2
Estacionamiento de autos II	100 m2
Estacionamiento de camiones	537 m2
Total	**962 m2**

Fuente: propia

Áreas auxiliares

Estas áreas auxiliares e importantes harán que la operación de la planta se lleve adecuadamente. Es por ello que se mencionó la siguiente lista que se ha considerado en este proyecto

Tabla 36: Área administrativa

Áreas auxiliares
Tanque prefabricado de agua potable
Tanque Cisterna de agua potable
Tanque Séptico
Lecho de secado de lodos
Pozo de percolación
Pozo de monitoreo - piezómetro
Chimenea de gases
Pozo de tierra con registro
Postes de alumbrado
Cartel de planta de tratamiento de R. S
Puerta de ingreso
Tranquera
Vías internas
Veredas
Cerco vivo
Cerco de alambres de púas

Fuente: propia

Diseño Estructural

Análisis y diseño de edificación de albañilería confinada

Se realizó el análisis estructural siguiendo un sistema estructural de albañilería confinada. Donde se siguió los pasos de estructuración, Predimensionamiento, verificaciones de la densidad de muros, determinación de desplazamiento laterales, la cortante basal, peso sísmico de la edificación, cálculo total del peso de la edificación, cálculo de fuerzas inerciales y cortantes del piso, análisis de fisuración. Así como, el diseño de columnas y vigas soleras, vigas, cimentaciones, losa unidireccional, entre otros cálculos que fueron necesarios para este diseño, para más detalles (Ver Anexo 11).

Oficina de administración

Tabla 37: datos del área administrativa

Área construida	55.5	m2
N° pisos	1	
Sistema de techado		
Losa aligerada	0.2	m
Altura de piso a techo	2.4	m
Altura de entrepiso	2.6	m
Ancho de puertas		
Oficina técnica	0.9	m
Administración	0.9	m
Recepción	1	m
Depósito	0.8	m
Altura de alféizares		
General	1	m
Depósito	2	m
Longitud de ventanas		
Oficina técnica	1.6	m
	1.05	
Administración	1.6	m
Sala de espera	1.2	m
Depósito	0.8	m

Fuente: propia

Cargas unitarias:

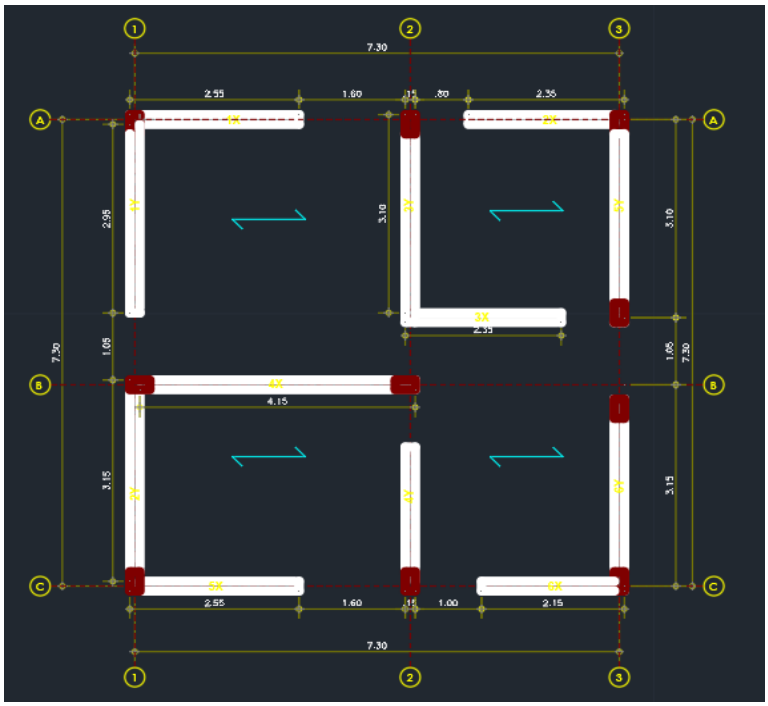
Tabla 38: Cargas unitarias

γ albañilería:	1800	kg/m3
γ concreto armado:	2400	kg/m3
γ mortero (para tarrajeo):	2000	kg/m3
Losa aligerada:	300	kg/m2
Sobrecarga:		
Azotea	100	kg/m2
Acabados:	100	kg/m2

Fuente: propia

Estructuración

Figura 13: Estructuración



Fuente: propia

Cálculo del peso total de la edificación (P)

Nivel	Peso de muros portantes (Ton)	Peso de muros no portantes (Ton)	Peso de alféizares (Ton)	Peso de losa aligerada(Ton)	Peso de acabados (Ton)	Peso de vigas (Ton)	Peso por carga muerta P_D (Ton)	25% Peso por carga viva P_L (kg)	$P_D+0.25P_L$ (kg)
1	22.08	0.00	1.65	14.70	4.90	0.61	43.95	1.23	45.18
									45.18

Peso sísmico de la edificación en ETABS

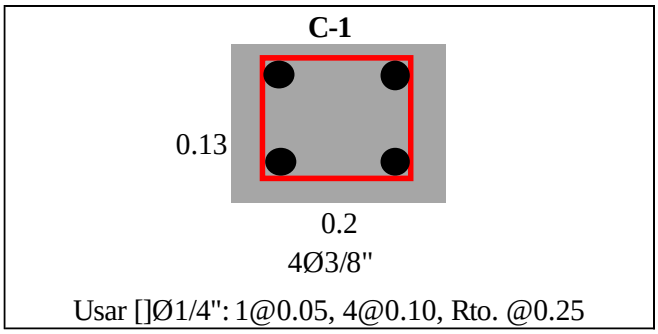
	Output Case	Case Type	Step Type	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m	X m
▶	PESO SÍSMICO	Combination		0	0	47.3677	173.3972	-172.3185	0	0

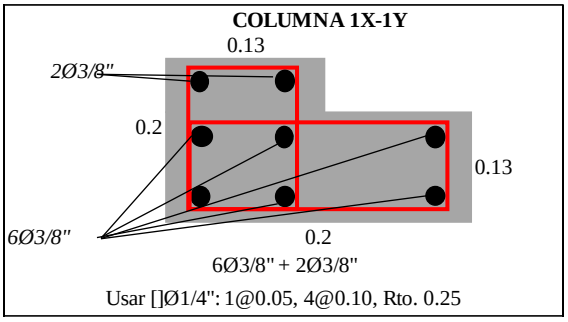
Área construida	55.5 m2

P =	**45.18 Ton**	***0.81 ton/m***
ETABS=	47.37 Ton	***0.85 ton/m***

Columnas obtenidas en el cálculo

Figura 14: resultados de columnas, dimensiones y acero

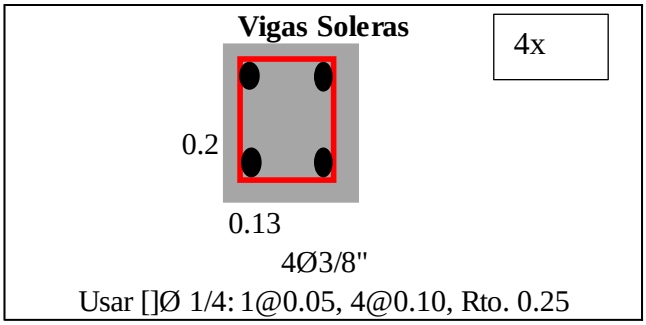


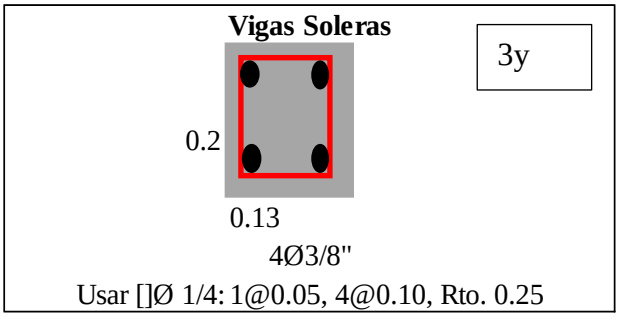


Fuente: propia

Vigas obtenidas en el cálculo

Figura 15: resultados de vigas soleras, dimensiones y acero





Fuente: propia

Tabla 39: característica de la viga

VIGA EJE "X"

Eje	Entre eje	Longitud (m)	Base (m)	Peralte (h)	Peso (Ton)
A	1-2	1.60	0.13	0.2	0.10
A	2-3	1.00	0.13	0.2	0.06
B-C	2-3	0.80	0.13	0.2	0.05
C	1-2	1.60	0.13	0.2	0.10
C	3-4	0.80	0.13	0.2	0.05
				Total	**0.36**

VIGA EJE "Y"

Eje	Entre eje	Longitud (m)	Base (m)	Peralte (h)	Peso (Ton)
1	A-B	1.05	0.13	0.2	0.07
2	A-B	0.9	0.13	0.2	0.06
2	B-C	0.9	0.13	0.2	0.06
3	A-B	1.2	0.13	0.2	0.07
				Total	**0.25**

Fuente: propia

Diseño de planta de compostaje

Tanto para las plantas de compostaje y reciclaje se usó el diseño del acero estructural, es decir, cobertura metálica, columnas de acero estructural, tijerales, viguetas, arriostres, cable tensor, zapatas de concreto armado, pedestales, conectores, anclajes y los demás análisis necesarios para su diseño, para más detalles (Ver Anexo 11).

Datos generales:

LONGITUD		
L:	45.00	m
ALTURA		
L/8	≤ H ≤	L/4
5.63	≤ H ≤	11.25
	6	
PERALTE		
L/30	≤ h ≤	L/25
1.50	≤ h ≤	1.80
	1.6	
S		
L/25	≤ s ≤	L/20
1.80	≤ s ≤	2.25
	2	

Longitud	L
Altura	H
Peralte	h

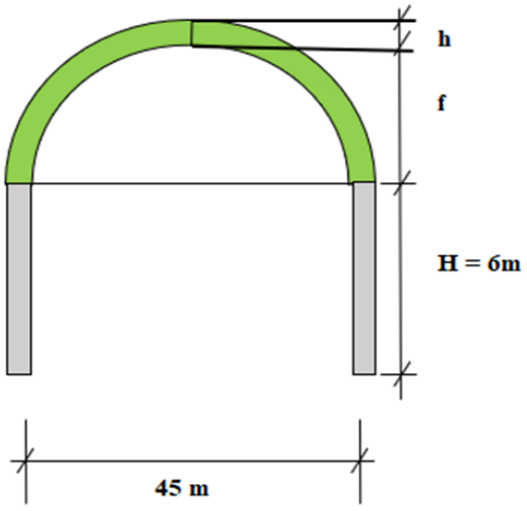


Tabla 40: Resultados de los elementos del tijeral

RESULTADOS	
BRIDA SUPERIOR	**2L 3" x 3" x 3/8"**
BRIDA INFERIOR	**2L 2 " x 2" x 1/4"**
DIAGONALES	**2L 2" x 2" x 3/16"**
MONTANTES	**2L 2" x 2" x 3/16"**
CABLE TENSOR	**1"**

Fuente: propia

Tabla 41: Resultados de los elementos de la vigueta

RESULTADOS	
BRIDA SUPERIOR	**40 x 40 x 3 mm**
BRIDA INFERIOR	**5/8"**
DIAGONALES	**12 mm**

Fuente: propia

- **Diseñar y analizar la vía de acceso a la infraestructura del relleno sanitario**

Vía de acceso principal

Para el diseño de la vía de acceso principal se tomó los siguientes manuales. Diseño Geométrico DG – 2018 y el Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos, MTC 2014. Se consideró un pavimento flexible (Ver Anexo 11).

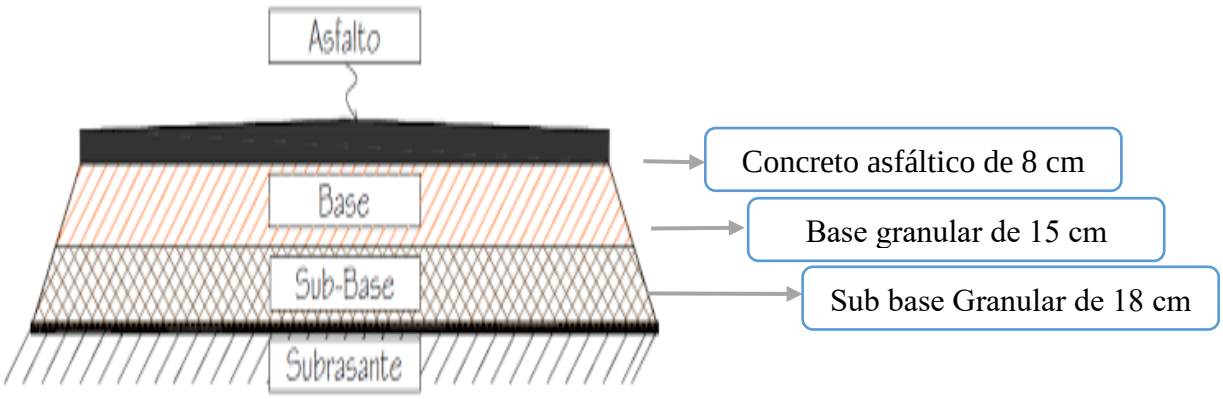
Tabla 42: Características de la vía de acceso principal

Datos	Valor	Unidad
Velocidad Directriz	40	Km/h
Talud de corte	1:3 (h: v)	
Talud de relleno	1:1.5 (h: v)	
Bombeo	3	%
Peralte máximo	4	%

Fuente: Diseño de infraestructura vial [4].

Luego de los estudios previos como conteo del tráfico, cálculo del IMDA y del ESAL, entre otros. Se determinó el espesor del pavimento flexible propuesto.

Figura 16: Espesores de capas de pavimento flexible finales



Fuente: propia

Tabla 43: Pavimento de la vía de acceso principal

Diseño del pavimento de la vía de acceso principal		
Calicata	Valor	Unidad
El concreto asfáltico tiene un espesor de	8	cm
La base granular tiene un espesor de	15	cm
La sub base granular tiene un espesor de	18	cm
Espesor total del pavimento es	41	cm
Longitud de vía es	4	km
Ancho de superficie de rodadura es	6	m
El número de carriles es	2	

Fuente: propia

- **Diseñar la conectividad de energía eléctrica, agua y alcantarillado para el uso de la planta de tratamiento de residuos sólidos**

Instalaciones sanitarias

El abastecimiento de agua, es decir, instalaciones sanitarias en el interior de una infraestructura es de vital importancia, para su correcta operación. Esta etapa consistió en realizar el abastecimiento y distribución de la red de agua fría de las áreas administrativas y auxiliares de la infraestructura de tratamiento de residuos sólidos. A razón necesaria para las áreas administrativas y auxiliares que se requirieron. Se siguió las indicaciones de la Norma IS.010 (Ver Anexo 11).

Tabla 44: Resumen de datos obtenidos

Parámetros	Valor
Dotación diaria	4.53 m3/día
Volumen de tanque de cisterna	5.00 m3
Volumen de tanque elevado	2.20 m3
Diámetro de la tubería de succión	1"
Diámetro de la tubería de impulsión	3/4 "
Potencia de la bomba	1/2 Hp
Diámetros más convenientes	3/4" y 1"
Caudal bombeado	1.020 Lt/seg

Fuente: elaboración propia

Instalaciones Eléctricas

Es de vital importancia para el funcionamiento de la infraestructura de tratamientos de residuos sólidos contar con una buena instalación eléctrica. Se calculó la máxima demanda instalada, capacidad de corriente, sección nominal, caída de tensión, corriente máxima a circular, entre otros necesarios. Para este proceso se guio del Código Nacional de Electricidad luego llamado con sus siglas "CNE".

Tabla 45: Resumen de datos obtenidos

Parámetros	Valor
Máxima Demanda instalada	284.49 Kw
Capacidad de corriente	569.41 A
Sección Nominal	177 mm2
Caída de tensión	0.171%
Corriente máxima a circular	711.76 A

Fuente: elaboración propia

- **Determinar la propuesta de diseño del relleno sanitario de acuerdo a su topografía realizando los cálculos correspondientes**

Área del Relleno Sanitario

En este apartado se resumió todo lo referente al relleno sanitario y sus elementos complementarios **(Ver Anexo N° 12).**

Cálculo de la capacidad del relleno sanitario - Caso 01

Se consideró el caso en donde no hay una separación de residuos aprovechables y no aprovechables y que los residuos totales del distrito de Pomalca van hacia el Relleno Sanitario, se calculó el área.

Tabla 46: Proyección de la generación de Residuos Sólidos, caso 01

Proyección de la generación de Residuos Sólidos						
Cantidad de años (n)	Año	Población (Hab.)	Generación Per Cápita (kg/hab./día)	Generación de Residuos		
				(Ton/día)	(Ton/mes)	(Ton/año)
0	**2019**	25726	0.4599	11.8308	354.923	4318.231
1	**2020**	25959	0.464	12.0573	361.719	4400.915
2	**2021**	26193	0.469	12.2876	368.629	4484.991
3	**2022**	26430	0.474	12.5228	375.685	4570.828
4	**2023**	26669	0.479	12.7624	382.873	4658.283
5	**2024**	26910	0.483	13.0065	390.196	4747.382
6	**2025**	27153	0.488	13.2552	397.656	4838.154
7	**2026**	27399	0.493	13.5091	405.272	4930.806
8	**2027**	27647	0.498	13.7676	413.029	5025.191
9	**2028**	27897	0.503	14.0311	420.932	5121.338
10	**2029**	28149	0.508	14.2994	428.982	5219.277
11	**2030**	28403	0.513	14.5727	437.181	5319.036
12	**2031**	28660	0.518	14.8516	445.548	5420.836
13	**2032**	28919	0.523	15.1357	454.070	5524.522
14	**2033**	29181	0.529	15.4255	462.766	5630.319
15	**2034**	29445	0.534	15.7207	471.622	5738.069
16	**2035**	29711	0.539	16.0214	480.641	5847.805
17	**2036**	29979	0.545	16.3276	489.827	5959.559
18	**2037**	30251	0.550	16.6405	499.214	6073.766
19	**2038**	30524	0.556	16.9585	508.756	6189.865
20	**2039**	30800	0.561	17.2830	518.490	6308.292
21	**2040**	31079	0.567	17.6139	528.418	6429.090
22	**2041**	31360	0.572	17.9509	538.528	6552.091

Fuente: propia

Finalmente se resumió los cálculos y el proceso realizado en la siguiente tabla resumen del caso 01, cuando todos los residuos van al relleno sanitario.

Tabla 47: Si todos los residuos sólidos municipales van al relleno sanitario, caso 01

Caso 01: Si todos los residuos municipales van al Relleno Sanitario		
Datos del diseño	Valor	Unidad
Población Actual (2021)	26193	Hab
Tasa de crecimiento Poblacional	0.9042	%
Densidad de los residuos sólidos compactados	600	kg/m3
Material cobertura	20	%
Generación Per cápita Actual (2021)	0.469	(kg/hab/día)
Factor de incremento de la Generación de Residuos	1.00	%
Profundidad	3.00	m
Población futura (2041)	31360	Hab
Generación Per cápita Futura (2041)	0.57	(kg/hab/día)
Volumen del Relleno Sanitario		
Generación de Residuos Sólidos Anual sin compactar	6552.09	tn/año
Generación de Residuos Sólidos Acumulada sin compactar	114589.50	tn
Volumen de RSM Compactado Anual	10920.15	m3/año
Volumen de RSM Compactado Acumulado	190982.50	m3
Volumen de Material Cobertura Anual (20%)	2184.03	m3/año
Volumen de Material Cobertura Acumulado (20%)	38196.500	m3
Volumen del Relleno Sanitario Anual	13104.18	m3/año
Volumen del Relleno Sanitario Acumulado	229179.00	m3
Área del Relleno Sanitario		
Factor de incremento para vías de acceso (20 a 40%)	20	%
Área para vía de acceso libre	15278.60	m2
Área Requerida mínima	91671.60	m2
Área Requerida mínima	**9.170**	**Ha**

Fuente: propia

Cálculo de la capacidad del relleno sanitario - Caso 02

Luego de haber realizado nuestro flujo de destino de residuos sólidos, el área final del relleno sanitario se redujo, dado que solo iría el 23.399% del total de residuos. Así mismo, se tuvo en cuenta los residuos que se trasladarán de las plantas de reciclaje y compostaje. Con estos parámetros se halló el área del Relleno Sanitario.

Tabla 48: Residuos sólidos municipales correspondientes al relleno sanitario, caso 02

Proyección de la generación de Residuos Sólidos						
Cantidad de años (n)	Año	Población (Hab.)	Generación Per Cápita (kg/hab./día)	Generación de Residuos		
				(Ton/día)	(Ton/mes)	(Ton/año)
0	**2019**	25726	0.1076	2.7683	83.049	1010.425
1	**2020**	25959	0.109	2.8213	84.639	1029.773
2	**2021**	26193	0.110	2.8752	86.256	1049.446
3	**2022**	26430	0.111	2.9302	87.907	1069.531
4	**2023**	26669	0.112	2.9863	89.589	1089.994
5	**2024**	26910	0.113	3.0434	91.302	1110.843
6	**2025**	27153	0.114	3.1016	93.048	1132.082
7	**2026**	27399	0.115	3.1610	94.830	1153.762
8	**2027**	27647	0.117	3.2215	96.645	1175.847
9	**2028**	27897	0.118	3.2831	98.494	1198.345
10	**2029**	28149	0.119	3.3459	100.378	1221.262
11	**2030**	28403	0.120	3.4099	102.296	1244.604
12	**2031**	28660	0.121	3.4751	104.254	1268.425
13	**2032**	28919	0.122	3.5416	106.248	1292.686
14	**2033**	29181	0.124	3.6094	108.283	1317.442
15	**2034**	29445	0.125	3.6785	110.355	1342.654
16	**2035**	29711	0.126	3.7489	112.466	1368.331
17	**2036**	29979	0.127	3.8205	114.615	1394.481
18	**2037**	30251	0.129	3.8937	116.811	1421.204
19	**2038**	30524	0.130	3.9681	119.044	1448.370
20	**2039**	30800	0.131	4.0441	121.322	1476.081
21	**2040**	31079	0.133	4.1215	123.645	1504.346
22	**2041**	31360	0.134	4.2003	126.010	1533.127

Fuente: propia

Según especialistas en los temas de reciclaje y compostaje, mencionar que la productividad de las plantas de reciclaje y compostaje es del 85 al 90%. Es decir, que el restante 10-15% son residuos que no son aprovechables, ya sea porque no se ha segregado o reciclado correctamente y los mismos desechos de la planta de tratamiento. Es por ello que este 15% de residuos que se consideró va al relleno sanitario.

Tabla 49: Capacidad aprovechable de R. S. Inorgánicos

Volumen mínimo útil												
Año	Planta de Reciclaje		Planta de Compostaje		Relleno sanitario		Densidad de Residuos Compactados (Ton/m3)	VAR Resiudos Compactados (m3/Año)	Cantidad de material de cobertura (%)	Cantidad de material de cobertura (m3/Año)	VARD (m3/año)	VMU (m3)
	Generación de Residuos (Ton/año)	15% para el Relleno Sanitario (Ton/año)	Generación de Residuos (Ton/año)	15% para el Relleno Sanitario (Ton/año)	Solo de Relleno Sanitario (Ton/año)	Generación de Residuos Total (Ton/año)						
2021	1093.955	164.09325	2341.591	351.23865	1049.446	1564.778	0.6	2607.963	20%	521.590	3129.5526	
2022	1114.892	167.2338	2386.406	357.9609	1069.531	1594.725	0.6	2657.876	20%	531.580	3189.4557	
2023	1136.223	170.43345	2432.065	364.80975	1089.994	1625.237	0.6	2708.729	20%	541.750	3250.4790	
2024	1157.956	173.6934	2478.584	371.7876	1110.843	1656.324	0.6	2760.539	20%	552.110	3312.6494	
2025	1180.096	177.0144	2525.975	378.89625	1132.082	1687.993	0.6	2813.322	20%	562.660	3375.9817	
2026	1202.696	180.4044	2574.349	386.15235	1153.762	1720.319	0.6	2867.198	20%	573.440	3440.6382	
2027	1225.717	183.85755	2623.627	393.54405	1175.847	1753.249	0.6	2922.082	20%	584.420	3506.5017	
2028	1249.169	187.37535	2673.824	401.0736	1198.345	1786.794	0.6	2977.990	20%	595.600	3573.5898	
2029	1273.058	190.9587	2724.958	408.7437	1221.262	1820.964	0.6	3034.940	20%	606.990	3641.9299	
2030	1297.390	194.6085	2777.041	416.55615	1244.604	1855.769	0.6	3092.948	20%	618.590	3711.5382	
2031	1322.221	198.33315	2830.191	424.52865	1268.425	1891.286	0.6	3152.144	20%	630.430	3782.5739	**79958.725**
2032	1347.512	202.1268	2884.325	432.64875	1292.686	1927.462	0.6	3212.436	20%	642.490	3854.9262	
2033	1373.317	205.99755	2939.561	440.93415	1317.442	1964.373	0.6	3273.955	20%	654.790	3928.7455	
2034	1399.599	209.93985	2995.816	449.3724	1342.654	2001.966	0.6	3336.611	20%	667.320	4003.9305	
2035	1426.365	213.95475	3053.109	457.96635	1368.331	2040.252	0.6	3400.420	20%	680.080	4080.5004	
2036	1453.623	218.04345	3111.455	466.71825	1394.481	2079.242	0.6	3465.404	20%	693.080	4158.4838	
2037	1481.480	222.222	3171.082	475.6623	1421.204	2119.088	0.6	3531.814	20%	706.360	4238.1739	
2038	1509.798	226.4697	3231.697	484.75455	1448.370	2159.594	0.6	3599.324	20%	719.860	4319.1837	
2039	1538.684	230.8026	3293.527	494.02905	1476.081	2200.913	0.6	3668.188	20%	733.640	4401.8276	
2040	1568.149	235.22235	3356.595	503.48925	1504.346	2243.058	0.6	3738.430	20%	747.690	4486.1200	
2041	1598.150	239.7225	3420.813	513.12195	1533.127	2285.972	0.6	3809.953	20%	761.990	4571.9431	

Fuente: propia

Tabla 50: Residuos sólidos municipales correspondientes al relleno sanitario, caso 02

Caso 02: Residuos sólidos municipales correspondientes al Relleno Sanitario		
Datos del diseño	Valor	Unidad
Población Actual (2021)	26193	Hab
Tasa de crecimiento Poblacional	0.9042	%
Densidad de los residuos sólidos compactados	600	kg/m3
Material cobertura	20.00	%
Generación Per cápita Actual (2021)	0.110	(kg/hab/día)
Factor de incremento de la Generación de Residuos	1.00	%
Profundidad	3.00	m
Población futura (2041)	31360	Hab
Generación Per cápita Futura (2041)	0.134	(kg/hab/día)
Volumen del Relleno Sanitario		
Generación de Residuos Sólidos Anual sin compactar	2285.97	tn/año
Generación de Residuos Sólidos Acumulada sin compactar	39979.36	tn
Volumen de RSM Compactado Anual	3809.95	m3/año
Volumen de RSM Compactado Acumulado	66632.26	m3
Volumen de Material de Cobertura Anual (20%)	761.990	m3/año
Volumen de Material de Cobertura Acumulado (20%)	13326.460	m3
Volumen del Relleno Sanitario Anual	4571.94	m3/año
Volumen del Relleno Sanitario Acumulado	79958.72	m3
Área del Relleno Sanitario		
Factor de incremento para vías de acceso (20 a 40%)	20	%
Área para vía de acceso libre	5330.58	m2
Área Requerida mínima	31983.49	m2
Área Requerida mínima	**3.200**	**Ha**

Fuente: propia

Diseño de trinchera del Relleno Sanitario

Para la disposición final de residuos sólidos se consideró el método de trinchera o zanja, dado que la zona del proyecto es de pendiente baja, y además no se encontró nivel freático en el área.

Tabla 51: Método de trinchera o zanja

Método de construcción	Cantidad (unidad)
Método de Trinchera o zanja	01

Fuente: propia

Capacidad volumétrica del Relleno Sanitario

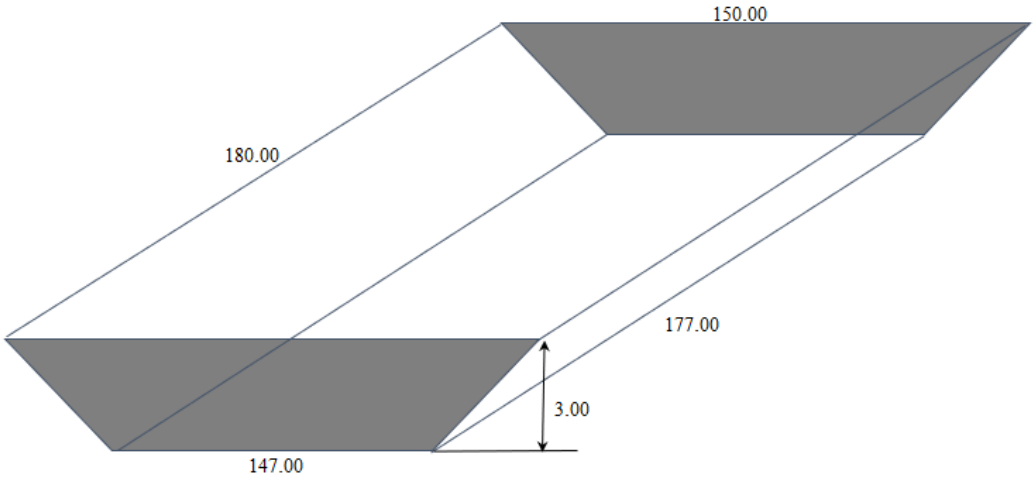
Se dimensionó nuestro relleno sanitario, con la intención de hallar su capacidad volumétrica.

Tabla 52: Dimensionamiento del relleno sanitario

Cálculo de la capacidad volumétrica del pozo de lixiviados		
Dimensiones	Cantidad	Unidad
a: Largo superior	180.00	m
b: Ancho superior	150.00	m
d: Largo inferior	177.00	m
c: Ancho inferior	147.00	m
h: Altura	3.00	m
Volumen	**80414.96**	**m3**

Fuente: propia

Figura 17: Dimensiones del Relleno Sanitario de RSM



Fuente: propia

Diseño de taludes

Se tuvo en cuenta la guía del MINAM para suelos tipo arenoso y para profundidades menores a 5m le corresponde un talud de 2H:1V. Es por ello, que teniendo esta referencia no se solicitaron estudios de estabilidad para determinar el talud.

Tabla 53: Talud del proyecto

Característica del suelo natural	Talud de corte (H: V)	Observación
Arena arcillosa	2:1	Máximo hasta 5 m

Fuente: Guía del MINAM

Dimensiones de la celda diaria

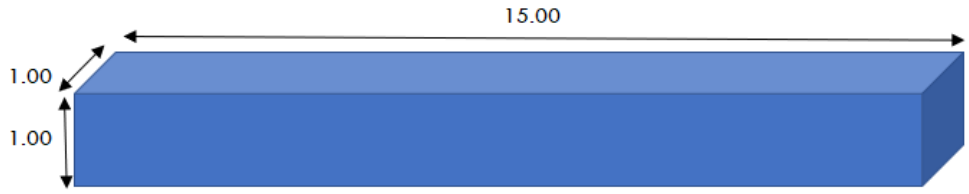
La celda diaria se diseñó con la cantidad de residuos sólidos diarios y el material de la capa de cobertura que va de 20 a 25%. Este análisis para obtener sus dimensiones se realizó con la intención de economizar el área del relleno sanitario y por ende su vida útil.

Tabla 54: Dimensiones de la celda diaria

Dimensiones de la celda diaria		
Parámetro	Valor	Unidad
Cantidad de RSM producidos en un día	6262.937	kg/día
Días hábiles	7	días
Cantidad media diaria de RSM	6262.937	kg/día
Densidad de los RSM recién compactados	600	kg/m3
Volumen de celda diaria	12.53	m3
Altura de celda diaria	1.00	m
Área de celda diaria	12.53	m2
Largo de celda diaria	15.00	m
Ancho de celda diaria	0.84	m
Dimensiones finales		
Largo de celda diaria	15.00	m
Ancho de celda diaria	1.00	m

Fuente: propia

Figura 18: Dimensiones de la celda diaria de RSM



Fuente: propia

Material de cobertura

Según la guía del MINAM esta es un porcentaje de 20-25% de dicho volumen anual de residuos sólidos. Para nuestro proyecto se consideró un 20% del volumen anual de residuos sólidos, para volumen del material de cobertura.

- Material de cobertura total del Relleno Sanitario y poza de lixiviados

Tabla 55: Volumen de material de cobertura total para el relleno sanitario

Material de cobertura - Relleno Sanitario		
Volumen de material diario de cobertura acumulado	13326.46	m3
Volumen de material de cobertura de capa final	13254.75	m3
Material de cobertura - Pozo de lixiviados		
Volumen de material de cobertura	22.42	m3
Volumen de material de cobertura total	**26603.63**	**m3**

Fuente: propia

Ubicación de material de cobertura

Según nuestro estudio de permeabilidad del suelo mediante el ensayo de Lefranc nos dio una permeabilidad baja, esto también corroboraron las tablas que hemos comparado con nuestra clasificación del suelo según SUCS que nos dio una permeabilidad pobre.

Tabla 56: Ubicación de material de cobertura del proyecto

Lugar	Coordenadas		K (cm/seg)	Distancia al lugar del proyecto
	Este	Norte		
Pomalca	633703.000	9248292.00	4.45*10^-4	0 km

Fuente: propia

- Referencias de ubicación de material de Cobertura

La ubicación del suelo ensayado fue en el lugar del proyecto. Sin embargo, para tener un mejor material de cobertura se referenció lugares donde se han realizado ensayos de permeabilidad cumpliendo con el coeficiente pedido.

Tabla 57: Resumen de coeficiente de permeabilidad

Lugar	Coordenadas		K (cm/seg)	Distancia al lugar del proyecto
	Este	Norte		
Lambayeque	620167.53	9259835.6	2.13*10^-7	25.5 km
Pátapo	654332.592	9258403.53	1.66*10^-8	27 km
Chongoyape	673910	9262308	2.28*10^-7	50 km

Fuente: Elaboración propia respecto a referencias de ensayos

Como se puede observar de estas tres (03) comparaciones el lugar más cercano con respecto al material de cobertura es Lambayeque.

Diseño del drenaje Pluvial

Se calculó el diseño del canal del drenaje pluvial, siendo este de la forma de un trapecio. Mencionar que se apoyó mediante el software Hcanales versión 3.0, el cual nos ayudó a

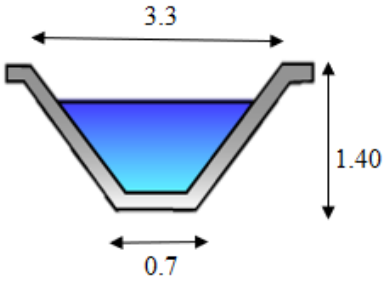
calcular los parámetros necesarios. Teniendo dichos parámetros se usó para dimensionar finalmente el canal del drenaje pluvial.

Tabla 58: Cálculo del drenaje pluvial

Sistema de Drenaje Pluvial		
Datos	Valor	Unidad
Caudal (Q):	3.64	m3/s
Ancho de solera (b):	0.6	m3/s
Talud (Z):	1	
Rugosidad, concreto (n):	0.0014	
Pendiente (S):	0.001	m/m
Parámetros		
Tirante normal (y):	1.26	m
Perímetro (p):	4.18	m
Radio Hidráulico (R):	0.56	m
Velocidad (v):	1.54	m/s
Área hidráulica (A):	2.36	m2
Espejo hidráulico (T):	3.13	m
Número de Froude (F):	0.57	
Tipo de flujo:	Subcrítico	
Dimensiones Finales		
Altura	1.40	m
Base superior	3.3	m
Base inferior	0.7	m
Talud (Z):	1	
Área:	2.8	m2

Fuente: propia (Hcanales)

Figura 19: Dimensiones del drenaje pluvial



Fuente: propia

Generación de lixiviados

Para el cálculo de la generación de lixiviados se empleó el método suizo. El cual siguiendo el proceso de las fórmulas y sus parámetros hallamos el caudal de lixiviados para posterior a ello hallar el volumen diario.

- Cálculo de la generación de lixiviados

Tabla 59: Cálculo del volumen de lixiviados del Relleno Sanitario

Cálculo de la generación de lixiviados del Relleno Sanitario		
Datos	Valor	Unidad
P: precipitación media anual	45.03	mm/año
A: área superficial del relleno	31983.49	m2
T: Número de segundos en un año	31536000	seg/año
K: Grado de compactación de la basura	0.2	
Q: Caudal medio de lixiviado	0.009134	l/seg
Q: Caudal medio de lixiviado	789.21	L/día
Q: Caudal medio de lixiviado	**0.79**	**m3/día**

Fuente: propia

- Cálculo del volumen de lixiviados del Relleno Sanitario

Tabla 60: Cálculo del volumen de lixiviados del Relleno Sanitario

Cálculo del volumen de lixiviados del Relleno Sanitario		
Q: Caudal medio de lixiviado	23.68	m3/mes
T: Número máximo de meses de lluvias	3.00	meses
V: Volumen de lixiviados que se almacenará	**71.03**	**m3**

Fuente: propia

- Diseño de poza de lixiviados

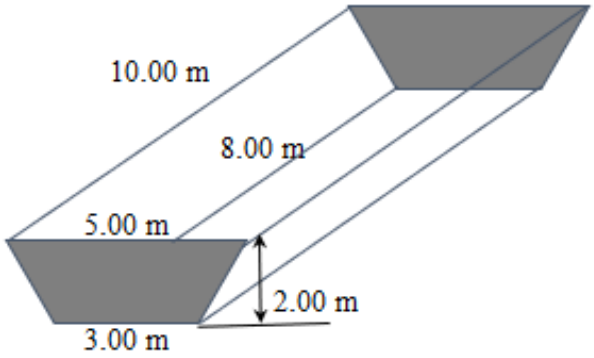
Una vez hallado el volumen de generación de lixiviados, se dimensionó la poza de almacenamiento temporal de lixiviados. Para ello hemos usado el método de trinchera y usando el cálculo del volumen.

Tabla 61: Capacidad volumétrica del pozo de lixiviados

Cálculo de la capacidad volumétrica del pozo de lixiviados		
Dimensiones	Cantidad	Unidad
a: Largo superior	10.00	m
b: Ancho superior	5.00	m
d: Largo inferior	8.00	m
c: Ancho inferior	3.00	m
h: Profundidad	2.00	m
Volumen	**72.40**	**m3**

Fuente: propia

Figura 20: Dimensiones de la poza de lixiviados del relleno sanitario



Fuente: propia

Drenaje interior de lixiviados

Se utilizó el método de construcción espina de pescado, para el drenaje interior de lixiviados en el Relleno Sanitario.

Tabla 62: Método para los drenes de lixiviados

Método de distribución	Descripción	Ubicación
Espina de pescado	La superficie base del relleno sanitario tiene pendiente de escurrimiento en sentido longitudinal (mínimo 2.0%) y relieve horizontal en sentido transversal.	Dren principal en sentido longitudinal. Drenes secundarios en sentido transversal (formando ángulos de 30° a 45° respecto del dren principal).

Fuente: Guía del MINAM

Cálculo de la generación de gases

Para el cálculo de la generación de gases se tomó en cuenta los siguientes parámetros: contenido de carbono orgánico en la basura, temperatura dentro del cuerpo de la basura, constante de biodegradación.

Tabla 63: Cálculo de generación de gases del relleno sanitario

Cálculo de la generación de gases del Relleno Sanitario		
Datos	Valor	Unidad
C: Contenido de carbón orgánico en la basura (17-22%)	22.00	%
T: Temperatura dentro del cuerpo de la basura	33.00	°C
K: Constante de biodegradación (0.035-0.04)	0.04	
Gmáx: Generación máxima de gas	29.3	

Fuente: propia

Chimenea para gases

Siguiendo la guía del MINAM, “Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos Municipales”, se consideró estos parámetros de acuerdo a nuestro tipo de relleno sanitario, en este caso es un relleno semimecanizado.

Tabla 64: Parámetros de construcción de chimenea para gases

Parámetros para chimenea de gases	
Descripción	Información
Método de construcción	Construida con malla metálica con esquinas de madera, tipo gavión, rellenada con piedras de tamaño mediano
Sección de chimenea	Sección cuadrada
Ancho de chimenea	0.40 m
Área de Chimenea	0.16m2
Relleno de chimenea	Rellena con piedra bola o grava, que contenga no contengan cal para evitar su descomposición
Dimensiones de la piedra	Tamaño mediano, 5 a 10" de diámetro
Distancia entre chimeneas	Cada 30m (área de influencia 900m2)

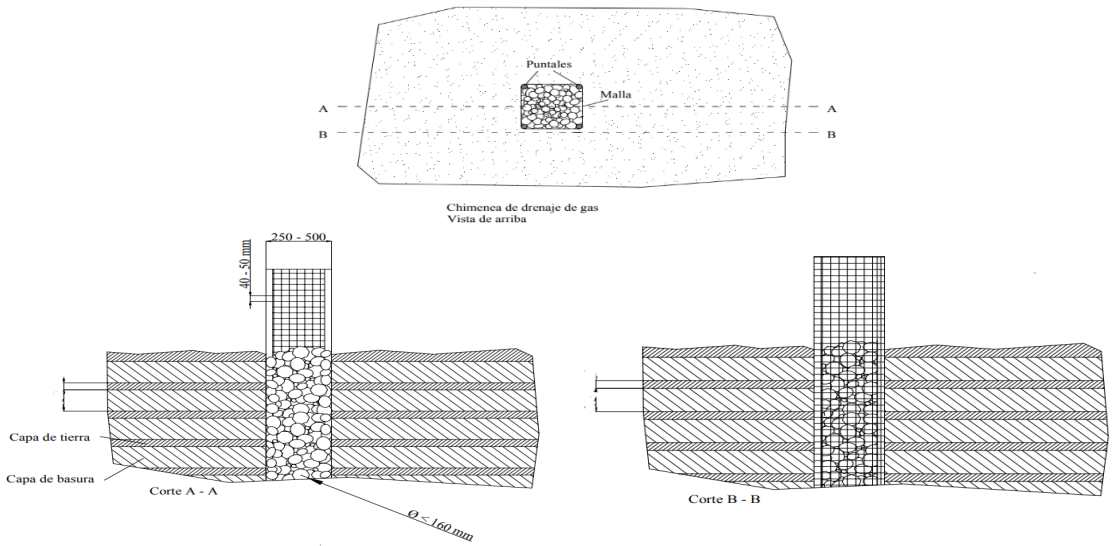
Fuente: Guía del MINAM

Tabla *65: Cantidad de chimeneas a construir*

Cantidad de chimeneas de gases	
Descripción	Información
Distancia entre chimeneas	Cada 30m (área de influencia 900m2)
Área del relleno	32000 m2
Cantidad de chimeneas de gases	23

Fuente: Guía del MINAM

Figura 21: Chimenea vertical para generación de gases del Relleno Sanitario



Fuente: Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales de Loja

Pozo de monitoreo

Se construirá 04 pozos de monitoreo de las aguas subterráneas y estarán a 4m de profundidad. El material será de PVC según la Norma Técnica Peruana 399.033, y esta será de 6” de diámetro, cerca de la poza de lixiviados y al relleno sanitario.

Tabla 66: Medidas de los pozos de monitoreo de aguas subterráneas

Pozo de Monitoreo		
Datos	Valor	Unidad
Cantidad de tuberías	4.00	unidades
Diámetro de tubería	6.00	pulg
Altura de Pozo	4.00	m
Altura de Grava	1.00	m

Fuente: propia

Área utilizada en la planta de tratamiento

Tabla 67: Resumen de áreas

Resumen de áreas		
Planta de Residuos Inorgánicos	0.0502	ha
Planta de Residuos Orgánicos	0.510	ha
Relleno Sanitario	3.200	ha
Área administrativa y auxiliares	0.15	ha
Área total	**3.91**	**ha**

Fuente: propia

- **Realizar estudios de impacto ambiental**

La presente evaluación de Impacto Ambiental se desarrolló para evaluar en las tres (03) etapas del proyecto: construcción, funcionamiento y cierre, del proyecto. En ellas se analizaron y se obtuvo finalmente los posibles impactos negativos y positivos que se genere. Es válido mencionar que se utilizó la matriz de Leopold para identificar las acciones realizada en estos 03 procesos y los factores que obtuvieron consecuencias de estas (Ver Anexo 13).

Fase de Construcción

Tabla 68: Impactos ambientales identificados en la etapa de Construcción

Etapa de construcción		
Parámetro	Impacto/Beneficio	Valor
Acción: cobertura de geomembrana	Positivo	+93
Acción: Acopio y eliminación de material excedente	Negativo	-40
Factor: Socio económico - empleo	Beneficio	216
Factor: aire – partículas en suspensión	No Beneficio	-192

Fuente: propio

Etapa de Funcionamiento

Tabla 69: Impactos ambientales identificados en la etapa de Funcionamiento

Etapa de Funcionamiento		
Parámetro	Impacto/Beneficio	Valor
Acción: Monitoreo Ambiental	Positivo	+348
Acción: Descomposición de los Residuos	Negativo	-13
Factor: Socio económico – salud y seguridad	Beneficio	243
Factor: aire – Emisión de gases	No Beneficio	-31

Fuente: propio

Etapa de Cierre

Tabla 70: Impactos ambientales identificados en la etapa de Cierre

Etapa de Cierre		
Parámetro	Impacto/Beneficio	Valor
Acción: Monitoreo Ambiental	Positivo	+348
Factor: Calidad Visual – Paisaje	Beneficio	103

Fuente: propio

Tabla 71: Impactos Ambientales en las etapas del proyecto

Impacto Ambiental Final	
Etapa de Construcción	223
Etapa de Funcionamiento	1227
Etapa de Cierre	899

Fuente: propia

Recordando que esta zona del proyecto es un área de botadero a cielo abierto por más de 15 años de uso. La implementación de esta infraestructura de tratamiento de residuos sólidos incluyendo el rellano sanitario será de impacto positivo a la zona. Esto se refleja en los resultados de la evaluación del impacto ambiental. Es por ello que se observa que en las tres (03) etapas de manera general nos dio positivo los impactos ambientales, de manera global.

- **Evaluar la rentabilidad del proyecto**

Se realizó el estudio de rentabilidad de este proyecto considerando los ingresos y egresos (gastos) que se realizará al inicio y largo de la vida útil de esta infraestructura de tratamiento de residuos sólidos. Tales como gastos de inversión se expresaron en el presupuesto del mismo, posterior a ello se analizó los gastos de elaboración del producto terminado a reciclar y compostar, entre ellos se tuvo los gastos directos e indirectos, los cuales ayudaron al proceso del producto final (Ver Anexo 14).

Ingresos por residuos reaprovechables

Tabla 72: Plan de ingresos anuales

Plan de ventas			
Año	Precio total del Reciclaje (S/:)	Precio total del Compostaje (S/:)	Ingresos Totales (S/)
2021	S/.107,798.30	S/.1,095,810.18	S/.1,203,608.47
2022	S/.109,861.42	S/.1,116,782.56	S/.1,226,643.98
2023	S/.111,963.42	S/.1,138,150.16	S/.1,250,113.58
2024	S/.114,104.95	S/.1,159,919.65	S/.1,274,024.60
2025	S/.116,286.68	S/.1,182,097.78	S/.1,298,384.46
2026	S/.118,513.61	S/.1,204,735.39	S/.1,323,249.00
2027	S/.120,782.20	S/.1,227,796.36	S/.1,348,578.55
2028	S/.123,093.12	S/.1,251,287.78	S/.1,374,380.91
2029	S/.125,447.10	S/.1,275,216.86	S/.1,400,663.96
2030	S/.127,844.85	S/.1,299,590.91	S/.1,427,435.76
2031	S/.130,291.65	S/.1,324,463.55	S/.1,454,755.20
2032	S/.132,783.79	S/.1,349,797.03	S/.1,482,580.82
2033	S/.135,326.65	S/.1,375,646.17	S/.1,510,972.81
2034	S/.137,916.45	S/.1,401,972.53	S/.1,539,888.98
2035	S/.140,553.99	S/.1,428,784.03	S/.1,569,338.02
2036	S/.143,240.03	S/.1,456,088.71	S/.1,599,328.74
2037	S/.145,985.05	S/.1,483,992.83	S/.1,629,977.88
2038	S/.148,775.51	S/.1,512,358.97	S/.1,661,134.48
2039	S/.151,621.96	S/.1,541,294.15	S/.1,692,916.11
2040	S/.154,525.37	S/.1,570,808.43	S/.1,725,333.81
2041	S/.157,481.74	S/.1,600,860.97	S/.1,758,342.70
TOTAL	**S/.2,754,197.83**	**S/.27,997,454.99**	**S/.30,751,652.82**

Fuente: Elaboración propia

Inversión Inicial del proyecto

Nuestra inversión inicial del proyecto será el presupuesto que genera la construcción de nuestro proyecto.

Tabla 73: Presupuesto general de obra

COSTO DIRECTO	4143620.79
GASTOS GENERALES (10% CD)	414362.079
UTILIDAD (8% CD)	331489.6632
SUB TOTAL	4889472.532
IMPUESTO (IGV 18%)	880105.0558
MONTO REFERENCIAL DE OBRA (VR)	5769577.588
GASTOS DE SUPERVISIÓN (5% VR)	288478.8794
Total de Presupuesto (S/.)	**S/.6,058,056.47**

Fuente: Elaboración propia

Desagregado de Gastos Generales

Tabla 74: Desagregado de gastos generales

DESAGREGADO DE GASTOS GENERALES

PROYECTO: **Diseño de la infraestructura para el tratamiento de residuos sólidos del distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque**

	CONCEPTO	UNID	TIEMPO	CANT.	APORTE AL DIA %	COSTO UNITARIO MES	TOTAL
A	***GASTOS GENERALES VARIABLES***						
01.00	***GASTOS ADMINISTRATIVOS***						
01.02.00	*INGENIERO RESIDENTE DE OBRA (INC.LIQUIDACION,*	*MES*	*6*	*1*	*100.00%*	*S/ 6,000.00*	*S/ 36,000.00*
01.03.00	*INGENIERO ASISTENTE DE RESIDENTE DE OBRA*	*MES*	*5*	*1*	*100.00%*	*S/ 3,500.00*	*S/ 17,500.00*
01.04.00	*INGENIERO DE OFICINA TÉCNICA*		*5*	*1*	*100.00%*	*S/ 4,000.00*	*S/ 20,000.00*
01.05.00	*INGENIERO DE SEGURIDAD*	*MES*	*5*	*1*	*100.00%*	*S/ 3,500.00*	*S/ 17,500.00*
01.06.00	*INGENIERO DE CONTROL DE CALIDAD*	*MES*	*5*	*1*	*100.00%*	*S/ 4,000.00*	*S/ 20,000.00*
01.07.00	*INGENIERO ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS*	*MES*	*5*	*1*	*100.00%*	*S/ 4,000.00*	*S/ 20,000.00*
01.08.00	*INGENIERO ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELO*	*MES*	*5*	*1*	*100.00%*	*S/ 4,000.00*	*S/ 20,000.00*
01.09.00	*INGENIERO ESPECIALISTA EN INSTALACIONES ELÉC*	*MES*	*2*	*1*	*100.00%*	*S/ 4,000.00*	*S/ 8,000.00*
01.10.00	*INGENIERO ESPECIALISTA EN INSTALACIONES SANI.*	*MES*	*2*	*1*	*100.00%*	*S/ 4,000.00*	*S/ 8,000.00*
01.01.00	*TOPOGRAFO(INCLUYE NIVEL TOPOGRÁFICO)*	*MES*	*5*	*1*	*100.00%*	*S/ 3,000.00*	*S/ 15,000.00*
01.12.00	*MAESTRO DE OBRA*	*MES*	*5*	*1*	*100.00%*	*S/ 3,000.00*	*S/ 15,000.00*
01.013.00	*ALMACENERO-LOGÍSTICA*	*MES*	*5*	*1*	*100.00%*	*S/ 1,500.00*	*S/ 7,500.00*
01.014.00	*ADMINISTRADOR*	*MES*	*5*	*1*	*100.00%*	*S/ 2,000.00*	*S/ 10,000.00*
01.015.00	*CHOFER*	*MES*	*5*	*1*	*100.00%*	*S/ 1,500.00*	*S/ 7,500.00*
01.016.00	*GUARDIANES*	*MES*	*6*	*2*	*100.00%*	*S/ 1,500.00*	*S/ 18,000.00*
	Subtotal gastos de contratación				***5.79%***		***S/ 240,000.00***
02.00.00	***EQUIPOS NO INCLUIDOS EN LOS COSTOS DIRECTOS***						
02.01.00	*CAMIONETA PICK UP DOBLE CABINA 4x4*	*MES*	*6*	*1*	*100.00%*	*3,000.00*	*S/ 18,000.00*
02.02.00	*MICRO BUS PARA TRANSPORTE DE PERSONAL*	*MES*	*5*	*1*	*100.00%*	*4,000.00*	*S/ 20,000.00*
02.03.00	*COMBUSTIBLE*	*MES*	*5*	*2*	*100.00%*	*3,000.00*	*S/ 30,000.00*
02.04.00	*EQUIPOS DE CÓMPUTO*	*MES*	*5*	*3*	*100.00%*	*1,800.00*	*S/ 27,000.00*
02.05.00	*SCTR*	*MES*	*5*	*1*	*100.00%*	*1,300.00*	*S/ 6,500.00*
02.06.00	*EXÁMEN MÉDICOS DE INGRESO Y SALIDA*	*CANT*	*40*		*100.00%*	*150.00*	*S/ 6,000.00*
02.07.00	*ALIMENTACIÓN*	*MES*	*5*	*1*	*100.00%*	*10,000.00*	*S/ 50,000.00*
	Subtotal gastos de equipos no incluidos en los costos directos				***3.80%***		***S/ 157,500.00***
03.00.00	***BENEFICIOS SOCIALES***						
03.01.00	*SENCICO*	*EST.*		*1*	*0.05%*	*S/ 2,197.74*	*S/ 2,197.74*
	Subtotal gastos indirectos				***0.05%***		***S/ 2,197.74***
04.00.00	***SEGUROS***						
04.01.00	*SEGURO DE ACCIDENTES PERSONALES*				*0.05%*		*S/ 2,071.81*
04.02.00	*RIESGOS DE INGENIERIA*				*0.05%*		*S/ 2,071.81*
04.03.00	*RESPONSABILIDAD CIVIL ,CONTRA TERCEROS*				*0.05%*		*S/ 2,071.81*
05.00.00	***SERVICIOS***						
05.01.00	*PAPEL UTILES DE ESCRITORIO*	*MES*	*5*		*0.02%*		*S/ 994.60*
05.02.00	*PLOTEO DE PLANOS DE REPLANTEO*	*MES*	*1*		*0.020%*		*S/ 828.72*
05.03.00	*ALQUILER DE OFICINA*	*MES*	*5*		*0.06%*	*S/ 500*	*S/ 2,500.00*
							==========
	Subtotal gastos de Seguros y Servicos				***0.25%***		***S/ 10,538.76***
	Total Gastos Generales Variables				***9.90%***		***S/ 410,236.49***
B	***GASTOS GENERALES FIJOS***						
01.00.00	***ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS***						
01.01.00	*CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES*	*UND*		*6*	*0.10%*		*S/ 4,143.62*
	Subtotal gastos de Administración de Obra				***0.10%***		***S/ 4,143.62***
	Total Gastos Variables				***0.10%***		***S/ 4,143.62***
	Total Gastos Generales				***10.00%***		***S/ 414,380.11***

Fuente: Elaboración propia

Desagregado de Gastos de Supervisión

Tabla 75: Desagregado de gastos generales de supervisión

DESAGREGADO DE GASTOS DE SUPERVISIÓN

PROYECTO : **Diseño de la infraestructura para el tratamiento de residuos sólidos del distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque**

GASTOS DE SUPERVISION/LIQUIDACION	*UND*	*TIEMPO*	*CANT.*	*COSTO / UNIDAD*	*PARCIAL S/.*
I.- GASTOS VARIABLES					***191,000.00***
I.1 .- PERSONAL PROFESIONAL Y AUXILIAR					***110,500.00***
INGENIERO SUPERVISOR (1 MES LIQUIDACION)	*MES*	*6.00*	*1.00*	*8,000.00*	*48,000.00*
INGENIERO ASISTENTE DE SUPERVISOR	*MES*	*5.00*	*2.00*	*4,500.00*	*45,000.00*
TOPÓGRAFO(INC. NIVEL TOPOGRAFICO)	*MES*	*5.00*	*1.00*	*3,500.00*	*17,500.00*
I.2 .- PERSONAL TÉCNICO.					***15,500.00***
SECRETARIA	*MES*	*5.00*	*1.00*	*1,600.00*	*8,000.00*
CHOFER	*MES*	*5.00*	*1.00*	*1,500.00*	*7,500.00*
I.3 .- MOVILIDAD DE LA SUPERVICIÓN					***65,000.00***
CAMIONETA PICK UP DOBLE CABINA 4x4	*MES*	*5.00*	*1.00*	*4,000.00*	*20,000.00*
COMBUSTIBLE	*MES*	*5.00*	*1.00*	*3,000.00*	*15,000.00*
ALIMENTACIÓN	*MES*	*5.00*		*6,000.00*	*30,000.00*
II.- GASTOS FIJOS					***53,533.90***
II.1 .- GASTOS ADMINISTRATIVOS					***11,500.00***
COSTO DE PREPARACION DE OFERTA DE LICITACION	*EST.*	*1.00*	*1.00*	*1,000.00*	*1,000.00*
GASTOS DE HOSPEDAJE	*MES*	*5.00*	*1.00*	*900.00*	*4,500.00*
GASTOS DOCUMENTARIOS	*MES*	*5.00*	*1.00*	*1,000.00*	*5,000.00*
GASTOS LEGALES Y NOTARIALES	*EST.*	*1.00*	*1.00*	*1,000.00*	*1,000.00*
II.2 .- ÚTILES Y EQUIPOS DE OFICINA					***42,033.90***
UTILES DE ESCRITORIO	*MES*	*5.00*	*1.00*	*306.78*	*1,533.90*
IMPRESIONES Y PLOTEOS	*MES*	*1.00*	*1.00*	*500.00*	*500.00*
GASTOS DE ALQUILER DE OFICINA (INCLUYE AGUA, LUZ, TELEFONO, ETC.)	*MES*	*5.00*	*1.00*	*500.00*	*2,500.00*
COMPUTADORA	*MES*	*5.00*	*3.00*	*2,500.00*	*37,500.00*
SUB - TOTAL					***244,533.90***
IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS					***44,016.10***
TOTAL GASTOS DE SUPERVISIÓN		***5.00%***			***288,549.99***

Fuente: Elaboración propia

Costos Directos

Son aquellos que servirán de base para la elaboración del producto final (reciclaje y compostaje) de esta infraestructura de tratamiento de Residuos sólidos. Para ello mencionó los materiales directos que se utilizarán en este proyecto.

Tabla 76: elementos que se van a utilizar

Producto	Precio de Venta (S/kg)
Sacos de metal	0.65
Pacas comprimidas de Plástico DURO	0.65
Pacas comprimidas de Plástico PET	0.65
Pacas comprimidas de Tetrapak	0.65
Pacas comprimidas de papel y cartón reciclado	0.65
Compost	1.8

Fuente: propia

Costos Indirectos

Considerados aquellos materiales necesarios (insumos para la elaboración) con el objetivo de lograr los productos terminados, siendo estos los aportes asignados en la elaboración del producto:

Tabla 77: Resumen de Materiales Indirectos

Año	Metales (S/)	Plástico Duro (S/)	Plástico PET (S/)	Tetrapack (S/)	Papel y cartón (S/)	Compost (S/)	**Total de materiales Indirectos (S/)**
2021	S/.195.00	S/.120.00	S/.120.00	S/.120.00	S/.280.00	S/.6,332.00	S/.7,167.00
2022	S/.198.50	S/.120.00	S/.120.00	S/.120.00	S/.300.00	S/.6,452.50	S/.7,311.00
2023	S/.202.50	S/.140.00	S/.140.00	S/.140.00	S/.300.00	S/.6,575.00	S/.7,497.50
2024	S/.206.00	S/.140.00	S/.140.00	S/.140.00	S/.300.00	S/.6,702.00	S/.7,628.00
2025	S/.210.00	S/.140.00	S/.140.00	S/.140.00	S/.300.00	S/.6,829.00	S/.7,759.00
2026	S/.213.50	S/.140.00	S/.140.00	S/.140.00	S/.320.00	S/.6,961.00	S/.7,914.50
2027	S/.217.50	S/.140.00	S/.140.00	S/.140.00	S/.320.00	S/.7,093.00	S/.8,050.50
2028	S/.221.50	S/.140.00	S/.140.00	S/.140.00	S/.320.00	S/.7,229.50	S/.8,191.00
2029	S/.225.50	S/.140.00	S/.140.00	S/.140.00	S/.340.00	S/.7,368.50	S/.8,354.00
2030	S/.230.00	S/.160.00	S/.160.00	S/.160.00	S/.340.00	S/.7,508.00	S/.8,558.00
2031	S/.236.00	S/.160.00	S/.160.00	S/.160.00	S/.340.00	S/.7,652.00	S/.8,708.00
2032	S/.240.50	S/.160.00	S/.160.00	S/.160.00	S/.360.00	S/.7,799.00	S/.8,879.50
2033	S/.245.00	S/.160.00	S/.160.00	S/.160.00	S/.360.00	S/.7,948.50	S/.9,033.50
2034	S/.249.50	S/.160.00	S/.160.00	S/.160.00	S/.360.00	S/.8,100.50	S/.9,190.00
2035	S/.254.00	S/.160.00	S/.160.00	S/.160.00	S/.380.00	S/.8,255.50	S/.9,369.50
2036	S/.258.50	S/.160.00	S/.160.00	S/.160.00	S/.380.00	S/.8,413.50	S/.9,532.00
2037	S/.263.50	S/.180.00	S/.180.00	S/.180.00	S/.380.00	S/.8,574.50	S/.9,758.00
2038	S/.268.00	S/.180.00	S/.180.00	S/.180.00	S/.400.00	S/.8,738.00	S/.9,946.00
2039	S/.273.00	S/.180.00	S/.180.00	S/.180.00	S/.400.00	S/.8,904.50	S/.10,117.50
2040	S/.278.00	S/.180.00	S/.180.00	S/.180.00	S/.400.00	S/.9,076.50	S/.10,294.50
2041	S/.283.50	S/.180.00	S/.180.00	S/.180.00	S/.420.00	S/.9,249.50	S/.10,493.00
Total	**S/.4,969.50**	**S/.3,240.00**	**S/.3,240.00**	**S/.3,240.00**	**S/.7,300.00**	**S/.161,762.50**	**S/.183,752.00**

Fuente: Elaboración propia

Flujo de Caja Acumulado (FCA)

Para establecer el Flujo de Caja Acumulado, se consideró todos los costos estudiados anteriormente, para lograr eso, se tomó en cuenta para los años de proyección de la planificación, adquiriendo el siguiente flujo de caja acumulado.

Tabla 78: Flujo de Caja Acumulado

Concepto / Años	Año 0 (S/)	Año 01 (S/)	Año 02 (S/)	Año 03 (S/)	Año 04 (S/)	Año 05 (S/)	Año 06 (S/)	Año 07 (S/)	Año 08 (S/)	Año 09 (S/)	Año 10 (S/)	Año 11 (S/)	Año 12 (S/)	Año 13 (S/)	Año 14 (S/)	Año 15 (S/)	Año 16 (S/)	Año 17 (S/)	Año 18 (S/)	Año 19 (S/)	Año 20 (S/)
I. Ingresos																					
1.- Total Ingreso		S/.1,226,643.98	S/.1,250,113.58	S/.1,274,024.60	S/.1,298,384.46	S/.1,323,249.00	S/.1,348,578.55	S/.1,374,380.91	S/.1,400,663.96	S/.1,427,435.76	S/.1,454,755.20	S/.1,482,580.82	S/.1,510,972.81	S/.1,539,888.98	S/.1,569,338.02	S/.1,599,328.74	S/.1,629,977.88	S/.1,661,134.48	S/.1,692,916.11	S/.1,725,333.81	S/.1,758,342.70
Ventas		S/.1,226,643.98	S/.1,250,113.58	S/.1,274,024.60	S/.1,298,384.46	S/.1,323,249.00	S/.1,348,578.55	S/.1,374,380.91	S/.1,400,663.96	S/.1,427,435.76	S/.1,454,755.20	S/.1,482,580.82	S/.1,510,972.81	S/.1,539,888.98	S/.1,569,338.02	S/.1,599,328.74	S/.1,629,977.88	S/.1,661,134.48	S/.1,692,916.11	S/.1,725,333.81	S/.1,758,342.70
II. Egresos																					
2.- Total Egresos	6058056.47	141213.22	141399.72	141530.22	141661.22	141816.72	141952.72	142093.22	142256.22	142460.22	142610.22	142781.72	142935.72	143092.22	143271.72	143434.22	143660.22	143848.22	144019.72	144196.72	144395.22
Total de Inversión	6058056.47																				
Costo de Producción		7311.00	7497.50	7628.00	7759.00	7914.50	8050.50	8191.00	8354.00	8558.00	8708.00	8879.50	9033.50	9190.00	9369.50	9532.00	9758.00	9946.00	10117.50	10294.50	10493.00
Gastos Administrativos		133902.215	133902.215	133902.215	133902.215	133902.215	133902.215	133902.215	133902.215	133902.215	133902.215	133902.215	133902.215	133902.215	133902.215	133902.215	133902.215	133902.215	133902.215	133902.215	133902.215
Utilidad Operativa	-6058056.47	1085430.76	1108713.86	1132494.38	1156723.24	1181432.29	1206625.84	1232287.69	1258407.75	1284975.54	1312144.98	1339799.10	1368037.10	1396796.77	1426066.30	1455894.53	1486317.66	1517286.27	1548896.40	1581137.09	1613947.49
Utilidad antes de Impuestos	-6058056.47	1085430.76	1108713.86	1132494.38	1156723.24	1181432.29	1206625.84	1232287.69	1258407.75	1284975.54	1312144.98	1339799.10	1368037.10	1396796.77	1426066.30	1455894.53	1486317.66	1517286.27	1548896.40	1581137.09	1613947.49
(Impuesto a la Renta 30%)		325629.2286	332614.1593	339748.3147	347016.9732	354429.6861	361987.7518	369686.3071	377522.3245	385492.6627	393643.4949	401939.7308	410411.129	419039.0301	427819.8911	436768.3587	445895.2986	455185.8796	464668.9192	474341.1276	484184.2464
(Inversión)	-6058056.47																				
FCE	-S/.6,058,056.47	S/.759,801.53	S/.776,099.71	S/.792,746.07	S/.809,706.27	S/.827,002.60	S/.844,638.09	S/.862,601.38	S/.880,885.42	S/.899,482.88	S/.918,501.49	S/.937,859.37	S/.957,625.97	S/.977,757.74	S/.998,246.41	S/.1,019,126.17	S/.1,040,422.36	S/.1,062,100.39	S/.1,084,227.48	S/.1,106,795.96	S/.1,129,763.24
Caja acumulada	-S/.6,058,056.47	-S/.5,298,254.93	-S/.4,522,155.23	-S/.3,729,409.16	-S/.2,919,702.89	-S/.2,092,700.29	-S/.1,248,062.20	-S/.385,460.82	S/.495,424.60	S/.1,394,907.48	S/.2,313,408.97	S/.3,251,268.34	S/.4,208,894.31	S/.5,186,652.05	S/.6,184,898.46	S/.7,204,024.63	S/.8,244,446.99	S/.9,306,547.38	S/.10,390,774.86	S/.11,497,570.82	S/.12,627,334.06

Fuente: Elaboración propia

Evaluación económica

Indicadores de Rentabilidad

Tabla 79: Evaluación Económica

VAN (8%)	S/.1,898,893.59	Cok=	8%
TIR	13%		
B/C	VAN (Ingresos)	S/.13,836,237.17	S/.1.86
	VAN (Egresos)	S/.7,455,425.44	

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar los indicadores de la rentabilidad del proyecto nos dio como resultado un proyecto rentable

Periodo de Recuperación

Del flujo de caja acumulado se pudo extraer la siguiente tabla, de esa forma se analizó el periodo de recuperación del proyecto. Se pudo establecer que el periodo de recuperación de la inversión será de 7 años con 6 meses.

Tabla 80: Flujo acumulado del proyecto

Año		Flujo	Flujo Acumulado
2021	0	-S/.6,058,056.47	
2022	1	S/.759,801.53	S/.759,801.53
2023	2	S/.776,099.71	S/.1,535,901.24
2024	3	S/.792,746.07	S/.2,328,647.31
2025	4	S/.809,706.27	S/.3,138,353.58
2026	5	S/.827,002.60	S/.3,965,356.18
2027	6	S/.844,638.09	S/.4,809,994.27
2028	**7**	S/.862,601.38	**S/.5,672,595.65**
2029	8	**S/.880,885.42**	S/.6,553,481.07
2030	9	S/.899,482.88	S/.7,452,963.95
2031	10	S/.918,501.49	S/.8,371,465.44
2032	11	S/.937,859.37	S/.9,309,324.81
2033	12	S/.957,625.97	S/.10,266,950.78
2034	13	S/.977,757.74	S/.11,244,708.52
2035	14	S/.998,246.41	S/.12,242,954.93
2036	15	S/.1,019,126.17	S/.13,262,081.10
2037	16	S/.1,040,422.36	S/.14,302,503.46
2038	17	S/.1,062,100.39	S/.15,364,603.85
2039	18	S/.1,084,227.48	S/.16,448,831.33
2040	19	S/.1,106,795.96	S/.17,555,627.29
2041	20	S/.1,129,763.24	S/.18,685,390.53

Fuente: propia

Tabla 81: Periodo de recuperación de la inversión

Periodo de Recuperación de la Inversión	7 AÑOS 6 MESES	7.44

Fuente: propia

V. Discusión

- En el estudio topográfico de este proyecto se obtuvo que las pendientes son bajas, es decir, es zona de topografía plana o llana. Tomando el proyecto de Castro, J. [3], que obtuvo en su estudio topográfico un suelo plano, presentando pequeñas llanuras y el proyecto de Navarro, J. [1], mencionó que presenta una topografía plana en su totalidad. En ambos casos y en este proyecto de acuerdo a la topografía llana, se optó por un método de construcción de trinchera o zanjas para el relleno sanitario.
- En este proyecto se realizaron 08 calicatas o pozos de exploración para obtener los resultados del suelo de este proyecto mediante el EMS. Mientras tanto, en el proyecto de Navarro, J. [1], se realizó 06 calicatas en su EMS, ensayando dicho suelo y en el trabajo de Dávila, E. [2], se emplearon 05 calicatas en su estudio de mecánica de suelos. Mencionar que a mayores pozos a cielo abierto realizados podremos obtener mejores resultados en nuestro estudio de mecánica de suelo.
- En lo que respecta al asentamiento del terreno nos dio como resultado un valor de 0.46cm para nuestro asentamiento del suelo, no presentando problemas de este. De igual modo, se realizó la comparación con el proyecto de Navarro, J. [1], donde obtuvo un asentamiento de 1.542 cm en el suelo de su terreno. En ambos casos es menor a un asentamiento de 1'' (2.54cm) recomendado para este tipo de estructuras no presentado problemas de asentamiento.
- En el estudio hidrológico de nuestro proyecto se consideró un tiempo de retorno de 100 años, indicado por la Guía para el diseño y la construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales, del MINAM. Para dicho tiempo de retorno se obtuvo en el cálculo un caudal máximo de diseño de 3.64m3/seg. Teniendo como referencia al proyecto de Dávila, E. [2], obtuvo un caudal máximo de diseño de 1.093m3/seg para un tiempo de retorno de 25 años. Mientras tanto el proyecto de Castro, J. [3], obtuvo un caudal de diseño de 0.63m3/seg para un tiempo de retorno de 20 años. Se puede observar que a mayor tiempo de retorno el caudal de diseño para el drenaje pluvial aumenta. Así mismo, se debe seguir lo que indica la Guía del MINAM diseñar el caudal de diseño máximo considerando un tiempo de retorno de 100 años.
- Se consideró 03 estaciones pluviométricas más cercanas a la zona de estudio, siendo estas las estaciones de Lambayeque, Reque y Cayaltí. Ello ayudó a que se analice y obtenga mejores resultados hidrológicos. Así mismo, haciendo mención al proyecto de

Cavero, M. [4], donde consideró solo la estación de Cayaltí para su estudio hidrológico. Y el proyecto de Gamonal, G. [5], tomó en cuenta solo la estación pluviométrica de Virrey – Olmos. Se recomienda analizar de 03 estaciones pluviométricas a más, dado que se podrá comparar tomando los datos pluviométricos de la estación más confiables y mejores decisiones para nuestro estudio Hidrológico.

- En el estudio de caracterización de Residuos Sólidos Municipales 2019 de este proyecto se obtuvo que los residuos orgánicos tienen una composición de 58.01%, los residuos inorgánicos con 19.50% y los residuos no reaprovechables una composición del 22.49%. Simultáneamente, en el proyecto de Navarro, J. [1] , obtuvo una composición para los residuos orgánicos de 72.59%, para los residuos inorgánicos un 18.42% y los no reaprovechables con un porcentaje de 8.99%. Así mismo, en la investigación de Dávila, E. [2], obtuvo para los residuos orgánicos un 71.82%, inorgánicos un 14.408% y para los residuos no reaprovechables un 13.78%. Se observa en los proyectos mencionados, los residuos orgánicos tienen el mayor porcentaje, seguidos por los residuos inorgánicos y finalmente por los no reaprovechables. Siendo importante las plantas de reciclaje y compostaje además del Relleno Sanitario como tal por la gran cantidad de residuos que se generan en cada lugar de estudio.
- El área de reciclaje es de 510m2 y para el área de compostaje de 5130m2, dando en las dos un total de 5640m2 con respecto a las plantas de reaprovechamiento de residuos sólidos. Tomando como referencia el proyecto de Gamonal, G. [5], donde sus plantas de valorizaciones (reciclaje y compostaje) tienen un área total de 5436m2. Es decir, en ambos proyectos se consideró una adecuada y amplia área para esta sección de segregación de la infraestructura de residuos sólidos.
- En lo que refiere al sistema de compostaje se realizó mediante el volteo mecánico por medio de minicargador para las rumas o pilas composteras de altura de 1.5m. Mencionando al proyecto de Castro, J. [3], donde considera rumas o pilas composteras de 1.5m de alto. Se puede observar que utilizó el sistema de pilas composteras para el proceso de la planta de compostaje.
- Para el cálculo de la generación de lixiviados se utilizaron los siguientes parámetros: precipitación media anual, área superficial del relleno, número de segundos en un año, coeficiente que depende del grado de compactación de la basura. Algo semejante ocurre, con el proyecto de Cavero, M. [4], que para su cálculo de generación de

lixiviados producidos en el Relleno Sanitario consideró la precipitación, área del relleno, tiempo y el coeficiente de compactación de basura. Estos fueron los parámetros necesarios para el cálculo de lixiviados y obtener dicho resultado.

Para un entendimiento mayor también se plasmó la discusión en cuadros comparativos respectivamente a cada punto a tratar.

Tabla 82: Discusión de resultado de proyecto con otros trabajos

Proyecto	Comparación	Observación
En el estudio topográfico de este proyecto	**Topografía: plana o llana**	En ambos casos y en este proyecto de acuerdo a la topografía llana, se optó por un método de construcción de trinchera o zanjas para el relleno sanitario.
Diseño de la infraestructura para la disposición final de residuos sólidos municipales para el distrito de Mórrope, provincia y departamento de Lambayeque, 2018	**Topografía: plana, presentando pequeñas llanuras**	
Diseño de una planta de valorización para residuos sólidos urbanos en el distrito de Awajún – Rioja – San Martín 2020	**Topografía: plana en su totalidad**	

Proyecto	Comparación	Observación
Se realizaron 08 calicatas o pozos de exploración para obtener los resultados del suelo mediante el EMS.	**N° calicatas: 08**	A mayores pozos a cielo abierto realizados podremos obtener mejores resultados en nuestro estudio de Mecánica de suelo.
Diseño de una planta de valorización para residuos sólidos urbanos en el distrito de Awajún – Rioja – San Martín 2020	**N° calicatas: 06**	
Diseño de una planta de tratamiento de residuos sólidos para su adecuada disposición final en el distrito de Chongoyape-Chiclayo-Lambayeque 2020	**N° calicatas: 05**	

Proyecto	Comparación	Observación
En lo que respecta al asentamiento del terreno	**Asentamiento: 0.46 cm**	En ambos casos el asentamiento es menor a una 1'' (2.54cm) recomendado para este tipo de estructuras no presentado problemas de asentamiento.
Diseño de una planta de valorización para residuos sólidos urbanos en el distrito de Awajún – Rioja – San Martín 2020	**Asentamiento: 1.542 cm**	

Fuente: propia

Tabla 83: Discusión de resultado de proyecto con otros trabajos

Proyecto	Comparación	Observación
En el estudio hidrológico de este proyecto	**Tiempo de retorno: 100 años** **Caudal máximo de diseño: 3.64 m3/seg**	Se puede observar que a mayor tiempo de retorno el caudal de diseño para el drenaje pluvial aumenta. El MINAM en su guía indica diseñar el caudal de diseño máximo considerando un tiempo de retorno de 100 años
"Diseño de una planta de tratamiento de residuos sólidos para su adecuada disposición final en el distrito de Chongoyape-Chiclayo Lambayeque 2020	**Tiempo de retorno: 25 años** **Caudal máximo de diseño: 1.093 m3/seg**	
Diseño de la infraestructura para la disposición final de residuos sólidos municipales para el distrito de Mórrope, provincia y departamento de Lambayeque, 2018	**Tiempo de retorno: 20 años** **Caudal máximo de diseño: 0.63 m3/seg**	

Proyecto	Comparación	Observación
Se consideró 03 estaciones pluviométricas más cercanas a la zona de estudio	**Estación 01: Lambayeque** **Estación 02: Reque** **Estación 03: Cayaltí**	Se recomienda analizar de 03 estaciones pluviométricas a más, dado que se podrá comparar tomando los datos pluviométricos de la estación más confiables y mejores decisiones para nuestro estudio Hidrológico.
Diseño de la infraestructura de disposición final de residuos sólidos municipales del distrito de Pátapo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque	**Estación 01: Cayaltí**	
Diseño de la infraestructura para el aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos municipales para el distrito de Olmos - provincia de Lambayeque - departamento de Lambayeque, 2018	**Estación 01: Virrey - Olmos**	

Proyecto	Comparación	Observación
En el estudio de caracterización de Residuos Sólidos Municipales 2019 de este proyecto	**R. Orgánicos: 58.01%** **R. Inorgánicos: 19.05%** **R. no reaprovechables: 22.49%**	Los residuos orgánicos tienen el mayor porcentaje, seguidos por los residuos inorgánicos y finalmente por los no reaprovechables. De un 58% a 75% del total de los resiudos sólidos que se genera en cada distrito se puede reaprovechar y no solamente disponerlo directo en un botadero o relleno sanitario.
Diseño de una planta de valorización para residuos sólidos urbanos en el distrito de Awajún – Rioja – San Martín 2020	**R. Orgánicos: 72.59%** **R. Inorgánicos: 18.42%** **R. no reaprovechables: 8.99%**	
Diseño de una planta de tratamiento de residuos sólidos para su adecuada disposición final en el distrito de Chongoyape-Chiclayo Lambayeque 2020	**R. Orgánicos: 71.82%** **R. Inorgánicos: 14.40%** **R. no reaprovechables: 13.78%**	

Fuente: propia

Tabla 84: Discusión de resultado de proyecto con otros trabajos

Proyecto	Comparación	Observación
Lás área de valorización de la planta de tratamiento de este proeycto	**Área de reciclaje: 510 m2** **Área de compostaje: 5640 m2**	Es decir, en ambos proyectos se considera una adecuada y amplia área para esta sección de segregación de la infraestructura de residuos sólidos.
Diseño de la infraestructura para el aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos municipales para el distrito de Olmos - provincia de Lambayeque - departamento de Lambayeque, 2018	**Área de reciclaje y composatje: 5436 m2**	

Proyecto	Comparación	Observación
En lo que refiere al sistema de compostaje	**Método: volteo mecánico de rumas o pilas**	Se puede observar que utilizan el sistema de pilas composteras para el proceso de la planta de compostaje.
Diseño de la infraestructura para la disposición final de residuos sólidos municipales para el distrito de Mórrope, provincia y departamento de Lambayeque, 2018	**Método: rumas o pilas composteras**	

Proyecto	Comparación	Observación
Para el cálculo de la generación de lixiviados se utilizaron los siguientes parámetros:	**Precipitación media anual, área superficial del relleno, número de segundos en un año, coeficiente que depende del grado de compactación de la basura**	Estos son los parámetros necesarios para el cálculo de lixiviados y obtener dicho resultado.
Diseño de la infraestructura de disposición final de residuos sólidos municipales del distrito de Pátapo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque	**Generación de lixiviados** **La precipitación** **Área del relleno** **Tiempo y coeficiente de retorno**	

Fuente: propia

VI. Conclusiones

- Se realizó el diseño de la infraestructura para el tratamiento de residuos sólidos del distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.
- Mediante el estudio del levantamiento topográfico se obtuvo que el suelo de la zona del proyecto es de topografía llana, con pendientes no mayores a 2%. El área para el proyecto fue de 14.73 ha con un perímetro de 1555.26m. El levantamiento de la vía de acceso es de 4km. Para el Estudio de Mecánica de Suelos se realizaron 08 calicatas o pozos de exploración, de las cuales obtuvimos la clasificación del suelo en arenas arcillosas (SC), arenas con limos y arcillas (SC-SM) y arcillas con mediana plasticidad (CL). El asentamiento máximo fue de 0.46 cm no presentando problemas de asentamiento. El contenido de sales fue de 0.04% es considerado despreciable. Durante la exploración no se encontró el nivel freático, el CBR obtenido al 95% mínimo fue de 6% y máximo de 8.2%. La capacidad portante del suelo mínima fue de 0.98 kg/cm2 a 1.11kg/cm2. Para el ensayo in situ del coeficiente de permeabilidad del suelo se realizó 06 sondeos en el área total del levantamiento topográfico, dándonos un coeficiente de permeabilidad promedio de 6.38*10^-4 cm/seg, clasificándolo en suelo con baja permeabilidad. Así mismo, se realizó la clasificación del coeficiente de permeabilidad mediante la clasificación SUCS del suelo correspondiendo una permeabilidad muy baja.
- Del estudio hidrológico se obtuvo el área de la cuenca proyectada de 2.29 km2, se consideró un periodo de retorno de 100 años, obteniendo una precipitación máxima de 45.033mm, una intensidad de 14.31mm/hr y caudal máximo de diseño de 3.64m3/seg. Cabe mencionar que se consideró 03 estaciones pluviométricas más cercanas al proyecto, para la realización de los cálculos.
- Del estudio demográfico del distrito Pomalca, se obtuvo una tasa de crecimiento de 0.9%. La población de Pomalca en el año 2019 fue de 25726 habitantes y al año 2021 (año base) fue de 26193 habitantes, se proyectó una población al año 2041 de 31360 habitantes. Del estudio de caracterización de Residuos Sólidos 2019 del distrito de Pomalca, realizada por la municipalidad en mención, obtuvimos una generación total de residuos Sólidos domiciliarios y no domiciliarios de 11.83 tn/día, la generación per cápita total fue de 0.52 kg/habitante/día. La composición de los residuos sólidos aprovechables fue de 77.51% de los cuales se tuvo que los residuos orgánicos son 58.01% y residuos inorgánicos son 19.50%, para los residuos no aprovechables se tuvo un 22.49% al año 2019. Para el estudio de

selección del área se analizaron dos (02) alternativas, resultando estas opciones como Terreno Aceptable de Primera Opción – Muy bueno. De estas nos quedamos con la alternativa 01 por tener un mayor puntaje siendo este de 430 puntos. Se propuso colocar 10 puntos de acopio ecológicos para segregación, para los 10 puntos un total de 40 contenedores de 120 litros. Se colocará contenedores para manejo de residuos sólidos inorgánicos, orgánicos, no aprovechables y peligrosos. Colores adoptados: verde, marrón, negro y rojo para materia inorgánica, orgánica, no reaprovechables y peligrosa respectivamente. Se propuso la segregación de residuos sólidos en la fuente de cada hogar y en los puntos de acopio establecidos. De 05:00 a 12:00 pm para R. Orgánicos y 01:00 a 07:00 pm para R. Inorgánicos y no reaprovechables. Se propuso 01 camión compactador de 7.5 ton, 05 ton y 05 ton para Re. Orgánicos, inorgánicos y no reaprovechables respectivamente.

- Para los residuos inorgánicos se consideró un área para planta de reciclaje de 510 m2, un área de 5130 m2 para la planta de compostaje, para el área administrativa y auxiliar un área total de 1500 m2. Para las plantas reciclaje y compostaje se consideró estructura de cobertura metálica, columnas, tijerales y viguetas de acero estructural. Para los módulos del área administrativa se realizó mediante albañilería confinada, techo aligerado y en algunos módulos se consideró cobertura de planchas onduladas de fibrocemento y vigas de madera. Además de áreas auxiliares necesarias para un mejor funcionamiento de la planta de tratamiento.
- Se realizó el diseño del pavimento de la vía de acceso principal, obteniendo los siguientes valores: el concreto asfáltico tiene un espesor de 8cm, la base granular de 15cm de espesor, la sub base granular un espesor de 18cm, dando un espesor total del pavimento de 41cm. La longitud de la vía de acceso principal es de 4km, con un ancho superficial de rodadura de 6m, con 02 carriles de un solo sentido cada uno.
- Para la conectividad de energía eléctrica de la planta de tratamiento de residuos sólidos y áreas auxiliares, se consideró en su diagrama unifilar los siguientes circuitos: circuito de alumbrado (2-2.5mm2THW-PVC SEL ø15mm), tomacorrientes (2-2.5mm2+1x2.5mm2THW-PVC SEL ø15mm), reserva. La acometida (THW 2x4mm2+1x4mm2/T- ø20mmPVC-P). El interruptor termomagnético para cada área es 2Px30A y el interruptor diferencial es de 2Px25A. También se consideró 03 cable desnudo a pozo a tierra de 1x4.00mm2. Se realizó además el cálculo de luminaria, se consideró luminaria empotrado en pared (bracket) y las empotradas en la losa. Para las instalaciones sanitarias sección agua se consideró tubería de distribución (d=1/2’’), válvulas (d=1/2’’), así

como sus respectivos accesorios, Tee, Yee, tapones y demás. En la sección desagüe se realizó para las áreas de comedor y cocina, y SS. HH, el diámetro de la tubería de lavatorio de platos, de manos, urinario, duchas (d=2'') y para inodoro (d=4''), registros y sumideros (d= 3''), se consideró caja de registro (0.30x0.60m) con sus respectivas cotas, cada 15m máximo. Para el tratamiento de las aguas servidas se colocará la siguiente planta de tratamiento de dichas aguas, se llevará al tanque séptico, posteriormente pasará por un lecho de secados (para evacuar los sólidos) y finalmente irá a los pozos de percolación.

- Para el diseño del Relleno Sanitario y su funcionamiento se obtuvo lo siguiente, se construirá un área 32000m2 o 3.2 ha, el método de construcción es mediante una trinchera o zanja. La celda diaria tiene un largo de 15m, un ancho y alto de 1m. El volumen de material de cobertura total para el relleno sanitario y la poza de lixiviados del relleno sanitario es de 26603.63m3. Las dimensiones de la sección transversal del del drenaje pluvial: altura de 1.40m, base superior de 3.30m, base inferior de 0.7, talud de 1 y el área de 2.8 m2. El caudal de la generación de lixiviados es de 0.71m3/día. El Volumen total que almacenará la poza de lixiviados es de 71.03m3. Se consideró 23 chimeneas para los gases del relleno sanitario y 04 pozos de monitoreo o piezómetros.
- Para el estudio de Impacto ambiental se consideró 03 etapas, etapa de construcción, de funcionamiento y de cierre. La principal acción negativa para la etapa de construcción es acopio y eliminación de material excedente con un valor de -40, el mayor factor beneficiado en esta etapa es Socio económico-Empleo con un valor de 216. Para la etapa de funcionamiento la acción negativa mayor es descomposición de residuos con un valor de -13 y el mayor factor ambiental beneficiado es Socio económico-Salud y seguridad con un valor de 243. Para la etapa de cierra la principal acción negativa es monitoreo ambiental con un valor de +348 y el factor ambiental beneficiado con un valor de 103.
- El presupuesto del proyecto fue de S/ 6 058 056.47, siendo el costo directo (CD) S/ 4 143 620.79, los gastos generales (10%CD) de S/ 414 362.08, utilidad (8%CD) de S/ 331 489.66. El monto referencial de obra (VR) de S/ 5 769 577.59 y costo de supervisión (5%VR) de S/ 288 478.88. La rentabilidad del proyecto se determinó usando los indicadores de rentabilidad, el VAN al 8% fue de S/ 1 898 893.59, el TIR fue de 13% y el B/C fue S/ 1.86. Los ingresos totales fueron S/ 30 751 652.82. El tiempo de recuperación fueron de 7 años y 7 meses.

VII. Recomendaciones

- Se recomienda proponer nuevas alternativas de áreas que cumplan con los parámetros establecidos por el MINAM para la disposición final de los Residuos Sólidos.
- Realizar ensayos de coeficiente de permeabilidad en otros lugares de Pomalca para disponer como material de cobertura hacia el Relleno Sanitario y la poza de lixiviados, de esa manera el costo de transporte es menor a comparación de estando fuera del distrito.
- Se recomienda diseñar una planta de tratamiento de los lixiviados producidos en el Relleno Sanitario y la planta de compostaje.
- Se recomienda diseñar una planta de biogás con la intención de aprovechar los gases producidos en el Relleno Sanitario y planta de compostaje.
- Se recomienda realizar excavación de pozos para extraer agua mediante bombeo y utilizarse en el regadío de las áreas verdes.
- Se recomienda realizar un plan de gestión de Residuos peligrosos y especiales que puede generarse en el distrito, así como su tratamiento de esta.

VIII. Referencias

[1] Grupo Banco Mundial, «Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos» p.1, 20 septiembre 2018.

[2] Noticias ONU, «¿Cómo ha de ser la gestión de residuos durante la pandemia del coronavirus?» p.1, 1 abril 2020.

[3] Hola.com, «Aprende a gestionar el hambre emocional en la cuarentena» p. 1, 31 marzo 2020

[4] E. comercio, «Generación de residuos sólidos: ¿cómo afecta la pandemia y qué medidas se pueden tomar?» p. 1, 13 mayo 2021.

[5] Clima de cambios PUCP, «¿Sabías que Perú genera 18 131 toneladas de basura al día?» p. 1, 31 marzo 2016.

[6] Comex Perú, GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS: TAREA PENDIENTE DESDE HACE AÑOS» p. 1, 14 febrero 2020

[7] E. comercio, «El 70% de comunas provinciales no trata los residuos que recoge» p. 1, 25 febrero 2016.

[8] RPP noticias, «La basura en las calles puede originar cuadros de estrés crónico en limeños» p. 1, 17 diciembre 2018.

[9] M. D. d. Pomalca, "Geografía", Municipalidad distrital de Pomalca. http://www.munimdp.gob.pe/datos-generales/geografia/ (acceso: 20 de mayo de 2021).

[10] Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Chiclayo, 2017.

[11] E. Raymundo, "Análisis y diseño estructural del nuevo mercado de abastos del distrito de Pomalca, utilizando estructuras especiales", Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Dpto. de Ingeniería, Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo, Chiclayo, Perú, 2018 [En línea]. Disponible en: http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/1411

[12] Sub Gerencia de Medio Ambiente, Valorizaciones de residuos sólidos municipales 2019. Municipalidad distrital de Pomalca, Perú, Informe, 2019.

[13] Reporte de generación de residuos sólidos de abril 2021, distrito de Pomalca.

[14] L. Díaz y A. Vallejo "Propuesta para el Diseño del Nuevo Relleno Sanitario para el Municipio de Aguachica – Cesar- Bogotá. Colombia", Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Dpto. de Ingeniería, Universidad Católica de Colombia, Cesar, Colombia, 2017 [En línea]. Disponible en: https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/15489

[15] J, Montero, “Estudio de localización de un relleno sanitario regional para el norte del departamento del Valle del Cauca –Colombia”, Tesis para optar el título de especialista en Sistemas de Información Geográfica, Dpto. de Ingeniería, Universidad De Manizales, Manizales, Colombia, 2017 [En línea]. Disponible en: https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/4169

[16] Carbonai, Davide; Baum, Juliana y Camiz, Sergio, “Gestão municipal de resíduos e ambiente institucional no Rio Grande do Sul”, *EURE (Santiago),* vol.46, n°138, pp. 139-153, may. 2020. [En línea]. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71612020000200139&lang=es. Acceso: septiembre 2021.

[17] A. Morín y N. Soto “Diseño de un relleno sanitario manual para el distrito de Parcoy – La Libertad 2016”, Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Dpto. de Ingeniería, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, 2017 [En línea]. Disponible en: https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/8960

[18] A. Tejada Soriano “Diseño del relleno sanitario para el distrito de San José, provincia de Pacasmayo – La Libertad”, Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Dpto. de Ingeniería, Universidad César Vallejo, Trujillo, 2018 [En línea]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/23318

[19] M. Cabrera y A. Navarro “Elaboración del Plan de Manejo de Residuos Sólidos Domiciliarios en el Distrito de Tumbadén - Provincia San Pablo - Región Cajamarca”, Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Dpto. de Ingeniería, Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Cajamarca, 2017 [En línea]. Disponible en: http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/214

[20] N. Pérez, “Identificación de áreas óptimas para la instalación de un relleno sanitario, utilizando sistemas de información geográfica en el distrito de Santa Rosa, provincia de Jaén”, Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal, Dpto. de Ingeniería, Universidad Nacional de Cajamarca, Jaén, Perú, 2019 [En línea]. Disponible en: https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/4087

[21] G. Gamonal Coronel “Diseño de la infraestructura para el aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos municipales para el distrito de Olmos - provincia de Lambayeque - departamento de Lambayeque, 2018”, Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil Ambiental, Dpto. de Ingeniería, Universidad Católica Santo Toribio de

Mogrovejo, Chiclayo, 2018 [En línea]. Disponible en: http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/2906

[22] C. Chambergo Quiñonez "Propuesta de un diseño de relleno sanitario manual para residuos municipales en el distrito de Zaña – provincia de Chiclayo, Lambayeque – Perú, 2019", Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil Ambiental, Dpto. de Ingeniería, Universidad de Lambayeque, Chiclayo, 2019 [En línea]. Disponible en: https://repositorio.udl.edu.pe/handle/UDL/424

[23] Constitución Política del Perú - 1993, artículo 67- Política Ambiental. Disponible en: http://www.pcm.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/Constitucion-Pol%C3%ADtica-del-Peru-1993.pdf

[24] Ley N°27314, Ley General de Residuos Sólidos, su Reglamento D.S. N°057-2004 PCM y Modificatorio D.L. N°1065 Disponible en: https://sinia.minam.gob.pe/normas/reglamento-ley-general-residuos-solidos

[25] Ley N° 28611, Ley General del Ambiente. Disponible en: https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-28611.pdf

[26] Ley N° 27867, Ley Orgánica de gobiernos Regionales. Disponible en: https://www.gob.pe/institucion/gsru-amazonas/informes-publicaciones/2075969-ley-n-27867-ley-organica-de-gobiernos-regionales

[27] Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades. Disponible en: https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publ/capacita/programacion_formulacion_presupuestal2012/Anexos/ley27972.pdf

[28] Ley N° 29419, Ley que Regula la Actividad de los Recicladores. Disponible en: https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-29419.pdf

[29] MINAM, Política Nacional del Ambiente, << D.S. N° 012-2009>>. Lima. Disponible en: https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-012-2009-minam/

[30] Norma técnica peruana, << NTP.900.0.59-2019>> Lima. Disponible en: https://www.minam.gob.pe/gestion-de-residuos-solidos/norma-tecnica-peruana-de-colores-ntp-900-058-2019/

[31] RNE, Reglamento Nacional de Edificaciones, <<Norma E.020 Cargas >> Lima. Disponible en: https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne

[32] RNE, Reglamento Nacional de Edificaciones <<Norma E.030 Diseño sismorresistente >>Lima. Disponible en: https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne

[33] RNE, Reglamento Nacional de Edificaciones << Norma E.050 Suelos y Cimentaciones>> Lima. Disponible en: https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/2018_E050_RM-406-2018-VIVIENDA.pdf

[34] RNE, Reglamento Nacional de Edificaciones << Norma E.060 Concreto Armado>> Lima. Disponible en:

[35] Norma E-090. Estructuras Metálicas. 2006. Perú. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Disponible en: https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne

[36] Ministerio del Ambiente, Guía para el diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual, Perú, Guía, 2011. [En línea]. Disponible en: https://sinia.minam.gob.pe/documentos/guia-diseno-construccion-operacion-mantenimiento-cierre-relleno

[37] Ministerio del Ambiente, Guía para la Formulación del Plan de Recuperación de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos Municipales, Perú, Guía, 2019. [En línea]. Disponible en: https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/279472-guia-para-la-formulacion-del-plan-de-recuperacion-de-areas-degradadas-por-residuos-solidos-municipales

[38] Ministerio del Ambiente, Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales, Perú, Guía, 2021. [En línea]. Disponible en: https://aulaambiental.minam.gob.pe/guia-para-el-diseno-y-construccion-de-infraestructuras-para-disposicion-final-de-residuos-solidos-municipales/

[39] MTC, Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Manual de Carreteras, Suelos y Geología, Geotecnia y Pavimentos. [En línea]. Disponible en: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf

[40] MTC, Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. [En línea]. Disponible en: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_2950.pdf

[41] C. Muñoz, “Evaluación de la selección espacial para la ubicación actual del relleno sanitario Doña Juana (RSDJ) aplicando metodología MCDA-SIG”, Tesis para optar el título

de especialista en Geomática, Dpto. de Ingeniería, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia, 2018 [En línea]. Disponible en: https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/810

[42] W. Ávila Ruiz y J. Moyano Hernández, "Propuesta Metodológica para el Dimensionamiento de Plantas de Compostaje en Municipios con Generación de Residuos Orgánicos Aprovechables a Partir de 100 Ton/Día", Tesis para optar el título de Ingeniería Sanitaria, Dpto. de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Universidad Distrital Francisco José de Carlos, Bogotá D.C. Colombia, 2019 [En línea]. Disponible en: https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/15556/AvilaRuizWendyAndrea2019.pdf?sequence=1&isAllowe

IX. Anexos

ANEXO 01

DOCUMENTOS

Documento 1: Solicitud de autorización de facilidad a información y consentimiento para estudios.

USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

TRAMITE DOCUMENTARIO
EXP N° 1774 FOLIO 01
10 MAY 2021
Hora: 8:28
Firma:

" "Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia" "

SEÑOR: Julio Nestor Lazo Pomares
SOLICITA: Permiso para realizar trabajo de Investigación
REFERENCIA: Proyecto de Tesis denominado:

"DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE POMALCA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTE DE LAMBAYEQUE"

De mi consideración:

Yo, YEAN CARLOS CHUSDEN DELGADO identificado con DNI Nº 75709521, con domicilio San Borja Mz. G Lt.15 del distrito de Pomalca. Ante Ud. respetuosamente me presento y expongo:

Que, en calidad de estudiante de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental de la "Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo" de la ciudad de Chiclayo, Departamento de Lambayeque, he optado por desarrollar el proyecto de tesis de la referencia, motivo por el cual solicito a su digno despacho la **AUTORIZACIÓN** para realizar trabajo de investigación en su municipio y se me brinde acceso a la información con fines de obtener informaciones que me permita desarrollar mi proyecto de tesis el cual contribuirá e impactará en el distrito de Pomalca.

POR LO EXPUESTO:

Agradeceré mucho a Ud. Señor Julio Nestor Lazo Pomares alcalde de Pomalca, acceder a mi petición que espero alcanzar por ser de justicia.

POMALCA, 10 DE MAYO DEL 2021

YEAN CARLOS CHUSDEN DELGADO
DNI:75709521

Fuente: Propia

Documento 2: Solicitud de constancia de no duplicidad y no existencia de la investigación.

USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE POMALCA
TRAMITE DOCUMENTARIO
EXP. N° 1813 FOLIO 01
12 MAY 2021
Hora: 9:29
Firma:

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

SEÑOR: Julio Nestor Lazo Pomares
SOLICITA: Constancia de Inexistencia de Proyecto.
REFERENCIA: Proyecto de Tesis denominado:

"DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE POMALCA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTE DE LAMBAYEQUE"

De mi consideración:

Yo, YEAN CARLOS CHUSDEN DELGADO identificado con DNI Nº 75709521, con domicilio San Borja Mz. G Lt.15 del distrito de Pomalca. Ante Ud. respetuosamente me presento y expongo:

Que, en calidad de estudiante de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental de la "Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo" de la ciudad de Chiclayo, Departamento de Lambayeque, he optado por desarrollar el proyecto de tesis de la referencia, motivo por el cual solicito a su digno despacho una **CONSTANCIA** donde se indique que el mencionado proyecto no cuente con código SNIP, ni se encuentre en el banco de proyectos de la Municipalidad Distrital de Pomalca.

POR LO EXPUESTO:

Agradeceré mucho a Ud. Señor Julio Nestor Lazo Pomares alcalde de Pomalca, acceder a mi petición que espero alcanzar por ser de justicia.

POMALCA, 12 DE MAYO DEL 2021

YEAN CARLOS CHUSDEN DELGADO
DNI:75709521

Fuente: Propia

Documento 3: Solicitud de autorización y legalidad del área del terreno designado para investigación.

USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE POMALCA
TRAMITE DOCUMENTARIO
EXP. N° 2005 FOLIO 01
27 MAY 2021
Hora: 12:35
Firma:

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE POMALCA
RECIBIDO
GERENCIA MUNICIPAL
27 MAY 2021
REG. N° 917 FOLIOS: 04
HORA 12:45 FIRMA

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

SEÑOR: Julio Nestor Lazo Pomares
SOLICITA: Autorización y legalidad del área del terreno designada para esta investigación de tesis.
REFERENCIA: Proyecto de Tesis denominado:

"DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE POMALCA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"

De mi consideración:

Yo, YEAN CARLOS CHUSDEN DELGADO identificado con DNI N° 75709521, con domicilio San Borja Mz. G Lt.15 del distrito de Pomalca. Ante Ud. respetuosamente me presento y expongo:

Que, en calidad de estudiante de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental de la "Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo" de la ciudad de Chiclayo, departamento de Lambayeque, he optado por desarrollar el proyecto de tesis de la referencia, motivo por el cual solicito a su digno despacho la **AUTORIZACIÓN** e información de la **LEGALIDAD** del área del terreno designada para realizar trabajo de investigación. Dicha área es 10Ha aproximadamente. Me brinde acceso a la autorización e información con fines de obtener informaciones que me permita desarrollar mi proyecto de tesis el cual contribuirá e impactará en el distrito de Pomalca.

POR LO EXPUESTO:

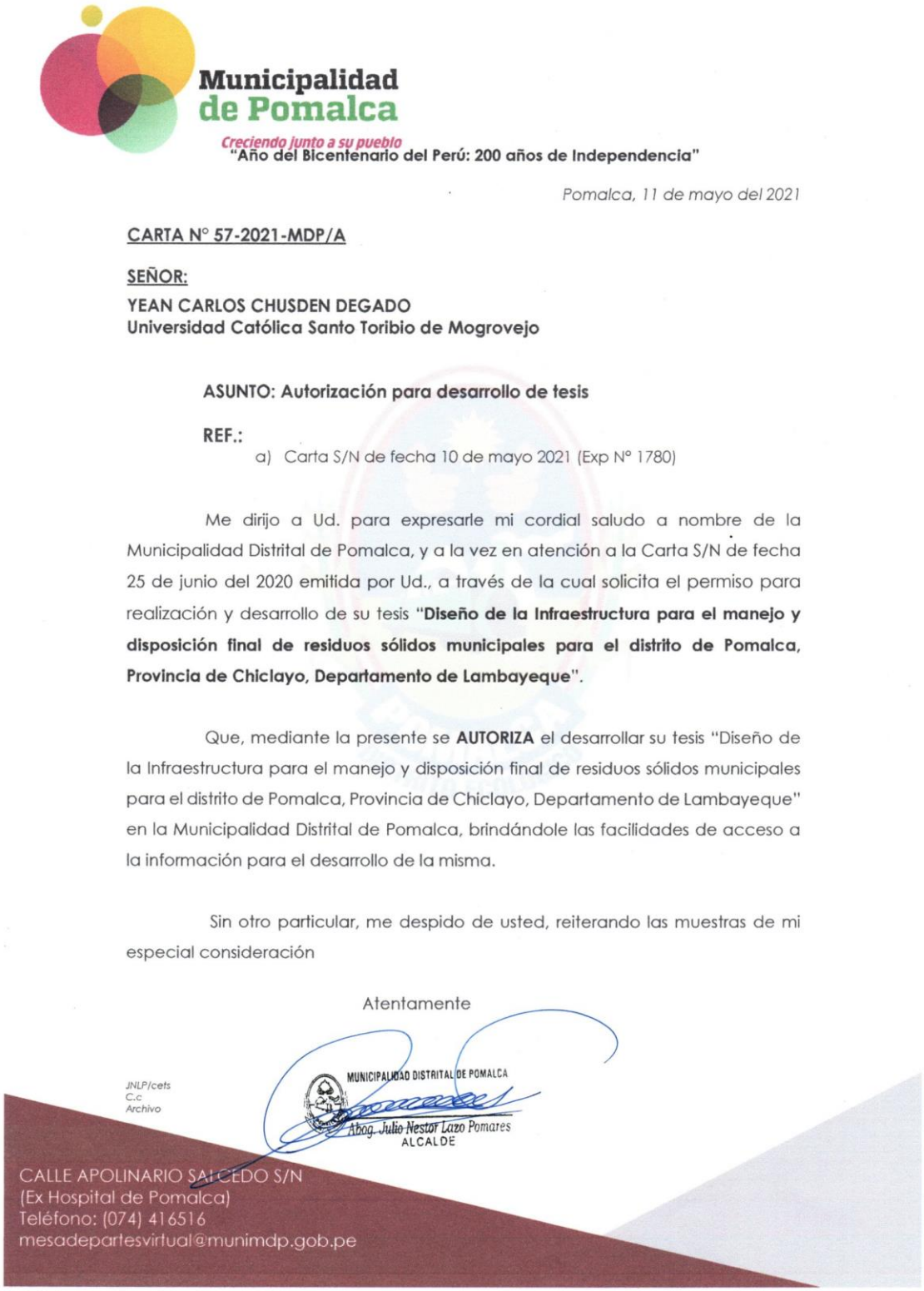
Agradeceré mucho a Ud. Señor Julio Nestor Lazo Pomares alcalde de Pomalca, acceder a mi petición que espero alcanzar por ser de justicia.

POMALCA, 27 DE MAYO DEL 2021

YEAN CARLOS CHUSDEN DELGADO
DNI:75709521

Fuente: Propia

Documento 4: Constancia de autorización de facilidad a información y consentimientos para estudios contestada por la Municipalidad distrital de Pomalca.



Municipalidad de Pomalca

Creciendo junto a su pueblo

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Pomalca, 11 de mayo del 2021

CARTA N° 57-2021-MDP/A

SEÑOR:

YEAN CARLOS CHUSDEN DEGADO
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

ASUNTO: Autorización para desarrollo de tesis

REF.:

a) Carta S/N de fecha 10 de mayo 2021 (Exp N° 1780)

Me dirijo a Ud. para expresarle mi cordial saludo a nombre de la Municipalidad Distrital de Pomalca, y a la vez en atención a la Carta S/N de fecha 25 de junio del 2020 emitida por Ud., a través de la cual solicita el permiso para realización y desarrollo de su tesis **"Diseño de la Infraestructura para el manejo y disposición final de residuos sólidos municipales para el distrito de Pomalca, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque"**.

Que, mediante la presente se **AUTORIZA** el desarrollar su tesis "Diseño de la Infraestructura para el manejo y disposición final de residuos sólidos municipales para el distrito de Pomalca, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque" en la Municipalidad Distrital de Pomalca, brindándole las facilidades de acceso a la información para el desarrollo de la misma.

Sin otro particular, me despido de usted, reiterando las muestras de mi especial consideración

Atentamente

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE POMALCA
Abog. Julio Nestor Lazo Pomares
ALCALDE

JNLP/cets
C.c
Archivo

CALLE APOLINARIO SALCEDO S/N
(Ex Hospital de Pomalca)
Teléfono: (074) 416516
mesadepartesvirtual@munimdp.gob.pe

Fuente: Propia

Documento 5: Constancia de no duplicidad y no existencia de la investigación contestada por la Municipalidad distrital de Pomalca.

Municipalidad de Pomalca
Creciendo junto a su pueblo

CONSTANCIA

El Ing. Manuel Eduardo Sánchez Mora encargado de Gerencia de Servicios Técnicos de Ingeniería, de la Municipalidad Distrital de Pomalca, Región Lambayeque, deja constancia:

Que el Sr. YEAN CARLOS CHUSDEN DELGADO, estudiante de la carrera de Ing. Civil Ambiental, de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, de la ciudad de Chiclayo, con relación al tema del Proyecto de Tesis denominado **"DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE POMALCA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"** , no existe en el banco de proyectos de la municipalidad de Pomalca y siendo necesario y urgente para el desarrollo y bienestar del distrito, otorgamos las facilidades y apoyo al estudiante.

Se expide la presente autorización a solicitud de la parte interesada para los fines convenientes.

Atentamente

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE POMALCA
Ing. Manuel Eduardo Sánchez Mora
C.I.P. N° 52611
GERENTE DE SERVICIOS TÉCNICOS DE INGENIERÍA

Pomalca, 17 de mayo de 2021

CALLE APOLINARIO SALCEDO S/N
(Ex Hospital de Pomalca)
Teléfono: (074) 416516

Fuente: Propia

Documento 6: Constancia de autorización y legalidad del área del terreno designado para investigación emitido por la Municipalidad de Pomalca.

Municipalidad de Pomalca

Creciendo junto a su pueblo

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Pomalca, 12 de junio del 2021

CARTA N° 67-2021-MDP/A

SEÑOR
YEAN CARLOS CHUSDEN DELGADO
Universidad Santo Toribio de Mogrovejo - USAT
Presente.-

Asunto: Dar respuesta a lo solicitado

Ref.: Expediente N° 2005-2021

Me dirijo a Ud. para expresarle mi cordial saludo a nombre de la Municipalidad Distrital de Pomalca, y a la vez hacerle poner en conocimiento que, en atención al documento de la referencia, solicita autorización y legalidad del Área del Terreno designado para realizar trabajo de investigación.

Razón por la cual, **AUTORIZO LA REALIZACION DE LA INVESTIGACION** e informo la **LEGALIDAD DE LA EXISTENCIA DE 15 HECTAREAS DE TERRENO,** destinada para Botadero Municipal.

Sin otro particular, me despido de usted, reiterando las muestras de mi especial consideración

Atentamente

JNLP/cets
C.c
Archivo

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE POMALCA
Abog. Julio Nestor Luzo Pomares
ALCALDE

CALLE APOLINARIO SALCEDO S/N
(Ex Hospital de Pomalca)
Teléfono: (074) 416516
mesadepartesvirtual@munimdp.gob.pe

Fuente: Propia

Documento 7: Declaración jurada de verificación de la no duplicidad del proyecto de tesis.

DECLARACIÓN JURADA

Yo, **CHUSDEN DELGADO YEAN CARLOS**, de nacionalidad peruana; con documento nacional de identidad N° 75709521, domiciliado en la provincia de Chiclayo, distrito de Pomalca. Urb. San Borja Mz.G Lt.15, estudiante de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, del curso de Proyecto de Tesis- Ciclo académico 2021-I DECLARO BAJO JURAMENTO que:

Verifiqué la no duplicidad del proyecto de tesis titulado: **DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE POMALCA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**, de verificarse que si existe el tema antes mencionado me pongo a plena disposición para las sanciones emitidas por la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo según corresponda.

La verificación de la no duplicidad se realizó en la medida que se pudo por la coyuntura nacional debido al Covid19.

Chiclayo, 20 de Junio del 2021

(firma)

Huella Dactilar

Fuente: propia.

ANEXO 02

ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS Y DE MECÁNICA DE SUELOS

Estudios topográficos

1. Objetivo

Realizar el levantamiento de topografía en el área de estudio y su vía de acceso principal para el diseño de la infraestructura para el tratamiento de residuos sólidos del distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque

2. Ubicación

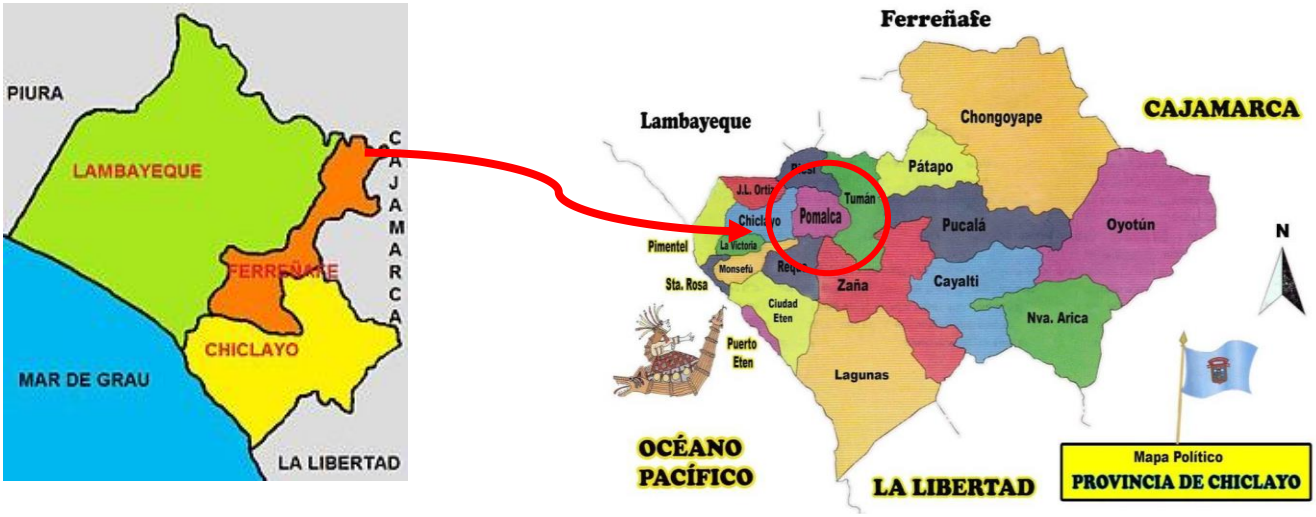
El lugar de estudio donde se proyectará la planta de tratamiento de residuos sólidos se encuentra ubicado en el distrito de Pomalca. Está ubicada a 4.5km aproximadamente de dicho distrito. Así mismo, a 30 minutos en carro de Pomalca hacia la zona mencionada. Está conectada mediante una trocha carrozable que pasa por los siguientes centros poblados de Pomalca; Los Seibos, San Antonio, Las Palmeras, Collud. El área de estudio es de mínimo 10 hectáreas para una vida útil de 20 años. Según "la Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales" del MINAM.

La vía de acceso principal levantada topográficamente que va del distrito de Pomalca hacia el área de proyecto es de 4 km. En la actualidad la vía de acceso es una trocha carrozable.

Macrolocalización del proyecto

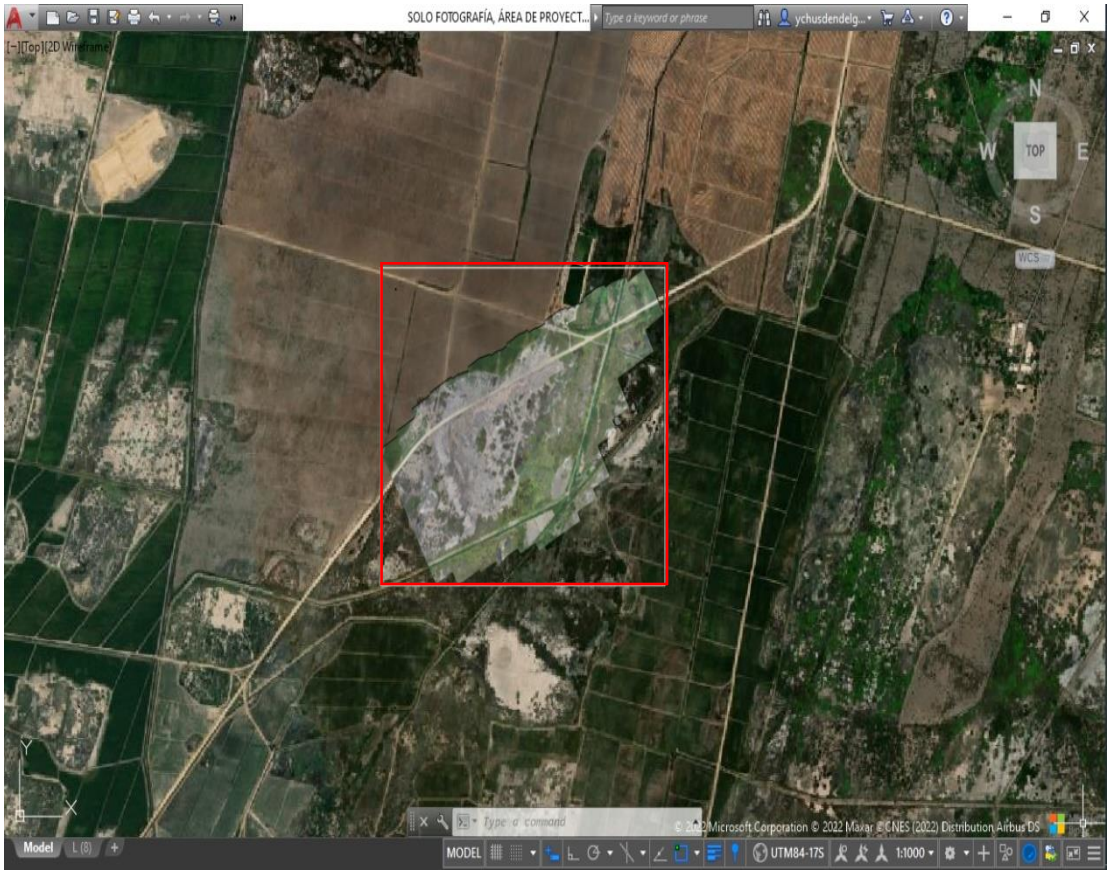
Figura 1: Ubicación del departamento de Lambayeque en el Perú

Figura 2: Ubicación del departamento de Lambayeque



Fuente: Municipalidad provincial de Chiclayo

Figura 3: Georreferenciación del área del proyecto



Fuente: Civil 3D

3. Límites y colindantes

3.1 Área de planta de tratamiento

POR EL NORTE: Encontramos por el este que limita con los vértices: P6, P7, P8, P9 y P10 con un perímetro total de esta franja de 372.88 metros de longitud, forma parte del terreno de la municipalidad distrital de Pomalca.

POR EL ESTE: Encontramos por el este que limita con los vértices: P4 y P10 con un perímetro total de esta recta de 409.59 metros de longitud, forma parte del terreno de la municipalidad distrital de Pomalca.

POR EL SUR: Encontramos por el sur que limita con los vértices, P4 y P5 con un perímetro total de esta recta de 496.11 metros de longitud, forma parte del terreno de la municipalidad distrital de Pomalca.

POR EL OESTE: Encontramos por el sur que limita con los vértices, P5 y P6 con un perímetro total de esta recta de 276.67 metros de longitud, forma parte del terreno de la municipalidad distrital de Pomalca.

3.2 Vía de acceso principal

De Norte al Sur se ubica la trocha carrozable (vía de acceso principal) que conecta el distrito de Pomalca hacia el área del proyecto. Siguiendo ese sentido tendremos los siguientes límites:

POR EL NORTE: Encontramos al distrito de Pomalca

POR EL ESTE: Encontramos Carretera a Pampa Grande, C.P. Collud, C.P. Ventarrón, Cultivos de caña de azúcar.

POR EL SUR: Encontramos el área del Proyecto, C.P. San Luis

POR EL OESTE: Encontramos C.P. Los Seibos, C.P San Antonio, C.P. Las Palmeras, Laguna de oxidación, Cultivos de azúcar.

4. Área y perímetro

4.1 Área de planta de tratamiento

Se realizó el levantamiento topográfico de 27 0099.70 m2 es decir de 27.009 has, con un perímetro total de 2303.82 metros lineales. Dicho terreno pertenece a la municipalidad del distrito de Pomalca, siendo la primera parte de esta área despejada y en algunos casos ocupada con la demolición y construcción (RCD) y en la parte

posterior como un botadero a cielo abierto. En el siguiente cuadro se mencionará los vértices totales de toda el área levantada topográficamente.

Tabla 1: Vértices del área total disponible

Vértice	Lado	Distancia	Ángulo Interno	Este	Norte
P1	P1 – P2	495.51	47°58’31’’	634134.699	9248575.481
P2	P2 – P3	31.90	144°33’3’’	633970.691	9248107.900
P3	P3 – P4	50.68	166°33’17’’	633944.634	9248089.504
P4	P4 – P5	496.11	178°17’14’’	633897.575	9248070.704
P5	P5 – P6	276.67	99°9’46’’	633431.574	9247900.506
P6	P6 – P7	104.39	106°13’43’’	633296.483	9248141.957
P7	P7 – P8	74.44	174°49’4’’	63369.709	9248216.357
P8	P8 – P9	60.21	171°8’31’’	633426.501	9248264.474
P9	P9 – P10	133.85	173°13’41’’	633477.883	9248295.856
P10	P10 – P4	409.59	112°2’44’’	633599.543	9248351.667

Fuente: propia

La zona localizada para el proyecto del “diseño de la infraestructura para el tratamiento de residuos sólidos del distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque” tiene un área de 14.734 has y un perímetro total de 1555.256 metros lineales. Con respecto al área mínima según MINAM para un relleno semimecanizado es de 10ha. El área del proyecto tiene los siguientes parámetros:

Tabla 2: Área y perímetro del proyecto

Cuadro de áreas		
Descripción	Valor	Unidad
Área	147340	m2
Área	14.734	ha
Perímetro	1555.256	m

Fuente: propia

Tabla 3: Vértices del área de proyecto

Vértice	Lado	Distancia	Ángulo Interno	Este	Norte
P4	P4 – P5	496.11	178°17’14’’	633897.575	9248070.704
P5	P5 – P6	276.67	99°9’46’’	633431.574	9247900.506
P6	P6 – P7	104.39	106°13’43’’	633296.483	9248141.957
P7	P7 – P8	74.44	174°49’4’’	63369.709	9248216.357
P8	P8 – P9	60.21	171°8’31’’	633426.501	9248264.474
P9	P9 – P10	133.85	173°13’41’’	633477.883	9248295.856
P10	P10 – P4	409.59	112°2’44’’	633599.543	9248351.667

Fuente: propia

4.2 Vía de acceso principal

La vía de acceso principal localizada para el proyecto tiene una longitud de 4km de levantamiento topográfico. Las siguientes características de este levantamiento es el siguiente:

Tabla 4: BMS sistema WGS-84 zona 17S

Punto	Este	Norte	Elevación	Descripción
2	633400.477	9248255.962	9.726	BM1
9	634036.790	9248544.672	10.464	BM2
129	634657.231	9248796.149	13.204	BM3
135	634986.324	9249109.087	13.438	BM4
347	635224.532	9250093.897	16.453	BM5
608	635554.859	9251342.718	18.267	BM6

Fuente: propia

Tabla 5: Elementos y características de curva.

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA													
NÚMERO PI	SENTIDO DE CURVA	DIRECCIÓN	RADIO	T	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE	SOBRE ANCHO
C: 1	1	S23° 25’ 03”W	200.00	7.84	15.67	0.15	0.15	0+094.31	0+086.46	0+102.14	9251282.77	635523.37	0.549
C: 2	−1	S18° 47’ 01”W	200.00	24.13	47.91	1.45	1.44	0+299.21	0+275.08	0+323.11	9251098.07	635434.63	0.549
C: 3	1	S12° 32’ 10”W	200.00	2.21	4.41	0.01	0.01	0+792.30	0+790.09	0+794.51	9250615.36	635332.87	0.549
C: 4	−1	S12° 42’ 56”W	2453.56	19.40	38.80	0.08	0.08	0+920.60	0+901.20	0+940.00	9250490.43	635303.64	0.102
C: 5	1	S12° 47’ 22”W	1863.10	17.14	34.27	0.08	0.08	1+312.86	1+295.73	1+330.00	9250107.12	635220.33	0.121
C: 6	1	S13° 31’ 26”W	2691.37	9.74	19.48	0.02	0.02	1+680.26	1+670.52	1+690.00	9249749.60	635135.71	0.097
C: 7	1	S40° 29’ 17”W	220.00	110.92	198.09	26.38	23.56	2+539.53	2+428.61	2+634.08	9248914.89	634931.74	0.512

Fuente: propia.

5. Recursos empleados

5.1 Personal de apoyo

- 01 topógrafo
- 02 prismeros

5.2 Equipos de topografía

- 01 dron topográfico - Dron Phantom 4 Pro
- 01 estación Total - Leica FlexLine TS06
- 01 trípode
- 02 primas topográficos
- 01 cinta métrica

5.3 Herramientas o elementos

- 10 estacas de varilla corrugada de acero de ½’’
- 02 kilos de yeso para colocar los BM
- 01 spray color rojo
- 01 comba

5.4 Equipo de gabinete

- 01 laptop HP AMD A 12-9720P RADEON R7
- Microsoft Office
- Global Mapper
- AutoCAD
- Civil 3D

5.5 Elementos de comunicación

- Celulares personales para coordinación de BMS y puntos
- Moto taxi para traslado de equipo y brigada

6. Cronograma de actividades

Tabla 6: Cronograma de actividades de levantamiento topográfico.

Actividad	Día	Tiempo	Responsable
Reconocimiento del terreno	27/01/2022	1 hora	Brigada
Levantamiento topográfico del área del proyecto	28/01/2022	5 horas	Brigada
Levantamiento topográfico de la vía de acceso principal	31/01/2022	5 horas	Brigada
Procesamiento de información	02/02/2022	8 horas	Brigada
Delimitación de las 14.73 hectáreas	06/02/2022	4 horas	Brigada
Elaboración de Informe	08/02/2022	4 horas	Brigada

Elaboración: propia

7. Explicación del trabajo de campo

El siguiente proyecto tiene tres etapas, las cuales se realizaron para poder llevar un óptimo trabajo topográfico del proyecto. Así mismo, este trabajo está comprendido respecto a los días que se realizó dicha actividad.

7.1 Reconocimiento del terreno

El día jueves 27 de enero del 2022, se inició a las 09:00 am un reconocimiento del terreno, con la intención de facilitar el trabajo de campo, reconociendo las ubicaciones de los BMS a colocarse. Esto nos ayudó a utilizar la menor cantidad de BMS y por ende la menor cantidad de cambios de estación, dando como resultado un trabajo realizado en menor tiempo posible.

7.2 Levantamiento topográfico

a) Día 01

Al siguiente día, viernes 28 de enero del 2022 se empezó desde las 08: 00 am el levantamiento topográfico. Se utilizó la estación total con la intención de tener los puntos foto control. En el área de proyecto se utilizó dos BMS que estaban ubicadas en la trocha carrozable. Así mismo, se ubicó el perímetro del área de proyecto. Por otro lado, como el terreno es llano facilitó la visibilidad. Posterior a ello, se utilizó un dron topográfico Dron Phantom 4 Pro, para el levantamiento del área. El

procedimiento que se le designo y configuró al dron es el siguiente: Se configuró el equipo Dron para poder volar sobre el terreno, es decir el plan de vuelo, se procede a realizar el vuelo, mencionaremos algunas de las características; número de imágenes es de 147, altura media de vuelo es de 146m, entre otras. La duración del vuelo es de aproximadamente 20 minutos. Más detalle de la configuración del Dron se anexará en su respectivo documento.

El área levantada es de 27.00997 ha con un perímetro de 2303.82 ml

a) Día 02

El día lunes 31 de enero del 2022 se empezó desde las 08:00 am el segundo levantamiento topográfico que consistía en el levantamiento de la trocha carrozable que conecta el distrito de Pomalca hacía el área en proyecto. Teniendo en total 06 BMS, incluyendo los 02 BMS que fueron tomados como punto foto control para el dron topográfico. El terreno es llano, eso facilitó la visibilidad y no recurrir tanto a cambios de estación, más que por la distancia máxima de cambio recomendada. La distancia levantada para esta vía es de 4000 ml es decir 4 km.

8. Explicación del trabajo de gabinete

8.1 Procesamiento de información obtenido en campo

La base de datos se almacenó tanto en el almacenamiento de la Estación total como en el Dron topográfico. Con respecto a la estación total, los datos en ella se descargaron en un formato Excel, se ordenó y se importó al programa Civil 3D.

Con respecto a la información almacenada en el DRON topográfico, el proceso de gabinete es el siguiente: se descargan el total de fotos áreas tomadas en campo mediante el plan de vuelo.

8.2 Trazo preliminar

Se realizó el dibujo preliminar de los planos topográficos, constituyendo la planimetría y la triangulación, llamada también breaklines o máscaras. Esto nos ayudará a poder manejar, ordenar el seguimiento de las curvas de nivel. De esta manera generamos el área del proyecto levantado mediante mallas de triangulación. Los triángulos en particular representan la interpolación de las curvas de nivel, se ha tenido en cuenta la

revisión cuidadosa de toda el área para así evitar que se genere errores en la interpretación de dichas curvas.

Con respecto al Dron topográfico. Luego de haber descargado las fotos procedemos a procesar en el programa Agisoft Metashape, unimos en programa importando las fotos, seguiremos el siguiente procedimiento: añadir fotos, orientación de fotos, crear nubes de puntos BMs, crear malla, crear textura, crear modo telsa, crear modelo digital de elevaciones, crear ortomosaico.

Más detalles sobre la configuración y manejo del Dron topográfico en el levantamiento del área del proyecto, se colocará como: FOTOGRAMETRÍA - ÁREA DE PROYECTO, POMALCA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE en el informe en anexos.

8.3 Resultados del levantamiento topográfico

Para la presentación del informe topográfico los resultados de la interpretación del trabajo de campo mediante el trabajo de gabinete serán mediante planos topográficos, en ellos se plasma la representación de las curvas de nivel, cuadros de coordenadas UTM con su respetiva descripción, ubicación de los puntos de control, cambios de eje, se presenta una fotogrametría satelital del área del proyecto realizada por el DRON topográfico. Se calculó el área levantada y el perímetro de dicha área, para el proyecto de la planta de tratamiento.

8.4 Realización de los planos topográficos

Dicho lo anterior a cerca de la realización del trabajo de campo y gabinete, obtendremos como resultados los planos topográficos. Se elaboraron los siguientes planos topográficos:

a) Área del proyecto

- Plano de ubicación y localización.
- Plano perimétrico.
- Plano de curvas de nivel.
- Plano de fotogrametría

b) Vía de acceso principal

- Plano de ubicación y localización.
- Plano de curvas de nivel.
- Plano planta y curvas de nivel con sus perfiles longitudinales
- Plano de secciones transversales.

9. Conclusiones

- El suelo de la zona del proyecto tiene una topografía llana.
- El área total del terreno es 27 0099.70 m2 es decir 27 ha.
- El perímetro total de terreno es de 2303.82 m.
- El área tomada para el proyecto de infraestructura de residuos sólidos es de 147340 m2 es decir 14.734 ha.
- El perímetro del área del proyecto es de 1555.256 m.
- El terreno señala una topografía llana, con pendientes no mayores a 2%.
- El levantamiento de la vía de acceso es de 4km.

10. Recomendaciones

- Se recomienda realizar una visita preliminar a la zona de estudio.
- Usar equipos topográficos calibrados.
- Realizar el levantamiento topográfico desde temprano del día.
- Llevar dos o más prismeros para levantar más puntos topográficos.

11. Anexos

11.1 Panel fotográfico

Figura 4: Reconocimiento del terreno junto con brigada

Fuente: propia

Figura 5: Colocación de estación uno, E.1

Fuente: propia

Figura 6: Puntos para el levantamiento topográfico

Fuente: propia

Figura 7: Uso del Dron topográfico Phanton 4 Pro

Fuente: propia

Figura 8: Dron topográfico Phanton 4 Pro

Elaboración: propia

Figura 9: Levantamiento topográfico de la vía principal

Fuente: propia

Figura 10: 2do día de levantamiento topográfico de la vía principal

Fuente: propia

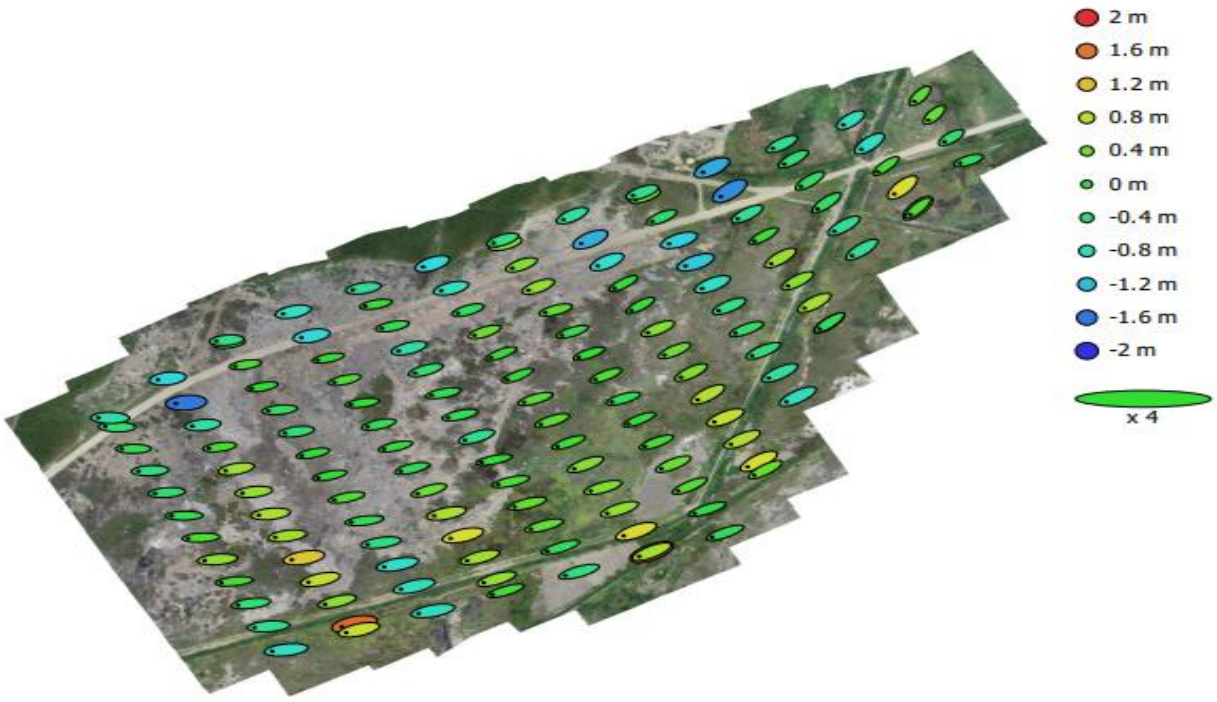
Figura 11: 2do día de levantamiento, unión con vía asfaltada

Fuente: propia

Figura 12: Fotogrametría del área del proyecto 27 ha.

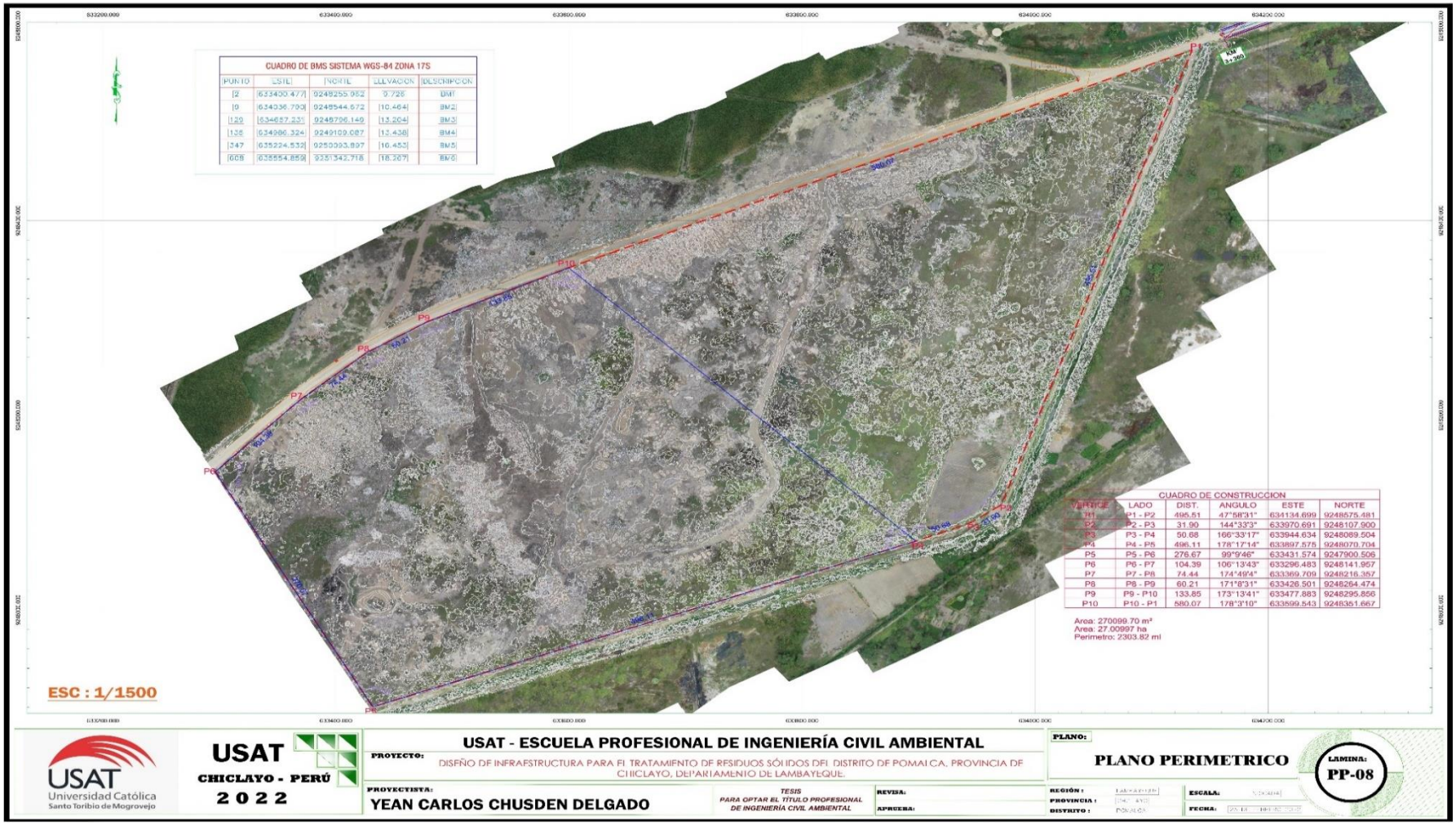
Fuente: propia mediante Dron Phanton 4 Pro

Figura 13: Posiciones de cámaras para el levantamiento del área del proyecto.



Fuente: propia mediante Dron Phanton 4 Pro

Figura 14: Plano perimétrico del área del proyecto



Fuente: propia

FOTOGRAMETRIA - BOTADERO POMALCA

U.S.A.T _ TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

"DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL DISTRITO DE POMALCA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE".

11 February 2022

Datos del levantamiento

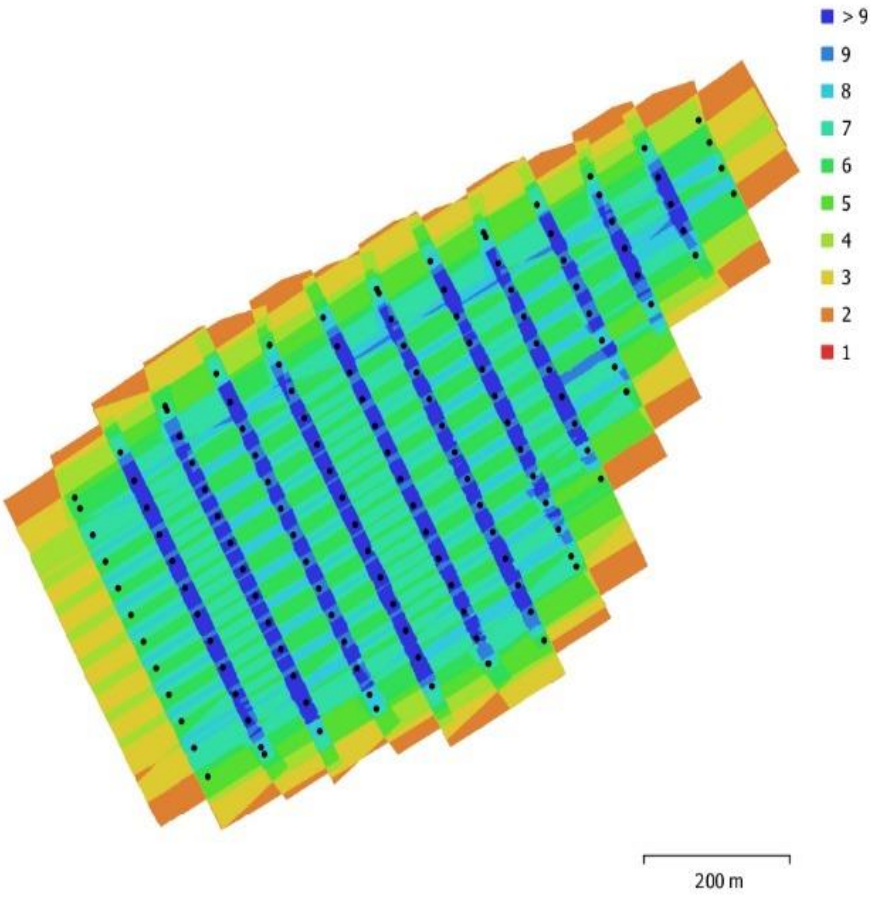


Fig. 1. Posiciones de cámaras y solapamiento de imágenes.

Número de imágenes:	147	Panorámicas multicámara:	146
Altitud media de vuelo:	146 m	Puntos de paso:	111,400
Resolución en terreno:	3.3 cm/pix	Proyecciones:	417,093
Área cubierta:	0.517 km^2	Error de reproyección:	0.471 pix

Modelo de cámara	Resolución	Distancia focal	Tamaño de píxel	Precalibrada
FC6310S (8.8mm)	5472 x 3648	8.8 mm	2.41 x 2.41 micras	No

Tabla 1. Cámaras.

Calibración de cámara

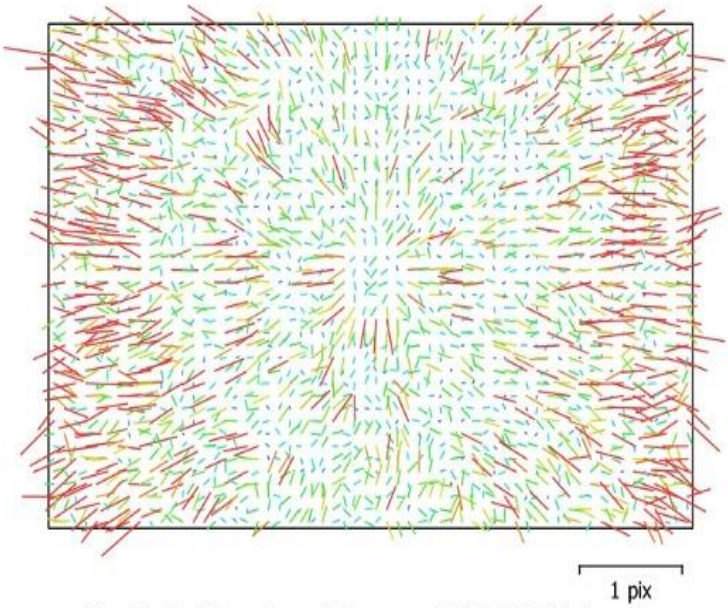


Fig. 2. Gráfico de residos para FC6310S (8.8mm).

FC6310S (8.8mm)

147 imágenes

Tipo	Resolución	Distancia focal	Tamaño de píxel
Cuadro	**5472 x 3648**	**8.8 mm**	**2.41 x 2.41 micras**

	Valor	Error	F	K1	K2	K3	K4	P1	P2
F	**4044.46**	3.1	1.00	-0.09	-0.44	0.65	-0.72	-0.19	0.02
K1	**-0.00337363**	6.4e-005		1.00	-0.83	0.64	-0.53	0.01	-0.01
K2	**-0.0577294**	0.00041			1.00	-0.96	0.91	0.10	-0.00
K3	**0.155983**	0.0011				1.00	-0.99	-0.14	0.01
K4	**-0.112973**	0.00096					1.00	0.15	-0.01
P1	**-0.000569512**	2.5e-006						1.00	-0.02
P2	**6.3586e-005**	2.5e-006							1.00

Tabla 2. Coeficientes de calibración y matriz de correlación.

Posiciones de cámaras

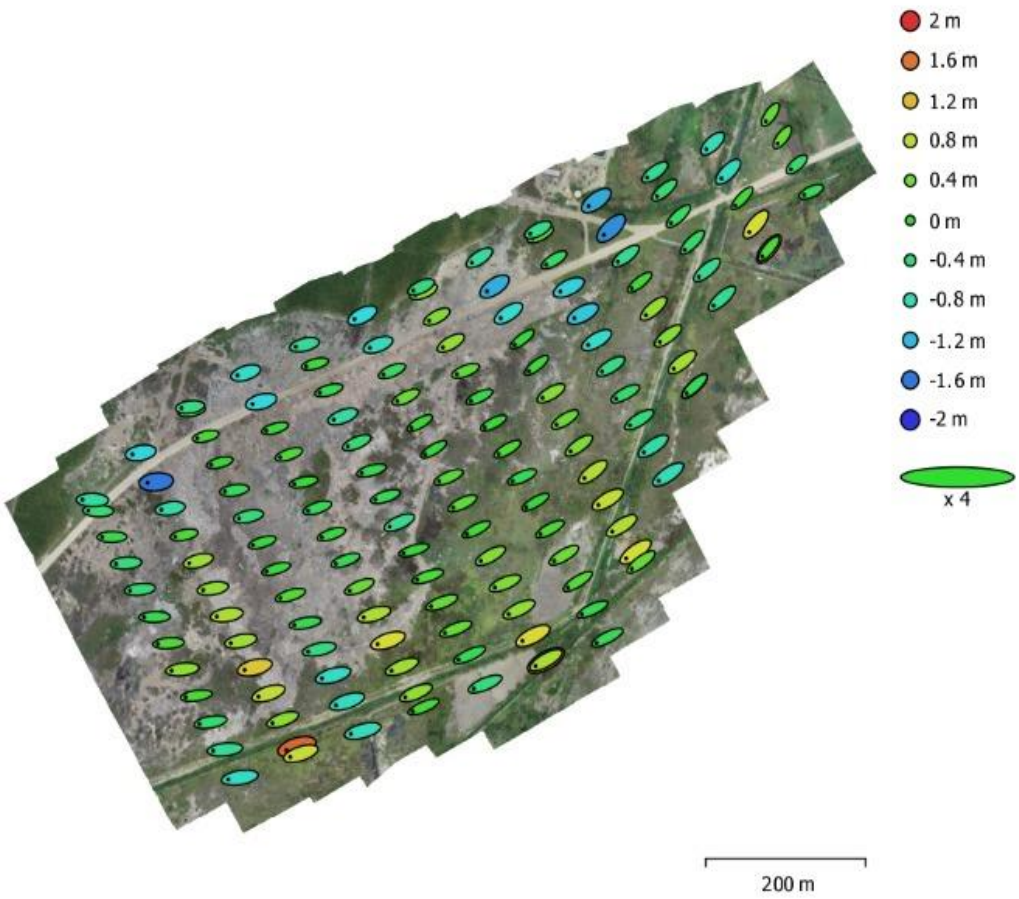


Fig. 3. Posiciones de cámaras y estimadores de error.
El color indica el error en Z mientras el tamaño y forma de la elipse representan el error en XY.
Posiciones estimadas de las cámaras se indican con los puntos negros.

Error en X (m)	Error en Y (m)	Error en Z (m)	Error en XY (m)	Error combinado (m)
5.7223	2.62392	0.606084	6.29521	6.32432

Tabla 3. Errores medios de las posiciones de cámaras.
X - Este, Y - Norte, Z - Altitud.

Parámetros de procesamiento

Generales	
Cámaras	147
Cámaras orientadas	146
Marcadores	7
Formas	
Polilíneas	98
Polígonos	76294
Sistema de coordenadas	WGS 84 / UTM zone 17S (EPSG::32717)
Angulo de rotación	Guiñada, cabeceo, alabeo

Nube de puntos

Puntos	111,400 de 174,342
RMS error de reproyección	0.145075 (0.47073 pix)
Error de reproyección máximo	0.732841 (20.91 pix)
Tamaño promedio de puntos característicos	3.26748 pix
Colores de puntos	3 bandas, uint8
Puntos clave	No
Multiplicidad media de puntos de paso	3.49109

Parámetros de orientación

Precisión	Alta
Pre-selección genérica	Sí
Pre-selección de referencia	Sí
Puntos claves por foto	40,000
Puntos de paso por foto	4,000
Adaptativo ajuste del modelo de cámara	Sí
Tiempo búsqueda de emparejamientos	4 minutos 8 segundos
Tiempo de orientación	2 minutos 18 segundos

Parámetros de optimización

Parámetros	f, k1-k4, p1, p2
Adaptativo ajuste del modelo de cámara	No
Tiempo de optimización	4 segundosVersión del programa 1.5.2.7838

Mapas de profundidad

Número	142

Parámetros de obtención de mapas de profundidad

Calidad	Alta
Nivel de filtrado	Leve
Tiempo de procesamiento	30 minutos 56 segundosVersión del programa

Nube de puntos densa

Puntos	90,396,253
Colores de puntos	3 bandas, uint8

Parámetros de obtención de mapas de profundidad

Calidad	Alta
Nivel de filtrado	Agresivo
Tiempo de procesamiento	31 minutos 7 segundos

Parámetros de generación de la nube densa

Tiempo de procesamiento	25 minutos 16 segundosVersión del programa

Modelo

Caras	9,556,067

Generales

Vértices	4,780,237
Colores de vértices	3 bandas, uint8
Textura	4,096 x 4,096, 4 bandas, uint8

Parámetros de obtención de mapas de profundidad

Calidad	Alta
Nivel de filtrado	Leve
Tiempo de procesamiento	30 minutos 56 segundos

Parámetros de reconstrucción

Tipo de superficie	Arbitrario
Datos fuente	Mapas de profundidad
Interpolación	Habilitada
Máscaras volumétricas estrictas	No

Tiempo de procesamiento	2 horas 16 minutos

Parámetros de texturizado

Modo de mezcla	Mosaico
Tamaño de textura	4,096
Habilitar el cierre de agujeros	Sí
Habilitar el filtro de efecto fantasma	Sí
Tiempo de mapeado en UV	1 minuto 12 segundos
Tiempo de mezcla	14 minutos 34 segundosVersión del programa

Modelo de teselas

Textura	3 bandas, uint8

Parámetros de obtención de mapas de profundidad

Calidad	Alta
Nivel de filtrado	Agresivo
Tiempo de procesamiento	31 minutos 7 segundos

Parámetros de reconstrucción

Datos fuente	Nube de puntos densa
Tamaño de tesela	256
Número de caras	Media
Tiempo de procesamiento	2 horas 3 minutosVersión del programa

1.5.2.7838

Modelo digital de elevaciones

Tamaño	24,291 x 22,353
Sistema de coordenadas (EPSG::32717)	WGS 84 / UTM zone 17S

Parámetros de reconstrucción

Datos fuente	Nube de puntos densa
Interpolación	Habilitada
Tiempo de procesamiento	5 minutos 58 segundosVersión del programa

Ortomosaico

Tamaño	33,086 x 27,752

Sistema de coordenadas (EPSG::32717)	WGS 84 / UTM zone 17S
Colores	3 bandas, uint8

Parámetros de reconstrucción

Modo de mezcla	Mosaico
Superficie	Modelo digital de elevaciones
Permitir el cierre de agujeros	Sí
Tiempo de procesamiento	9 minutos 11 segundosVersión del programa

Software

Versión	1 5.2 build 7838
Plataforma	Windows 64

LABORATORIO LINUS E.I.R.L.
SERVICIOS DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS
PAVIMENTOS, ASFALTOS Y ANÁLISIS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
RESOLUCIÓN Nº 031616-2019/DSD – INDECOPI
RUC. 20605369139

INFORME TÉCNICO

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO

"DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL DISTRITO DE POMALCA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"

UBICACIÓN

DISTRITO	:	POMALCA
PROVINCIA	:	CHICLAYO
REGIÓN	:	LAMBAYEQUE

SOLICITANTE

CHUSDEN DELGADO YEAN CARLOS

LAMBAYEQUE, MARZO DEL 2022

Mario Ramirez Dejo
GERENTE GENERAL
LABORATORIO LINUS E.I.R.L.

OSCAR LUZQUIÑOS RODRIGUEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 31338

Estudio e Mecánica de Suelos

1. Objetivo

Definir el perfil estratigráfico del área de estudio, la constitución de cada elemento de dicho perfil, las propiedades mecánicas y físicas que se pueda obtener de cada calicata realizada en el área de proyecto, con el fin de estar acorde con las normas vigentes con respecto al estudio de mecánica de suelos.

2. Ubicación

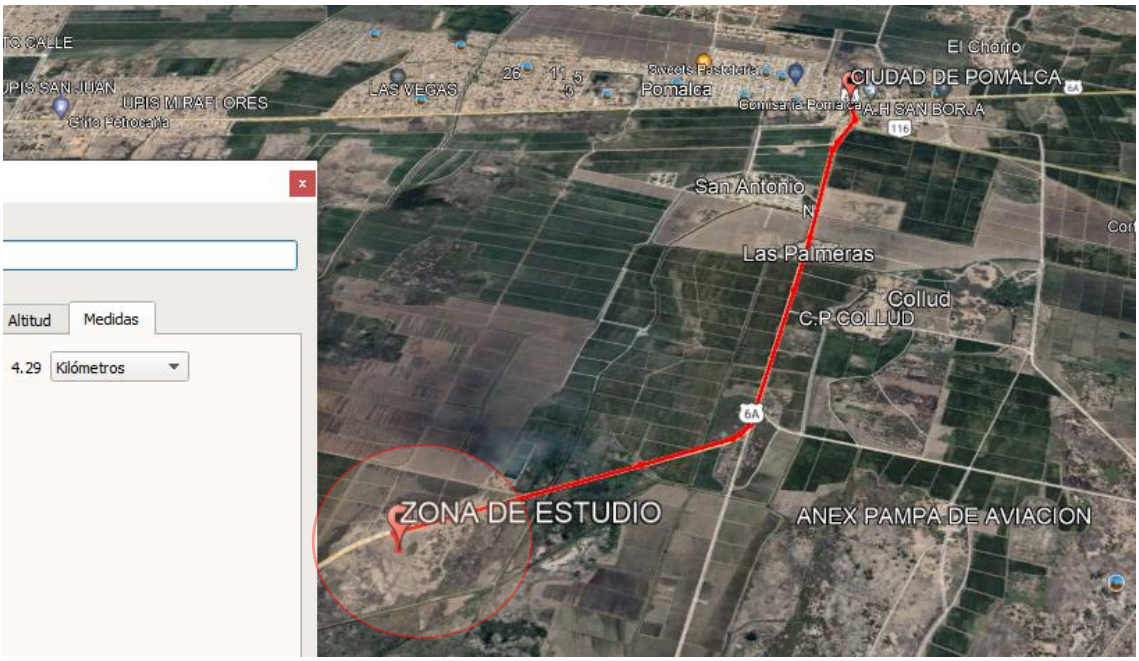
El área de proyecto y por ende de estudio de esta investigación se encuentra ubicado en el distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

3. Accesibilidad del área del proyecto

Teniendo como referencia el distrito de Pomalca, llegar a la zona de estudio toma de 15 a 20 minutos aproximadamente. Está conectada mediante una vía de acceso, siendo una trocha carrozable. No se presenta inconvenientes para llegar al área del proyecto.

En la siguiente gráfica se presenta el mapa de la distancia que hay del distrito de Pomalca hacia la zona de proyecto. Así mismo, se puede apreciar la zona de estudio.

Figura 15: Distancia del distrito de Pomalca hacia la zona del proyecto



Fuente: Google Earth.

Tabla 7: Coordenadas del área de proyecto

Vértice	Lado	Distancia	Este	Norte	Zona
P4	P4 – P5	496.11	633897.575	9248070.704	17M
P5	P5 – P6	276.67	633431.574	9247900.506	17M
P6	P6 – P7	104.39	633296.483	9248141.957	17M
P7	P7 – P8	74.44	63369.709	9248216.357	17M
P8	P8 – P9	60.21	633426.501	9248264.474	17M
P9	P9 – P10	133.85	633477.883	9248295.856	17M
P10	P10 – P4	409.59	633599.543	9248351.667	17M

Fuente: propia

4. Condiciones geológicas

4.1 Geomorfología

Si tomamos como referencia la ciudad de Chiclayo, el distrito de Pomalca se encuentra al lado Este de dicha provincia, a una altitud de 45 msnm. En sentido general presenta propiedades geomorfológicas descritas como “Valle Aluvial” (V – a). Así mismo, esta zona se caracteriza por tener topografía relativamente llana de baja pendiente.

Prevalece el recubrimiento de sedimentos de origen aluvial, ocasionados por el arrastre de suelos residuales.

4.2 Geodinámica externa

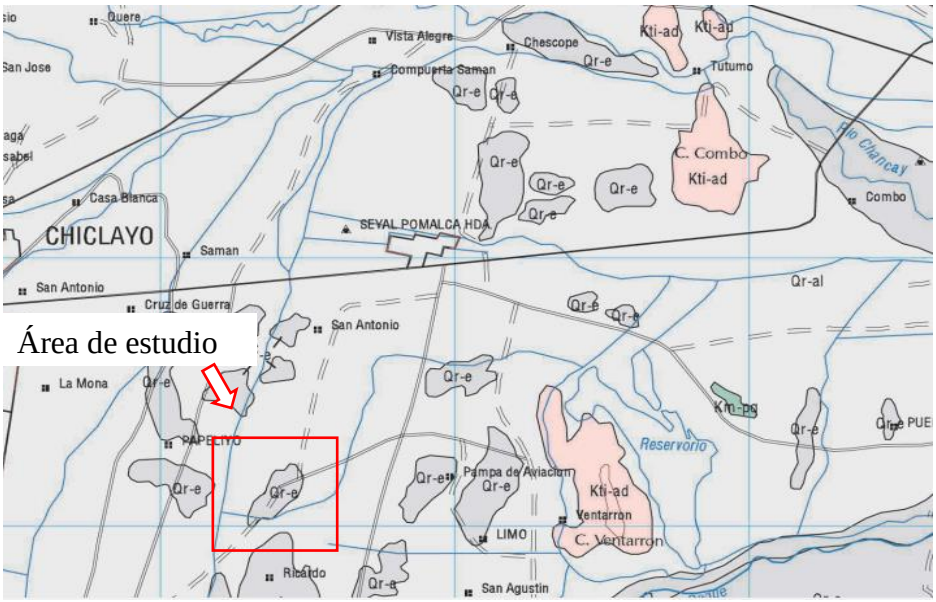
La geodinámica externa refiere y se acentúa en los meses de precipitaciones pluviales en tiempo de periodos extraordinarios vinculado con el fenómeno “El Niño” como el ocasionado en abril del 2017. Denominado como extremadamente lluvioso, produciendo aniego e imposibilitando el normal transcurso de vehículos y pobladores, en el distrito y alrededor.

El área del proyecto y por ende la superficie de esta se encuentra estable y no presenta problemas geodinámicos de inestabilidad, tipo derrumbes o deslizamientos. Por otro lado, no se han apreciado fallas geológicas estructurales dado que su presencia afectaría la seguridad del proyecto en sí.

4.3 Geología

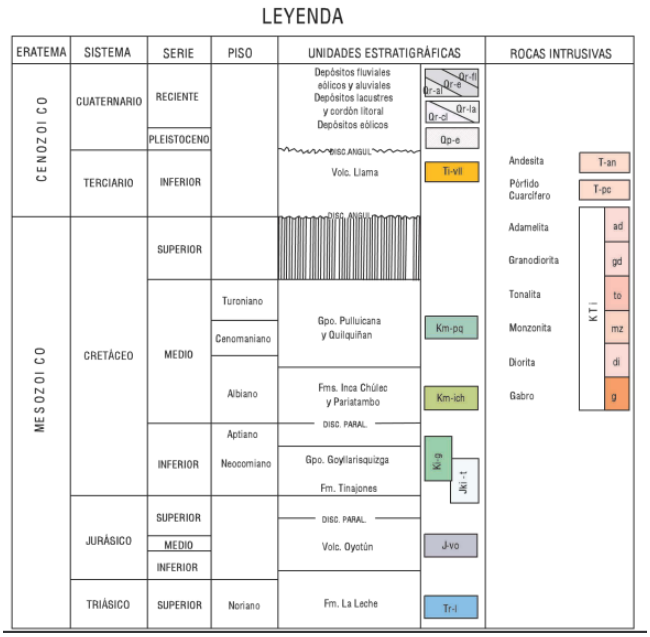
El distrito de Pomalca tiene las siguientes características geológicas: depósito aluvial, eólico reciente y adamelita (Qr-al, Qr-e y KTi-ad). Es decir, depósitos fluviales y aluviales, sistema cuaternario, Eratema Cenozoico. Así mismo, mencionar que los suelos granulares están a mayor profundidad que los suelos finos [3].

Figura 16: Geología de la zona del proyecto



Fuente: INGEMET Mapa geológico del cuadrángulo de Chiclayo [3].

Figura 17: Leyenda de la geología de la zona del proyecto



Fuente: INGEMET Mapa geológico del cuadrángulo de Chiclayo [3].

5. Normatividad

El siguiente proyecto se basa y se sustenta en las siguientes normas: Norma E. 030 Diseño Sismo Resistente y E 050 Suelos y Cimentaciones del Reglamente Nacional de Edificaciones.

6. Ensayos de laboratorio

Se extraerá muestras a cielo abierto, mediante pozos de exploración o calicatas. Los ensayos elaborados en este proyecto son los siguientes:

- Análisis Mecánico por Tamizado	ASTM – D-422 - NTP 339.128
- Límite Líquido	ASTM – D-423 - NTP 339.129
- Límite Plástico	ASTM – D-424 - NTP 339.129
- Índice de Plasticidad	ASTM – D-425 - NTP 339.129
- Humedad Natural	ASTM – D-2216- NTP 339.127
- Corte Directo	ASTM – D-3080- NTP 339.171
- Contenido de Sales	BS – 1377 - NTP-339-152
- Proctor modificado	ASHTO T 180
- California Bearing Ratio (CBR)	ASTM–D1883, MTC E132

7. Metodología planificada para el presente estudio

Con el objetivo de lograr la meta trazada hasta el nivel de detalle que amerita, se realizó previa coordinación la siguiente programación ordenada de actividades:

- Análisis teórico de la información previa de la zona del proyecto.
- Reconocimiento de campo. Se ejecutó una efectiva trayectoria a lo largo y alrededores de la zona del proyecto. Mediante la observación y junto con la anotación se realizó el trabajo previo, teniendo en cuenta los parámetros que pudieran involucrar la integridad física de las áreas que conforman el proyecto.
- Se realizaron trabajos de campo y laboratorio. Se ejecutó un programa de exploración del subsuelo con la denominada exploración a cielo abierto, pozos o calicatas.
- Con este procedimiento de exploración, se extrajeron muestras en estado totalmente alterado para realizar a cabo los ensayos de laboratorio
- Análisis e interpretación de la información encontrada.
- Elaboración del informe del estudio de mecánica de suelos de este proyecto.

8. Trabajo de campo

Se realizó el trabajo de campo el día 22 de marzo del 2022. Este trabajo consistía en hacer las excavaciones, es decir, las calicatas en los puntos estratégicos de la planta de tratamiento de residuos sólidos proyectada.

A las 7:00 am llegamos al área del proyecto. Se necesitó a tres personas que realizaron las excavaciones y una para la movilidad y seguridad del mismo.

Con el propósito de obtener los perfiles estratigráficos del suelo del área de estudio, se realizaron 08 calicatas a cielo abierto. Las que corresponde al área del relleno sanitario se excavaron a 3m de profundidad las otras 6 calicatas se excavaron a 1.50m de profundidad. Es importante mencionar que no se descubrió el nivel freático. En la siguiente tabla se presenta la distribución de ellas en las estructuras dentro del área del proyecto.

Tabla 8: Distribución de calicatas

Calicata	Estructura del proyecto
C1	Planta de reciclaje
C2	Planta de compostaje
C3	Planta de compostaje
C4	Relleno sanitario
C5	Relleno sanitario
C6	Relleno sanitario
C7	Área administrativa
C8	Vía de acceso interna

Fuente: propia

Figura 18: Ubicación de calicatas realizadas

Fuente: propia

Tabla 9: Coordenadas UTM de las calicatas a explorar

Cuadro de coordenadas (UTM WGS84) - 17S			
Calicatas	Este	Norte	Descripción
C-01	633701.8523	9248237.6742	Planta de reciclaje
C-02	633637.5972	9248201.0589	Planta de compostaje
C-03	633673.8546	9248163.8346	Planta de compostaje
C-04	633453.9112	9248174.5717	Relleno Sanitario
C-05	633444.3798	9248120.0206	Relleno Sanitario
C-06	633434.9122	9248065.8349	Relleno Sanitario
C-07	633630.2442	9248283.0047	Área de Administración
C-08	633539.3927	9248238.4724	Vía de acceso interna

Fuente: propia

8.1 Recorrido y reconocimiento del terreno

Se caminó en la zona de estudio en relación al terreno a intervenir. El fin de este recorrido es conocer características del terreno y señalar las zonas donde se realizarán las exploraciones de suelo. En dicho recorrido del terreno se encontró:

Tabla 10: Suelos encontrados

CALICATA	TIPO DE SUELO
C1	SC – ARENAS ARCILLOSAS
C2	CL – ARCILLAS DE MEDIANA PLASTICIDAD
C3	SC – ARENAS ARCILLOSAS
C4	SC-SM – ARENAS LIMOARCILLOSAS
C5	SC-SM – ARENAS LIMOARCILLOSAS
C6	SC – ARENAS ARCILLOSAS
C7	CL – ARCILLAS DE MEDIANA PLASTICIDAD
C8	SC – ARENAS ARCILLOSAS

Fuente: propia

8.2 Exploraciones realizadas

8.2.1 Zona de reciclaje

En el área donde estará ubicado la ZONA DE RECICLAJE se ha realizado un (01) pozo exploratorio a través de una (01) calicata a cielo abierto.

En esta etapa se ha tomado muestras alteradas en dicha calicata con el objetivo de encontrar y determinar las características del suelo.

La calicata explorada se ha ubicado en el mismo lugar donde se va a proyectar, de tal forma que se logre la información requerida para el estudio.

La profundidad alcanzada en este pozo de exploración es de 1.50 m. El registro de exploración se muestra en Anexos.

a) Perfil estratigráfico

Tabla 11: perfil estratigráfico de calicata C1

CALICATA	PROF. (Metros)	DESCRIPCIÓN	TIPO DE SUELO	L.L	L.P	I.P	% HUMEDAD	% SALES
C1	1.5 mts.	**ZONA DE RECICLAJE**	SC	28.21	16.04	12.17	9.84	0.04

Fuente: propia

b) Proctor Modificado

Es imprescindible que la compactación de los materiales se desarrolle en referencia a la normas y procedimientos técnicos establecidos.

Es Por esta razón, la densidad especificada en el ensayo de Proctor Modificado es la garantía para prevenir la depresión por consolidación de los materiales que finalmente que inducen a rajaduras y colapso del afirmado.

Se descartará los fragmentos o piedras mayores a 2'' con el objetivo de lograr una óptima compactación del afirmado.

Tabla 12: Características física y de resistencia de C1

CALICATA	MAX. DENSIDAD SECA	ÓPTIMO DE HUMEDAD	C.B.R. – 100%	C.B.R. – 95%
C1	1.85 Gr/cm3	13.72%	13%	7.9%

Fuente: propia

c) Sustancias agresivas al concreto

Los resultados del análisis químico de sales solubles totales, en concordancia a las recomendaciones de la NTP 339.152 (BS 1377), que el suelo analizado se localiza dentro del rango "DESPRECIABLE" teniendo un porcentaje de 0.04% de concentración de sales.

8.2.2 Zona de compostaje

En el área donde estará ubicado la ZONA DE COMPOSTAJE se ha realizado dos (02) pozos exploratorios a través de dos (02) calicatas a cielo abierto.

En esta etapa se han tomado muestras alteradas en dichas calicatas con el objetivo de encontrar y determinar las características del suelo.

Las calicatas exploradas se han ubicado en el mismo lugar donde se va a proyectar, de tal forma que se logre la información requerida para el estudio.

La profundidad alcanzada en estos pozos de exploración es de 1.50 m. El registro de exploración se muestra en Anexos.

a) Perfil estratigráfico

Tabla 13: perfil estratigráfico de calicata C2 y C3

CALICATA	PROF. (Metros)	DESCRIPCIÓN	TIPO DE SUELO	L.L	L.P	I.P	% HUMEDAD	% SALES
C2	1.5 mts.	ZONA COMPOSTAJE	CL	35.89	18.90	16.99	11.71	0.03
C3	1.5 mts.	ZONA COMPOSTAJE	SC	36.40	22.86	13.54	12.60	0.05

Fuente propia

b) Proctor Modificado

Es imprescindible que la compactación de los materiales se desarrolle en referencia a la normas y procedimientos técnicos establecidos.

Es Por esta razón, la densidad especificada en el ensayo de Proctor Modificado es la garantía para prevenir la depresión por consolidación de los materiales que finalmente que inducen a rajaduras y colapso del afirmado.

Se descartará los fragmentos o piedras mayores a 2'' con el objetivo de lograr una óptima compactación del afirmado.

Tabla 14: Características física y de resistencia de C2 y C3

CALICATA	MAX. DENSIDAD SECA	ÓPTIMO DE HUMEDAD	C.B.R. – 100%	C.B.R. – 95%
C2	1.80 Gr/cm3	14.25 %	9.8%	6%
C3	1.87 Gr/cm3	13.23 %	13.3%	8.1%

Fuente: propia

c) Sustancias agresivas al concreto

Los resultados del análisis químico de sales solubles totales, en concordancia a las recomendaciones de la NTP 339.152 (BS 1377), que el suelo analizado se localiza dentro del rango "DESPRECIABLE" teniendo un porcentaje de 0.04% de concentración de sales.

8.2.3 Relleno Sanitario

En el área donde estará ubicado la RELLENO SANITARIO se ha realizado tres (03) pozos exploratorios a través de calicatas a cielo abierto.

En esta etapa se han tomado muestras alteradas en dichas calicatas con el objetivo de encontrar y determinar las características del suelo.

Las calicatas exploradas se han ubicado en el mismo lugar donde se va a proyectar, de tal forma que se logre la información requerida para el estudio.

La profundidad alcanzada en este pozo de exploración es de 3.00 m. El registro de exploración se muestra en Anexos.

a) Perfil estratigráfico

Tabla 15: perfil estratigráfico de calicata C4, C5 y C6

CALICATA	PROF. (Metros)	DESCRIPCIÓN	TIPO DE SUELO	L.L	L.P	I.P	% HUMEDAD	% SALES
C4	3.0 mts.	**RELLENO SANITARIO**	SC-SM	20.77	15.11	5.66	18.54	0.05
C5	3.0 mts.		SC-SM	20.94	14.94	6.0	12.79	0.04
C6	3.0 mts		SC	30.31	15.34	14.97	13.53	0.05

Fuente propia

b) Proctor Modificado

Es imprescindible que la compactación de los materiales se desarrolle en referencia a la normas y procedimientos técnicos establecidos.

Es Por esta razón, la densidad especificada en el ensayo de Proctor Modificado es la garantía para prevenir la depresión por consolidación de los materiales que finalmente que inducen a rajaduras y colapso del afirmado.

Se descartará los fragmentos o piedras mayores a 2'' con el objetivo de lograr una óptima compactación del afirmado.

Tabla 16: Características física y de resistencia de C4, C5 y C6

CALICATA	MAX. DENSIDAD SECA	ÓPTIMO DE HUMEDAD	C.B.R. – 100%	C.B.R. – 95%
C4	1.83 Gr/cm3	13.95%	12.5%	7.6%
C5	1.82 Gr/cm3	14.04%	12.2%	7.5%
C6	1.86 Gr/cm3	13.65%	13.1%	8%

Fuente: propia

c) Sustancias agresivas al concreto

Los resultados del análisis químico de sales solubles totales, en concordancia a las recomendaciones de la NTP 339.152 (BS 1377), que el suelo analizado se localiza dentro del rango "DESPRECIABLE" teniendo un porcentaje de 0.04% de concentración de sales.

8.2.4 Área administrativa

En el área donde estará ubicado el ÁREA ADMINISTRATIVA se ha realizado un (01) pozo exploratorio a través de una (01) calicata a cielo abierto.

En esta etapa se ha tomado muestras alteradas en dicha calicata con el objetivo de encontrar y determinar las características del suelo.

La calicata explorada se ha ubicado en el mismo lugar donde se va a proyectar, de tal forma que se logre la información requerida para el estudio.

La profundidad alcanzada en este pozo de exploración es de 1.50 m. El registro de exploración se muestra en Anexos.

a) Perfil estratigráfico

Tabla 17: perfil estratigráfico de calicata C7

CALICATA	PROF. (Metros)	DESCRIPCIÓN	TIPO DE SUELO	L.L	L.P	I.P	% HUMEDAD	% SALES
C7	1.5 mts.	**ÁREA ADMINISTRATIVA**	CL	30.29	21.65	8.64	10.13	0.04

Fuente: propia

b) Capacidad portante

Para la finalidad de diseño se agrega el cálculo de la resistencia admisible del terreno. Se adhiere la expresión de Terzaghi para falla local.

- **Para Cimentación Aislada. -**

$$Qd = 1.3(2/3).C.N'c + \gamma.Df.N'q + (0.4).\ \gamma.B.N'_{\gamma}$$

- **Para Cimentación Continua. –**

$$Qd = (2/3).C.N'c + \gamma.Df.N'q + (0.5).\ \gamma.B.N'_{\gamma}$$

- **Capacidad Admisible. –**

$$Qadm = qd/FS$$

- **Factor de seguridad (FS). -**

$$FS = 3$$

Considerando:

Df: Profundidad de cimentación en m.

B: Ancho de cimentación en m.

N'c, N'q, N' : Factores de capacidad de carga de Terzaghi

- **Cuadro Resumen. –**

Se analizó para la calicata 07 del área administrativa, se adjunta la siguiente tabulación:

Tabla 18: Capacidad admisible del terreno kg/cm2

CALICATA 07 - ÁREA ADMINISTRATIVA									
Profundidad de Cimentación (m)	Lado Promedio B(m)	Densidad (gr/cm3)	CORTE DIRECTO		Factores de Carga			Capacidad Admisible (Kg/cm2)	
			Angulo de Fricción (ø)	Cohesión (Kg/cm2)	N´c	N´q	N´y	CIMENTACIÓN CONTINUA	CIMENTACIÓN AISLADA
1.00	1.00	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.78	0.98
1.00	1.50	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.79	0.99
1.00	2.00	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.80	1.00
1.00	2.50	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.81	1.00
1.00	3.00	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.82	1.01
1.20	1.00	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.81	1.00
1.20	**1.20**	**1.574**	**11.00**	**0.41**	**7.28**	**1.94**	**0.76**	**0.81**	**1.00**
1.20	1.50	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.82	1.01
1.20	2.00	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.82	1.02
1.20	2.50	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.83	1.02
1.20	3.00	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.84	1.03
1.50	1.00	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.84	1.03
1.50	1.50	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.85	1.04
1.50	2.00	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.86	1.05
1.50	2.50	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.87	1.05
1.50	3.00	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.88	1.06
2.00	1.00	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.89	1.08
2.00	1.50	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.90	1.09
2.00	2.00	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.91	1.10
2.00	2.50	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.92	1.11
2.00	3.00	1.574	11.00	0.41	7.28	1.94	0.76	0.93	1.11

Fuente: propia

c) Cálculo de asentamientos

Para el análisis de cimentaciones encontramos los mencionados asentamientos totales y asentamientos diferenciales, de ello los asentamientos diferenciales son los que podrían implicar la seguridad de la estructura si es capaz de sobrepasar una (1’’), siendo esta el asentamiento máximo permitido para estructuras del tipo convencional.

El asentamiento de la cimentación se calculará en referencia a la teoría de la elasticidad, teniendo en cuenta el tipo de cimentación superficial recomendado. Se admite que el esfuerzo neto transmitido es uniforme.

$$S = \Delta qs * B(1 - u^2) * \frac{I_f}{E_s}$$

donde:

S= asentamiento (cm)

Δqs= esfuerzo neto transmisible (Kg/cm^2)

B= ancho de cimentación (m)

Es= módulo de elasticidad (Kg/cm^2)

U= relación de Poisson

If= factor de influencia que depende de la forma de rigidez de la cimentación (cm/m)

Las propiedades elásticas de la cimentación fueron admitidas en relación a las tablas propuestas con valores para el tipo de suelo existente donde irá desplantada la cimentación.

Para esta muestra de suelo donde irá desplazada la cimentación es adecuado considerar un módulo de elasticidad de E= 3300 tn/m2 y un coeficiente de Poisson u=0.30.

Los cálculos de asentamiento se han ejecutado a causa que los esfuerzos transmitidos sean iguales a la capacidad admisible de carga

Tabla 19: Cimentación corrida de C7

Calicata	Df (m)	Δqs (Kg/cm^2)	B (m)	Es (Kg/cm^2)	If (cm/m)	U	S (cm)
C – 7	1.20	0.81	1.20	330	170	0.30	0.46

Fuente: propia

Tabla 20: Cimentación aislada de C7

Calicata	Df (m)	Δqs (Kg/cm^2)	B (m)	Es (Kg/cm^2)	If (cm/m)	U	S (cm)
C – 7	1.20	1.00	1.20	320	82	0.30	0.27

Fuente: propia

Se concluye que el asentamiento máximo en esta zona será de 0.46cm, menor a lo permisible (2.54cm), es por ello que no se presentará problemas de asentamiento.

d) Sustancias agresivas al concreto

Los resultados del análisis químico de sales solubles totales, en concordancia a las recomendaciones de la NTP 339.152 (BS 1377), que el suelo analizado se localiza dentro del rango “DESPRECIABLE” teniendo un porcentaje de 0.04% de concentración de sales.

8.2.5 Vía de acceso interior

En el área donde estará ubicado la VÍA DE ACCESO INTERIOR se ha realizado un (01) pozo exploratorio a través de una (01) calicata a cielo abierto.

En esta etapa se ha tomado muestras alteradas en dicha calicata con el objetivo de encontrar y determinar las características del suelo.

La calicata explorada se ha ubicado en el mismo lugar donde se va a proyectar, de tal forma que se logre la información requerida para el estudio.

La profundidad alcanzada en este pozo de exploración es de 1.50 m. El registro de exploración se muestra en Anexos.

a) Perfil estratigráfico

Tabla 21: perfil estratigráfico de calicata C8

CALICATA	PROF. (Metros)	DESCRIPCIÓN	TIPO DE SUELO	L.L	L.P	I.P	% HUMEDAD	% SALES
C8	1.5 mts.	**VÍA DE ACCESO**	SC	29.47	15.19	14.28	13.83	0.04

Fuente: propia

b) Proctor Modificado

Es imprescindible que la compactación de los materiales se desarrolle en referencia a la normas y procedimientos técnicos establecidos.

Es Por esta razón, la densidad especificada en el ensayo de Proctor Modificado es la garantía para prevenir la depresión por consolidación de los materiales que finalmente que inducen a rajaduras y colapso del afirmado.

Se descartará los fragmentos o piedras mayores a 2'' con el objetivo de lograr una óptima compactación del afirmado.

Tabla 22: Características física y de resistencia de C8

CALICATA	MAX. DENSIDAD SECA	ÓPTIMO DE HUMEDAD	C.B.R. – 100%	C.B.R. – 95%
C8	1.88 Gr/cm3	13.04%	13.5%	8.2%

Fuente: propia

c) Sustancias agresivas al concreto

Los resultados del análisis químico de sales solubles totales, en concordancia a las recomendaciones de la NTP 339.152 (BS 1377), que el suelo analizado se localiza dentro del rango "DESPRECIABLE" teniendo un porcentaje de 0.04% de concentración de sales.

9. Consideraciones Sísmicas

Tomando como referencia las investigaciones de los principales eventos sísmicos sucedidos en el Perú y el mapa de zona sísmica de máximas intensidades monitoreada en el Perú, lo cual está fundamentada en isosistas de sismos peruanos y datos de intensidades del sismo histórico y reciente se infiere que, de acuerdo al área sísmica de la zona del proyecto y estudio, existe la posibilidad de que ocurra un sismo de intensidad media.

El Perú por estar incluido en una de las regiones de alta actividad sísmica, forma parte del cinturón Circunpacífico que es una de las zonas más activas del mundo.

Dentro del territorio peruano se ha considerado diversas zonas sísmicas, las cuales aparecen diferentes características de acuerdo a la mayor o menor presencia de sismos. Así mismo, según el mapa de Zonificación sísmica y en relación a las Normas Sismo Resistente E – 030, mostrado en el Reglamento Nacional de Construcciones. Dicho lo anterior la zona de estudio para este proyecto se localiza comprendida en la zona 04, donde le corresponde una sismicidad de intensidad media V a VII en la escala de Mercalli.

La fuerza horizontal o cortante en la base relacionada a la acción sísmica es determinada por la siguiente fórmula:

$$H = \frac{ZxUxSxCxP}{Rd}$$

Para el diseño estructural debe tenerse en cuenta los siguientes valores:

Tabla 23: Factores para el diseño estructural

Factor	Valor	Observaciones
Factor de zona (Z) Factor de uso (U) Factor de suelo (S) Período de vibración del suelo (Tp) Período de vibración del suelo (T_L)	0.45 1.0 1.10 1.0 1.6	Pertenece a la zona 4 del mapa de zonificación del Perú suelos blandos tipo S_3

Fuente: propia

- El período fundamental de la estructura (T), que depende de la altura de la construcción y características estructurales (debe ser calculado por el proyectista).
- Factor de ampliación sísmica (C).

$T < T_P$ $C = 2.50$

$T_P < T < T_L$ $C = 2.50. (T_P/T)$

$T > T_L$ $C = 2.50. (T_P.T_L/T^2)$

- Peso de la edificación (P).
- Coeficiente de reducción adimensional (R).

10. Conclusiones

De acuerdo a la información de campo y laboratorio realizados, se pueden obtener las siguientes conclusiones y recomendaciones.

1. Los suelos que conforman la zona en estudio están constituidos por:

Tabla 24: Tipos de suelos en el área del proyecto

Tipo de suelo	Descripción
SC	Arenas arcillosas
SC-SM	Arenas con limos y arcillas
CL	Arcillas de mediana plasticidad

Fuente: propia

2. El asentamiento máximo 0.46 cm siendo menor de 1” (2.54 cm) recomendado para este tipo de estructuras, no presentándose problemas de asentamiento.
3. Durante la exploración de campo, no se detectó el nivel freático en las calicatas.

4. El contenido de sales es “DESPRECIABLE”, se sugiere el uso de cemento Portland Tipo “MS”, en las estructuras a realizar.
5. La capacidad portante del suelo a diferentes profundidades de la cimentación se encuentra indicada en la Tabla N°12: Capacidad admisible del terreno kg/cm2.
6. El área en estudio se encuentra ubicada dentro de la zona de sismicidad Nº 4 (zona de sismicidad media, por lo que se deberá tener presente la posibilidad de que ocurran sismos de magnitud, con intensidad media V a VII en la escala de Mercalli modificado.
7. De acuerdo con la nueva Norma Técnica de Edificación E-30 Diseño Sismo-resistente y el predominio del suelo bajo la cimentación, se recomienda adoptar en los análisis sismo -resistentes, los siguientes parámetros:
8.

Factor	Valor	Observaciones
Factor de zona (Z)	0.45	Pertenece a la zona 4 del mapa de zonificación del Perú suelos blandos tipo S_3
Factor de uso (U)	1.0	
Factor de suelo (S)	1.10	
Período de vibración del suelo (Tp)	1.0	
Período de vibración del suelo (T_L)	1.6	

Fuente: Propia

11. Recomendaciones

- Se recomienda realizar una visita preliminar a la zona de estudio para conocer la composición de la superficie y reconocer posibles anomalías en el suelo que sugiera un estudio más profundo.
- Realizar las calicatas necesarias para tener un mejor estudio de la composición del área del proyecto.
- Seguir la guía de las Normas y manuales, así como bibliografía verídica para el proceso de cálculo.
- Los equipos de laboratorio deberán estar calibrados, deben darnos la ficha técnica de ellos.

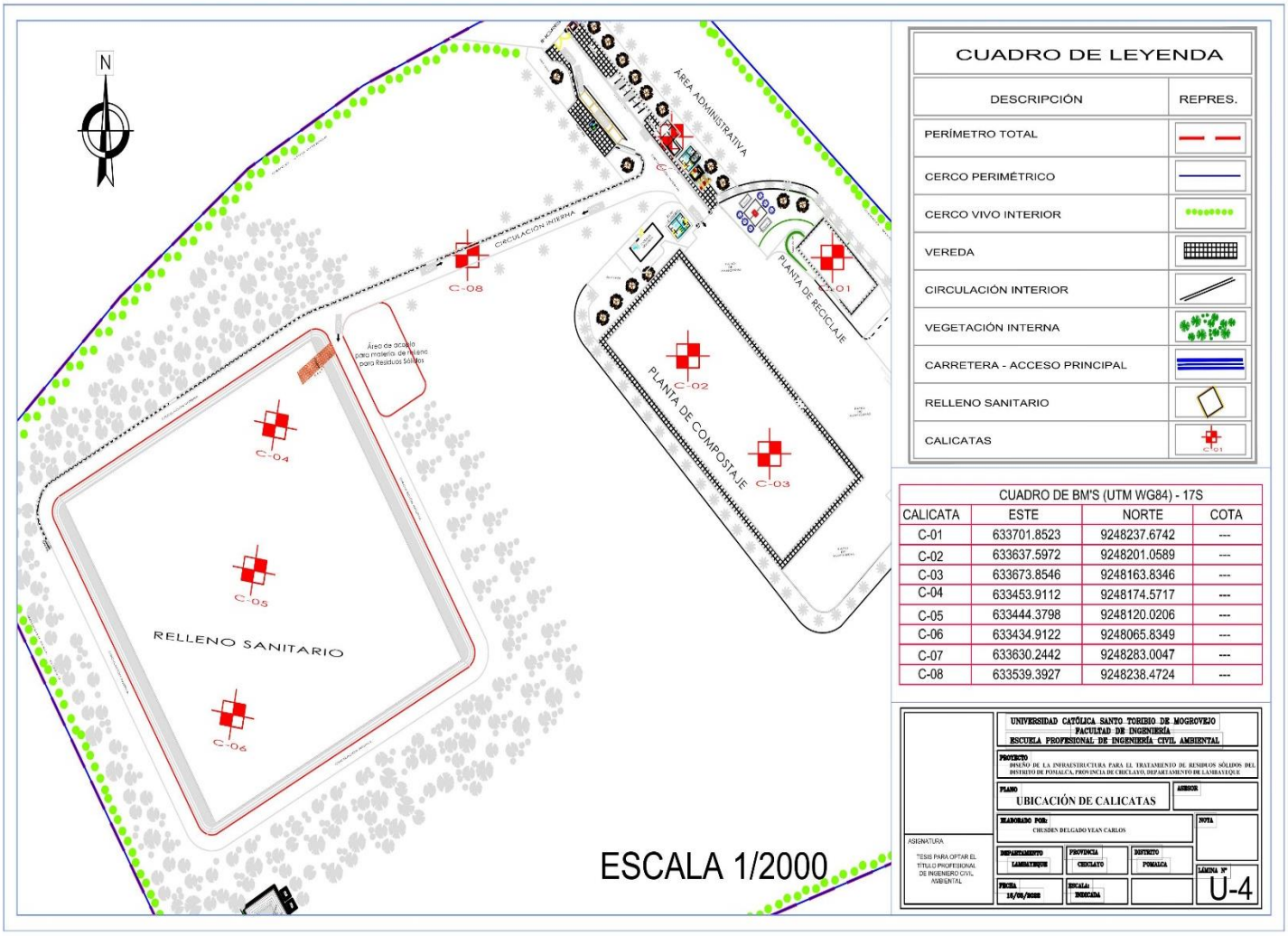
12. Referencias

- Norma E-050, Suelos y Cimentaciones
- Juárez Badillo – Rico Rodríguez: Mecánica de Suelos Tomo I, II.
- Karl Terzaghi / Ralph B. Peck: Mecánica de Suelos en la Ingeniería Practica, Segunda Edición 1973.
- T. William Lambe / Robert V. Whitman. Primera Edición 1972.
- Roberto Michelena / Mecánica de Suelos Aplicada, Primera Edición 1991.
- Reglamento Nacional de Edificaciones – CAPECO. Sexta. Edición 2007
- Cimentaciones de concreto armado en edificaciones – ACI American Concrete Institute. Segunda edición 1993
- Geotecnica para ingenieros, Principios básicos. Alberto J. Martínez vargas / CONCYTEC 1990.

13. Anexos

13.1 Ubicación de las calicatas en plano de distribución

Figura 19: Plano de ubicación de calicatas



Fuente: propia

13.2 Ensayos de laboratorio

13.2.1 Planta de reciclaje

Calicata 01

Tabla 25: Registro de perforación de calicata C1

SOLICITANTE : **CHUSDEN DELGADO YEAN CARLOS**
PROYECTO : **DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL DISTRITO DE POMALCA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**
UBICACION : **DISTRITO DE POMALCA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**
CALICATA : **C1**
FECHA : **01.04.2022**

REGISTRO DE PERFORACIONES

COTA	PROFUNDIDAD (mts.)	MUESTRA	SIMBOLO	NATURALEZA DEL TERRENO ESTRATO	OBSERVACIONES
	0.00				
	0.30	RELLENO		MATERIAL DE RELLENO NO CALIFICADO	
		M.1	SC	ARENAS ARCILLOSAS, MEZCLA DE ARENA Y ARCILLA DE COLOR MARRON CLARO, CONSISTENCIA MEDIA L.L = 28.21 L.P= 16.04 I.P= 12.17 % HUMEDAD= 9.84 % % SALES = 0.04 % **PROCTOR MODIFICADO:** MAXIMA DENSIDAD SECA = 1.85 gr/cm^3 OPTIMO DE HUMEDAD = 13.72 % C.B.R. - 100% = 13 % C.B.R. - 95% = 7.9 %	DURANTE EL TIEMPO DE EXCAVACION NO SE DETECTO NIVEL FREATICO
	1.50				

Fuente: propia

13.2.2 Planta de Compostaje

Calicata 02

Tabla 26: Registro de perforación de calicata C2

SOLICITANTE : **CHUSDEN DELGADO YEAN CARLOS**
PROYECTO : **DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL DISTRITO DE POMALCA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**
UBICACION : **DISTRITO DE POMALCA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**
CALICATA : **C2**
FECHA : **01.04.2022**

REGISTRO DE PERFORACIONES

COTA	PROFUNDIDAD (mts.)	MUESTRA	SIMBOLO	NATURALEZA DEL TERRENO ESTRATO	OBSERVACIONES
	0.00				
	0.20	RELLENO		MATERIAL DE RELLENO NO CALIFICADO	
		M.1	CL	ARCILLAS DE MEDIANA PLASTICIDAD DE COLOR MARRON CLARO, CONSISTENCIA MEDIA L.L = 35.89 L.P= 18.90 I.P= 16.99 % HUMEDAD= 11.71 % % SALES = 0.03 % **PROCTOR MODIFICADO:** MAXIMA DENSIDAD SECA = 1.80 gr/cm^3 OPTIMO DE HUMEDAD = 14.25 % C.B.R. - 100% = 9.8 % C.B.R. - 95% = 6 %	DURANTE EL TIEMPO DE EXCAVACION NO SE DETECTO NIVEL FREATICO
	1.50				

Fuente: propia

Calicata 03

Tabla 27: Registro de perforación de calicata C3

SOLICITANTE : **CHUSDEN DELGADO YEAN CARLOS**
PROYECTO : **DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL DISTRITO DE POMALCA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**
UBICACION : **DISTRITO DE POMALCA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**
CALICATA : **C3**
FECHA : **01.04.2022**

REGISTRO DE PERFORACIONES

COTA	PROFUNDIDAD (mts.)	MUESTRA	SIMBOLO	NATURALEZA DEL TERRENO ESTRATO	OBSERVACIONES
	0.00				
	0.50	RELLENO		MATERIAL DE RELLENO NO CALIFICADO	
		M.1	SC	ARENAS ARCILLOSAS, MEZCLA DE ARENA Y ARCILLA DE COLOR MARRON CLARO, CONSISTENCIA MEDIA L.L = 36.40 L.P= 22.86 I.P= 13.54 % HUMEDAD= 12.60 % % SALES = 0.05 % **PROCTOR MODIFICADO:** MAXIMA DENSIDAD SECA = 1.87 gr/cm^3 OPTIMO DE HUMEDAD = 13.23 % C.B.R. - 100% = 13.3 % C.B.R. - 95% = 8.1 %	DURANTE EL TIEMPO DE EXCAVACION NO SE DETECTO NIVEL FREATICO
	1.50				

Fuente: propia

13.2.3 Relleno Sanitario

Calicata 04

Tabla 28: Registro de perforación de calicata C4

SOLICITANTE : **CHUSDEN DELGADO YEAN CARLOS**
PROYECTO : **DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL DISTRITO DE POMALCA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**
UBICACION : **DISTRITO DE POMALCA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**
CALICATA : **C4**
FECHA : **01.04.2022**

REGISTRO DE PERFORACIONES

COTA	PROFUNDIDAD (mts.)	MUESTRA	SIMBOLO	NATURALEZA DEL TERRENO ESTRATO	OBSERVACIONES
	0.00				
	0.30	RELLENO		MATERIAL DE RELLENO NO CALIFICADO	
		M.1	SM-SC	ARENAS ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD DE COLOR MARRON CLARO, CONSISTENCIA MEDIA L.L = 20.77 L.P= 15.11 I.P= 5.66 % HUMEDAD= 18.54 % % SALES = 0.05 % **PROCTOR MODIFICADO:** MAXIMA DENSIDAD SECA = 1.83 gr/cm^3 OPTIMO DE HUMEDAD = 13.95 % C.B.R. - 100% = 12.5 % C.B.R. - 95% = 7.6 %	DURANTE EL TIEMPO DE EXCAVACION NO SE DETECTO NIVEL FREATICO
	3.00				

Fuente: propia

Calicata 05

Tabla 29: Registro de perforación de calicata C5

SOLICITANTE : **CHUSDEN DELGADO YEAN CARLOS**
PROYECTO : **DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL DISTRITO DE POMALCA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**
UBICACION : **DISTRITO DE POMALCA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**
CALICATA : **C5**
FECHA : **01.04.2022**

REGISTRO DE PERFORACIONES

COTA	PROFUNDIDAD (mts.)	MUESTRA	SIMBOLO	NATURALEZA DEL TERRENO ESTRATO	OBSERVACIONES
	0.00				
	0.10	RELLENO		MATERIAL DE RELLENO NO CALIFICADO	
		M.1	SM-SC	ARENAS LIMOARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD DE COLOR MARRON CLARO, CONSISTENCIA MEDIA L.L = 20.94 L.P= 14.94 I.P= 6.0 % HUMEDAD= 12.79 % % SALES = 0.04 % **PROCTOR MODIFICADO:** MAXIMA DENSIDAD SECA = 1.82 gr/cm^3 OPTIMO DE HUMEDAD = 14.04 % C.B.R. - 100% = 12.2 % C.B.R. - 95% = 7.5 %	DURANTE EL TIEMPO DE EXCAVACION NO SE DETECTO NIVEL FREATICO
	3.00				

Fuente: propia

Calicata 06

Tabla 30: Registro de perforación de calicata C6

SOLICITANTE : **CHUSDEN DELGADO YEAN CARLOS**
PROYECTO : **DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL DISTRITO DE POMALCA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**
UBICACION : **DISTRITO DE POMALCA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**
CALICATA : **C6**
FECHA : **01.04.2022**

REGISTRO DE PERFORACIONES

COTA	PROFUNDIDAD (mts.)	MUESTRA	SIMBOLO	NATURALEZA DEL TERRENO ESTRATO	OBSERVACIONES
	0.00				
	0.30	RELLENO		MATERIAL DE RELLENO NO CALIFICADO	
		M.1	SC	ARENAS ARCILLOSAS, MEZCLA DE ARENA Y ARCILLA DE COLOR MARRON CLARO, CONSISTENCIA MEDIA L.L = 30.31 L.P= 15.34 I.P= 14.97 % HUMEDAD= 13.53 % % SALES = 0.05 % **PROCTOR MODIFICADO:** MAXIMA DENSIDAD SECA = 1.86 gr/cm^3 OPTIMO DE HUMEDAD = 13.65 % C.B.R. - 100% = 13.1 % C.B.R. - 95% = 8 %	DURANTE EL TIEMPO DE EXCAVACION NO SE DETECTO NIVEL FREATICO
	3.00				

Fuente: propia

13.2.4 Área administrativa

Calicata 07

Tabla 31: Registro de perforación de calicata C7

SOLICITANTE : **CHUSDEN DELGADO YEAN CARLOS**
PROYECTO : **DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL DISTRITO DE POMALCA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**
UBICACION : **DISTRITO DE POMALCA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**
CALICATA : **C7**
FECHA : **01.04.2022**

REGISTRO DE PERFORACIONES

COTA	PROFUNDIDAD (mts.)	MUESTRA	SIMBOLO	NATURALEZA DEL TERRENO ESTRATO	OBSERVACIONES
	0.00				
	0.20	RELLENO		MATERIAL DE RELLENO NO CALIFICADO	
		M.1	CL	ARCILLAS DE MEDIANA PLASTICIDAD DE COLOR MARRON CLARO, CONSISTENCIA MEDIA L.L = 30.29 L.P= 21.65 I.P= 8.64 % HUMEDAD= 10.13 % % SALES = 0.04 % **CORTE DIRECTO : 1.20 mts** ANGULO DE FRICCION INTERNA= 11° COHESION = 0.41 kg/cm^2 DENSIDAD = 1.574 gr/cm^3 **CAPACIDAD PORTANTE** CIMENTACION CONTINUA = 0.81 kg/cm^2 CIMENTACION AISLADA = 1.00 kg/cm^2	DURANTE EL TIEMPO DE EXCAVACION NO SE DETECTO NIVEL FREATICO
	1.50				

Fuente: propia

Tabla 32: Ensayo de corte directo de C7

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

SOLICITANTE	: CHUSDEN DELGADO YEAN CARLOS	PROFUNDIDAD	: 1.20 m.
PROYECTO	: LAWYER HOUSE - VIVIENDA UNIFAMILIAR	ANCHO	: 1.20 m.
	DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE	TIPO DE SUELO	: "CL"
	RESIDUOS SÓLIDOS DEL DISTRITO DE POMALCA, PROVINCIA		
UBICACION	: DISTRITO DE POMALCA, PROVINCIA DE CHICLAYO,	CALICATA	: C7M1
	DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE	FECHA	: 01.04.2022

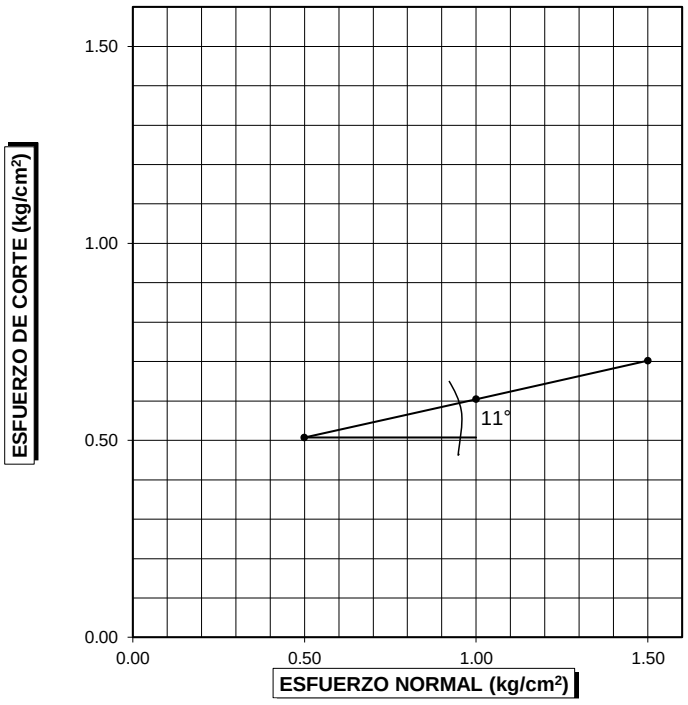
Nº DE ESPECIMEN	PESO VOLUME-TRICO SECO (gr/cm^3)	ESFUERZO NORMAL (kg/cm^2)	PROPORCION DE ESFUERZOS (t/s)	HUMEDAD NATURAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm^2)	HUMEDAD SATURADA (%)	PESO VOLUME-TRICO NATURAL (gr/cm^3)	PESO VOLUME-TRICO SATURADA (gr/cm3)
1	1.574	0.50	1.01	12.12	0.507	21.42	1.765	1.911
2	1.579	1.00	0.60	11.95	0.604	22.58	1.768	1.936
3	1.572	1.50	0.47	10.84	0.702	23.11	1.742	1.935

RESULTADO :

COHESION (kg/cm^2) : 0.41

ANGULO DE FRICCION INTERNA : 11.0°

PROFUNDIDAD EN METROS	CAPACIDAD ADMI-SIBLE DEL TERRENO EN kg/cm^2
1.20 mts.	0.81



Fuente: propia

Tabla 33: Cimentación continua en C7

SOLICITADO : **CHUSDEN DELGADO YEAN CARLOS**
PROYECTO : **DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL DISTRITO DE POMALCA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**
UBICACION : **DISTRITO DE POMALCA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**
CALICATA : **C7M1 - AREA ADMINISTRATIVA**
FECHA : **01.04.2022**

CIMENTACION CONTINUA

		Coef. Factor de Carga	Falla General	Falla Local
Ø =	11.00°			
C =	0.41 Kg/cm²			
γ =	1.574 gr/cm³	Nc	8.80	7.28
Df =	1.20 m	Nq	2.71	1.94
B =	1.20 m	Nγ	1.44	0.76

FALLA GENERAL

$$q_d = C \cdot Nc + \gamma \cdot Df \cdot N_q + 0.5\,\gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

q_d= 42.55 Tm/m2
q_d= 4.26 Kg/cm2
Factor de seguridad (FS=3)
q_{adm}= 1.42 Kg/cm2

FALLA LOCAL

$$q_d = (2/3)C \cdot N'c + \gamma \cdot Df \cdot N'_q + 0.5\,\gamma \cdot B \cdot N'_\gamma$$

q_d= 24.27 Tm/m2
q_d= 2.43 Kg/cm2
Factor de seguridad (FS=3)
q_{adm}= 0.81 Kg/cm2

Donde:

q_d = Capacidad de Carga lìmite en Tm/m^2
C = Cohesión del suelo en Tm/m^2
γ = Peso volumétrico del suelo en Tm/m^3
Df = Profundidad de desplante de la cimentación en metros
B = Ancho de la zapata, en metros
Nc Nq, Nγ = Factores de carga.

Fuente: propia

Tabla 34: Cimentación aislada en C7

SOLICITADO : **CHUSDEN DELGADO YEAN CARLOS**
PROYECTO : **DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL DISTRITO DE POMALCA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**
UBICACION : **DISTRITO DE POMALCA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**
CALICATA : **C7M1 - AREA ADMINISTRATIVA**
FECHA : **01.04.2022**

CIMENTACION AISLADA

		Coef. Factor de Carga	Falla General	Falla Local
Ø =	11.00 °			
C =	0.41 Kg/cm^2			
γ =	1.574 gr/cm^3	Nc	8.80	7.28
Df =	1.20 m	Nq	2.71	1.94
B =	1.20 m	Nγ	1.44	0.76

FALLA GENERAL

$$q_d = 1{,}3.C \,.\, Nc + \gamma \,.\, Df \,.\, N_q + 0.4\,\gamma \,.\, B.\, N_\gamma$$

q_d= 53.1 Tm/m2

q_d= 5.31 Kg/cm2

Factor de seguridad (FS=3)

q_{adm}= 1.77 Kg/cm2

FALLA LOCAL

$$q_d = 1{,}3.(2/3)C \,.\, N'c + \gamma \,.\, Df \,.\, N'_q + 0.4\,\gamma \,.\, B.\, N'_\gamma$$

q_d= 30.09 Tm/m2

q_d= 3.01 Kg/cm2

Factor de seguridad (FS=3)

q_{adm}= 1.00 Kg/cm2

Donde:

q_d = Capacidad de Carga límite en Tm/m^2

C = Cohesión del suelo en Tm/m^2

γ = Peso volumétrico del suelo en Tm/m^3

Df = Profundidad de desplante de la cimentación en metros

B = Ancho de la zapata, en metros

Nc Nq, Nγ = Factores de carga.

Fuente: propia

13.2.5 Vía de acceso interior

Calicata 08

Tabla 35: Registro de perforación de calicata C8

SOLICITANTE : **CHUSDEN DELGADO YEAN CARLOS**
PROYECTO : **DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL DISTRITO DE POMALCA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**
UBICACION : **DISTRITO DE POMALCA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**
CALICATA : **C8**
FECHA : **01.04.2022**

REGISTRO DE PERFORACIONES

COTA	PROFUNDIDAD (mts.)	MUESTRA	SIMBOLO	NATURALEZA DEL TERRENO ESTRATO	OBSERVACIONES
	0.00				
	0.10	RELLENO		MATERIAL DE RELLENO NO CALIFICADO	
		M.1	SC	ARENAS ARCILLOSAS, MEZCLA DE ARENA Y ARCILLA DE COLOR MARRON CLARO, CONSISTENCIA MEDIA L.L = 29.47 L.P= 15.19 I.P= 14.28 % HUMEDAD= 13.83 % % SALES = 0.04 % **PROCTOR MODIFICADO:** MAXIMA DENSIDAD SECA = 1.88 gr/cm^3 OPTIMO DE HUMEDAD = 13.04 % C.B.R. - 100% = 13.5 % C.B.R. - 95% = 8.2 %	DURANTE EL TIEMPO DE EXCAVACION NO SE DETECTO NIVEL FREATICO
	1.50				

Fuente: propia

13.3 Panel fotográfico en campo

13.3.1 Planta de Reciclaje

Figura 20: Calicata 01, C1

Fuente: propia

13.3.2 Planta de Compostaje

Figura 21: Calicata 02, C2

Fuente: propia

Figura 22: Calicata 03, C3

Fuente: propia

13.3.3 Relleno Sanitario

Figura 23: Calicata 04, C4

Fuente: propia

Figura 24: Calicata 05, C5

Fuente: propia

Figura 25: Calicata 06, C6

Fuente: propia

13.3.4 Área administrativa

Figura 26: Calicata 07, C7

Fuente: propia

13.3.5 Vía de acceso interior

Figura 27: Calicata 08, C8

Fuente: propia

13.4 Panel fotográfico en Laboratorio

Figura 28: Ensayo de análisis mecánico por tamizado

Fuente: propia

Figura 29: Ensayo de límite líquido

Fuente: propia

Figura 30: Ensayo de límite plástico

Fuente: propia

Figura 31: Ensayo de humedad natural

Fuente: propia

Figura 32: Ensayo de corte directo

Fuente: propia

Figura 33: Ensayo de humedad natural

Fuente: propia

Figura 34: Ensayo de Proctor modificado

Fuente: propia

Figura 35: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR)

Fuente: propia

13.5 Certificado de equipos de laboratorio de mecánica de suelos

LABORATORIO LINUS E.I.R.L.
SERVICIOS DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS
PAVIMENTOS, ASFALTOS Y ANÁLISIS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
RESOLUCIÓN Nº 031616-2019/DSD – INDECOPI
RUC. 20605369139

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN

CALLE MANUEL SEOANE Nº 717 – CHICLAYO
E-Mail = mario_rcd8@hotmail.com

Mario Ramirez Dejo
GERENTE GENERAL
LABORATORIO LINUS E.I.R.L.

OSCAR LIZQUIÑOS RODRIGUEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 31338

LABORATORIO LINUS E.I.R.L.

SERVICIOS DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS
PAVIMENTOS, ASFALTOS Y ANÁLISIS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
RESOLUCIÓN Nº 031616-2019/DSD – INDECOPI
RUC. 20605369139

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Nº 006-001-2021

MARTILLO PROCTOR MODIFICADO DE 10 LBS

CLIENTE : LABORATORIO LINUS EIRL
DIRECCIÓN : CAL. MANUEL SEOANE NRO. 717 CERCADO - LAMBAYEQUE

DATOS DEL EQUIPO

Marca	:	SIN MARCA
Modelo	:	S/M
Serie	:	S/N
Estructura	:	Metálica
Acabado	:	Zincado
Procedencia	:	0
Identificación	:	006-001-2021
Ubicación	:	Laboratorio

Fecha de emisión:

Lima, 30 de Julio del 2021

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. Nº 138951

ARSOU GROUP S.A.C.
Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martin de Porres, Lima, Perú
Cel: +51 954963915
ventas@arsoupgroup.com.pe
www.arsoupgroup.com

Mario Ramirez Dejo
GERENTE GENERAL
LABORATORIO LINUS E.I.R.L.

SUELOS PAVIMENTOS ASFALTO

OSCAR LIZQUIÑOS RODRIGUEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 31338

LABORATORIO LINUS E.I.R.L.

SERVICIOS DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS
PAVIMENTOS, ASFALTOS Y ANÁLISIS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
RESOLUCIÓN Nº 031616-2019/DSD – INDECOPI
RUC. 20605369139

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Nº 005-001-2021

MOLDE PROCTOR MODIFICADO DE 6"

CLIENTE : LABORATORIO LINUS EIRL
DIRECCIÓN : CAL. MANUEL SEOANE NRO. 717 CERCADO - LAMBAYEQUE

DATOS DEL EQUIPO

Marca	:	SIN MARCA
Modelo	:	SIN MODELO
Serie	:	S/N
Estructura	:	Metálica
Acabado	:	Zincado
Identificación	:	005-001-2021
Ubicación	:	Laboratorio

Fecha de emisión:

Lima, 30 de Julio del 2021

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. Nº 138951

ARSOU GROUP S.A.C.
Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martin de Porres, Lima, Perú
Cel: +51 954963915
ventas@arsoupgroup.com.pe
www.arsoupgroup.com

Mario Ramirez Dejo
GERENTE GENERAL
LABORATORIO LINUS E.I.R.L.

OSCAR LIZQUIROS RODRIGUEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 31338

LABORATORIO LINUS E.I.R.L.

SERVICIOS DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS
PAVIMENTOS, ASFALTOS Y ANÁLISIS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
RESOLUCIÓN Nº 031616-2019/DSD – INDECOPI
RUC. 20605369139

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Nº 009-001-2021

APARATO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA CASAGRANDE)

CLIENTE : **LABORATORIO LINUS EIRL**
DIRECCIÓN : CAL. MANUEL SEOANE NRO. **717** CERCADO - LAMBAYEQUE

DATOS DEL EQUIPO

Marca	:	ELE INTERNATIONAL
Modelo	:	Sin Modelo
Serie	:	Sin Serie
Mecanismo	:	Manual
Ranurador	:	Metalico
Procedencia	:	USA
Identificación	:	009-001-2021
Ubicación	:	Laboratorio

Fecha de emisión:

Lima, 30 de Julio del 2021

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. Nº 136951

ARSOU GROUP S.A.C.
Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martin de Porres, Lima, Perú
Cel: +51 954963915
ventas@arsoupgroup.com.pe
www.arsoupgroup.com

Mario Ramirez Dejo
GERENTE GENERAL
LABORATORIO LINUS E.I.R.L.

OSCAR LUZQUIÑOS RODRIGUEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 31338

LABORATORIO LINUS E.I.R.L.

SERVICIOS DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS
PAVIMENTOS, ASFALTOS Y ANÁLISIS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
RESOLUCIÓN Nº 031616-2019/DSD – INDECOPI
RUC. 20605369139

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Certificado de Calibración Nº 014-001-2021

7.- RESULTADOS.

* En cuadro del punto 8, se indican las medidas normadas del equipo y lo datos actuales del equipo.
* Se colocó una etiqueta autoadhesiva para su identificación.

8.- RESULTADO DE MEDICIÓN

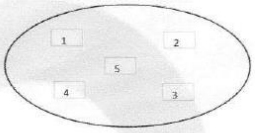
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

Marca:	INDUSTRIA COLOME	Serie: N/S	Procedencia: COLOMBIA
Tamiz Nº 40	Luz: 425 µm	emp.: +/- 19 µm	Estructura: Acero

7.1. MEDICION DE LOS PUNTOS

Pto	Medición (µm)
Nº 1	421.00
Nº 2	425.00
Nº 3	432.00
Nº 4	429.00
Nº 5	422.00

UBICACION DE PUNTOS



Promedio.: 425.80 OK

9.- OBSERVACIÓN

- El Tamiz no presenta ninguna observación.

Ing. Hugo Luis Arévalo Camica
INGENIERO CIVIL
CIP. Nº 138951

ARSOU GROUP S.A.C.
Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martin de Porres, Lima, Perú
Cel: +51 954963915
ventas@arsoupgroup.com.pe
www.arsoupgroup.com

Mario Ramirez Dejo
GERENTE GENERAL
LABORATORIO LINUS E.I.R.L.

SUELOS PAVIMENTOS ASFALTO

OSCAR LIZQUIÑOS RODRIGUEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. Nº 31338

LABORATORIO LINUS E.I.R.L.

SERVICIOS DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS
PAVIMENTOS, ASFALTOS Y ANÁLISIS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
RESOLUCIÓN Nº 031616-2019/DSD – INDECOPI
RUC. 20605369139

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Certificado de Calibración Nº 016-001-2021

7.- RESULTADOS.

* En cuadro del punto 8, se indican las medidas normadas del equipo y lo datos actuales del equipo.
* Se colocó una etiqueta autoadhesiva para su identificación.

8.- RESULTADO DE MEDICIÓN

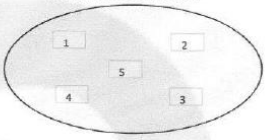
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

Marca:	INDUSTRIA COLOME	Serie: N/S	Procedencia: COLOMBIA
Tamiz Nº 100	Luz: 150 µm	emp.: +/- 8 µm	Estructura: Acero

7.1. MEDICION DE LOS PUNTOS

Pto	Medición (µm)
Nº 1	150.00
Nº 2	148.00
Nº 3	152.00
Nº 4	149.00
Nº 5	150.00

UBICACION DE PUNTOS



Promedio.: **149.80** **OK**

9.- OBSERVACIÓN

- El Tamiz no presenta ninguna observación.

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 139551

ARSOU GROUP S.A.C.
Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martin de Porres, Lima, Perú
Cel: +51 954963915
ventas@arsoupgroup.com.pe
www.arsoupgroup.com

Mario Ramirez Dejo
GERENTE GENERAL
LABORATORIO LINUS E.I.R.L.

OSCAR LIZQUIÑOS RODRIGUEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 31338

LABORATORIO LINUS E.I.R.L.

SERVICIOS DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS
PAVIMENTOS, ASFALTOS Y ANÁLISIS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
RESOLUCIÓN Nº 031616-2019/DSD – INDECOPI
RUC. 20605369139

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Certificado de Calibración Nº 017-001-2021

7.- RESULTADOS.

* En cuadro del punto 8, se indican las medidas normadas del equipo y lo datos actuales del equipo.
* Se colocó una etiqueta autoadhesiva para su identificación.

8.- RESULTADO DE MEDICIÓN

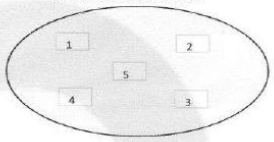
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

Marca:	INDUSTRIA COLOMB	Serie: N/S	Procedencia: COLOMBIA
Tamiz Nº 200	Luz: 75 µm	emp.: +/- 5 µm	Estructura: Acero

7.1. MEDICION DE LOS PUNTOS

Pto	Medición (µm)
Nº 1	78.00
Nº 2	79.00
Nº 3	82.00
Nº 4	80.00
Nº 5	79.00

UBICACION DE PUNTOS



Promedio.: **79.60** **OK**

9.- OBSERVACIÓN

- El Tamiz no presenta ninguna observación.

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
CIP. Nº 138951

ARSOU GROUP S.A.C.
Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martin de Porres, Lima, Perú
Cel: +51 954963915
ventas@arsoupgroup.com.pe
www.arsoupgroup.com

Mario Ramirez Dejo
GERENTE GENERAL
LABORATORIO LINUS E.I.R.L.

LABORATORIO LINUS E.I.R.L. SUELOS PAVIMENTOS ASFALTO

OSCAR LUZQUIÑOS RODRIGUEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 31338

CALLE MANUEL SEOANE Nº 717 – CHICLAYEQUE - CEL. 954853683 –
E-Mail = mario_rd8@hotmail.com

LABORATORIO LINUS E.I.R.L.

SERVICIOS DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS
PAVIMENTOS, ASFALTOS Y ANÁLISIS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
RESOLUCIÓN Nº 031616-2019/DSD – INDECOPI
RUC. 20605369139

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Nº 007-001-2021

CELDA DE CARGA PARA PRENSA CBR

CLIENTE : LABORATORIO LINUS EIRL
DIRECCIÓN : CAL. MANUEL SEOANE NRO. 717 CERCADO - LAMBAYEQUE

DATOS DEL EQUIPO

Prensa Marca	:	SIN MARCA, MOD. S/M, SERIE S/N
Celda Marca	:	ZEMICS
Modelo	:	NO INDICA
Serie	:	5 0tM2D023576
Capacidad	:	5 TN
Procedencia	:	0
Indicador	:	Digital
Identificación	:	007-001-2021
Ubicación	:	Laboratorio

Fecha de emisión:

Lima, 30 de Julio del 2021

Ing. Hugo Luis Arévalo Camica
INGENIERO CIVIL
CIP. Nº 138951

ARSOU GROUP S.A.C.
Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martin de Porres, Lima, Perú
Cel: +51 954963915
ventas@arsoupgroup.com.pe
www.arsoupgroup.com

Mario Ramirez Dejo
GERENTE GENERAL
LABORATORIO LINUS E.I.R.L.

OSCAR LIZQUIÑOS RODRIGUEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 31338

Ensayo del coeficiente de permeabilidad del suelo in situ por el método de Lefranc

1. Objetivo

Realizar el estudio del coeficiente de permeabilidad mediante el ensayo de Lefranc para el diseño de la infraestructura para el tratamiento de residuos sólidos del distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque

2. Ubicación

El área de proyecto y por ende de estudio de esta investigación se encuentra ubicado en el distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque. Es válido mencionar que la siguiente información se encuentra detallada en el estudio de mecánica de suelos de este mismo proyecto: Accesibilidad del área del proyecto, coordenadas del área del proyecto, condiciones geológicas como geomorfología, geodinámica externa, geología.

3. Información previa

Gracias al estudio de mecánica de suelos realizado en el área de este proyecto se obtuvo el tipo de suelo según la clasificación SUCS. En dicho estudio se ejecutaron ocho (08) calicatas a cielo abierto. En la siguiente tabla se muestra el tipo de suelo que se tiene en esta área de estudio.

Tabla 36: Suelos encontrados

Calicata	Tipo de suelo
C1	SC – Arenas Arcillosas
C2	CL – Arcillas de Mediana Plasticidad
C3	SC – Arenas Arcillosas
C4	SC-SM – Arenas Limo Arcillosas
C5	SC-SM – Arenas Limo Arcillosas
C6	SC – Arenas Arcillosas
C7	CL – Arcillas de Mediana Plasticidad
C8	SC – Arenas Arcillosas

Fuente: propia

4. Ensayos de campo

Se realizará muestras a cielo abierto, mediante perforaciones de exploración o sondeos de altura de 90 cm in situ. El ensayo elaborado en este proyecto es el siguiente:

- Ensayo de permeabilidad

Este ensayo se realiza mediante el ensayo Lefranc con nivel variable.

5. Marco teórico

Tabla 37: Métodos para medir la permeabilidad

Método / Características	Laboratorio	Campo
VENTAJAS	Fácil reproducibilidad	Los resultados son más reales en tanto se hacen con muestras representativas
	Control de variables significativas	
DESVENTAJAS	Representatividad de la muestra (preparación de espécimen)	La reproducibilidad es limitada
	Resultados para un rango de materiales muy pequeño	No se controlan las variables, ni las condiciones de campo

Fuente: Mecánica de suelos [1]

5.1 Permeabilidad

La permeabilidad es una característica que se puede analizar en el suelo, cuando hablamos de suelos estos no son elementos sólidos, sino que está conformada por dos (2) o más estratos, en efecto puede estar conformada por partículas sólidas, aire y agua, esto genera la presencia de poros en el suelo. Dicho lo anterior, podemos decir que el suelo se referencia por su porosidad que esta a su vez da mención a la permeabilidad de dicho suelo en estudio [2].

Habiendo mencionado lo anterior podemos decir que la permeabilidad es a la capacidad que tiene un cuerpo en este caso el suelo, para permitir el pase de un fluido para este caso en particular el agua, sin afectar la estructura interna del suelo.

5.1.1 Factores que influyen en la permeabilidad del suelo

Siendo la permeabilidad una propiedad del suelo está afectada por distintos factores inherentes al agua circulante y características del suelo. Mencionaremos algunas de estos factores [3].

a) **Textura del suelo**: Este parámetro va s estar relacionado y por ende depender del tiempo de suelo que se obtenga, es decir, suelo arcilloso, limoso, areno limoso, etc.
b) **Color y manchas:** También es considerado uno de los factores, dado que algunos suelos poseen manchas que participa en la filtración del agua.
c) **Consistencia del suelo:** Esta característica nos indica la firmeza con la que se compone y unen las partículas del suelo.
d) **Estructura del suelo:** Tiene referencia a la cantidad de estratos que tenga el suelo, esto puede afectar a la permeabilidad.
e) **Temperatura del agua:** Al tener diferentes resultados de la prueba de permeabilidad es conveniente referirlos a una prueba constante.

5.1.2 Coeficiente de permeabilidad

La permeabilidad es cuantificada, analizada y clasificada mediante un coeficiente de permeabilidad. Esta es la velocidad en el área de un suelo del terreno y para un gradiente hidráulico. Expresaremos el coeficiente de permeabilidad de la siguiente expresión. Así mismo, mencionar que el coeficiente de permeabilidad es una constante, que muestra la capacidad y facilidad en la que el agua traspasa un suelo. Las unidades expresadas son las siguientes: centímetro pro segundo (cm/seg), pies por minutos (ft/min) [4].

5.2 Ensayo de Lefranc

En ensayo de Lefranc nos ayuda a definir la permeabilidad ocurrida en un suelo mediante un sondeo o perforación, este ensayo se realiza in situ. Por otro lado, para suelos permeables o semipermeables mediante este ensayo in situ podemos hallar el coeficiente de permeabilidad [5].

Por otra parte, es válido mencionar que este ensayo es muy práctico y fácil de realizar, dado que se utiliza sondeos con las profundidades que se desea y un diámetro que se piense el más idóneo. Este ensayo nos mostrará la permeabilidad de un nivel o estrato del suelo.

Tabla 38: Características del ensayo de Lefranc

Característica	Descripción
Nombre	Ensayo de Lefranc
Tipo de ensayo	In situ
Aplicado en	Suelos granulares (arenas, gravas, limos)
	Rocas muy fracturadas
Aplicación	Sondeos o perforaciones
Metodologías	Ensayo a nivel constante
	Ensayo a nivel variable
Finalidad	Obtener la permeabilidad del suelo

Fuente: Elaboración propia

Existen dos metodologías para ejecutar y realizar este tipo de ensayo.

5.2.1 Nivel constante

Para este método es necesario saturar inicialmente el suelo con la intención de expulsar el aire contenido en los vacíos, para lograr que haya una infiltración más similar en el suelo. Posteriormente se introducirá un caudal conocido con a la intención que se mantenga a un nivel constante en el interior de la perforación. Una vez establecido este proceso, con las medidas conocidas siguientes: caudal, longitud y diámetro de la excavación, es aceptable calcular la permeabilidad del suelo.

5.2.2 Nivel Variable

Para este método es necesario introducir o extraer un volumen de agua en un sondeo o perforación. Posteriormente realizamos la medición del tiempo y cambio de la altura. Realizando las mediciones de las bajadas del agua de manera consecutiva en un establecido tiempo, se obtendrá la permeabilidad del suelo.

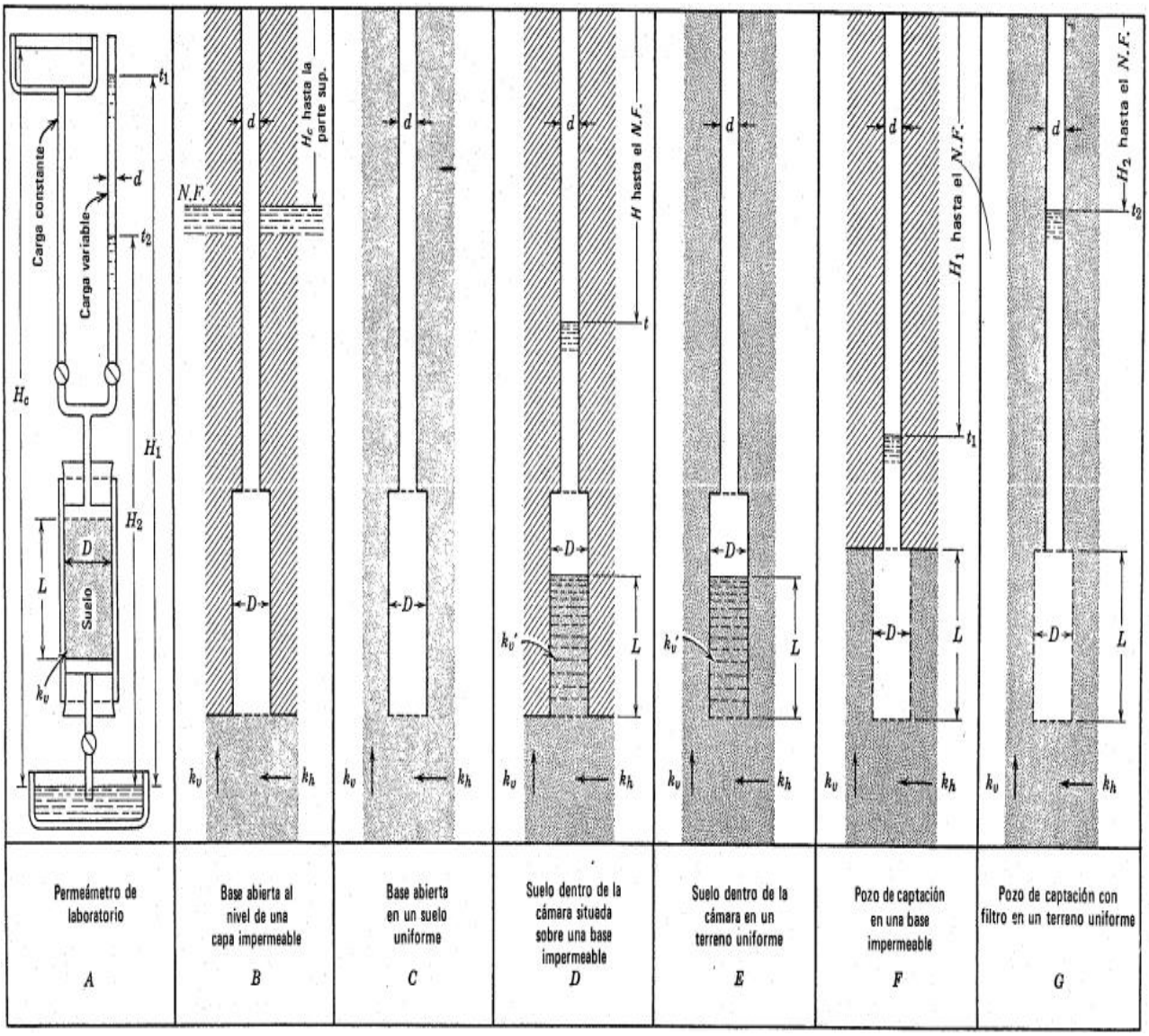
5.3 Sondeo

Son excavaciones de pequeños diámetros que posibilita reconocer la naturaleza y situación de las variadas capas del suelo, dando la posibilidad también de extraer muestras del suelo y ensayarlas in situ. Correspondiente a este ensayo se utilizó un diámetro de 4 pulgadas, es decir, 10.16cm y 70 cm de profundidad. Es válido mencionar que debajo de los 30 cm superficiales que se excavo, haciendo finalmente 100 cm de profundidad del sondeo. Sin embargo, para el ensayo se realizó a los 70 cm del tubo.

5.4 Ecuaciones y cálculos

Nos referenciaremos de la gráfica mostrada a continuación donde nos refleja una serie de dispositivos que podemos usarlo para la medición del coeficiente de permeabilidad in situ. Así mismo, para esa gráfica se utilizará diferentes fórmulas de acuerdo al caso correspondiente y al tipo de carga aplicada, es decir, carga constante o variable [1].

Figura 36: Formas de hallar la permeabilidad in situ.



Fuente: Mecánica de suelos. T. William Lambe / Robert V. Whitman [1]

Tabla 39: Fórmulas para la determinación de la permeabilidad (según Hvorslev,1949)

Caso	Carga constante	Carga variable	Desfase básico	Notación
A	$k_v = \frac{4 \cdot q \cdot L}{\pi \cdot D^2 \cdot H_c}$	$k_v = \frac{d^2 \cdot L}{D^2 \cdot (t_2 - t_1)} \ln \frac{H_1}{H_2}$ $k_v = \frac{L}{t_2 - t_1} \ln \frac{H_1}{H_2}$ para $d = D$	$k_v = \frac{d^2 \cdot L}{D^2 \cdot T}$ $k_v = \frac{L}{T}$ para $d = D$	D = Diámetro de la muestra en la cámara inferior (cm) d = Diámetro del tubo superior (cm) L = Longitud de la muestra (cm) H_c = Carga piezométrica constante (cm) H_1 = Carga piezométrica $t = t_1$ (cm) H_2 = Carga piezométrica $t = t_2$ (cm) q = Gasto de agua (cm^3/seg) t = Tiempo (seg) T = Desfase básico (seg) k_v' = Perm. vert. en la cámara (cm/seg)
B	$k_m = \frac{q}{2 \cdot D \cdot H_c}$	$k_m = \frac{\pi \cdot d^2}{8 \cdot D \cdot (t_2 - t_1)} \ln \frac{H_1}{H_2}$ $k_m = \frac{\pi \cdot D}{8 \cdot (t_2 - t_1)} \ln \frac{H_1}{H_2}$ para $d = D$	$k_m = \frac{\pi d^2}{8 \cdot D \cdot T}$ $k_m = \frac{\pi \cdot D}{8 \cdot T}$ para $d = D$	
C	$k_m = \frac{q}{2.75 \cdot D \cdot H_c}$	$k_m = \frac{\pi \cdot d^2}{11 \cdot D \cdot (t_2 - t_1)} \ln \frac{H_1}{H_2}$ $k_m = \frac{\pi \cdot D}{11 \cdot (t_2 - t_1)} \ln \frac{H_1}{H_2}$ para $d = D$	$k_m = \frac{\pi \cdot d^2}{11 \cdot D \cdot T}$ $k_m = \frac{\pi \cdot D}{11 \cdot T}$ para $d = D$	
D	$k_v' = \frac{4 \cdot q \left(\frac{\pi}{8} \cdot \frac{k_v'}{k_v} \cdot \frac{D}{m} + L \right)}{\pi \cdot D^2 \cdot H_c}$	$k_v' = \frac{d^2 \cdot \left(\frac{\pi}{8} \cdot \frac{k_v'}{k_v} \cdot \frac{D}{m} + L \right)}{D^2 \cdot (t_2 - t_1)} \ln \frac{H_1}{H_2}$ $k_v = \frac{\frac{\pi}{8} \cdot \frac{D}{m} + L}{t_2 - t_1} \ln \frac{H_1}{H_2}$ para $\begin{cases} k_v' = k_v \\ d = D \end{cases}$	$k_v' = \frac{d^2 \cdot \left(\frac{\pi}{8} \cdot \frac{k_v'}{k_v} \cdot \frac{D}{m} \right) + L}{D^2 \cdot T}$ $k_v = \frac{\frac{\pi}{8} \cdot \frac{D}{m} + L}{T}$ para $\begin{cases} k_v' = k_v \\ d = D \end{cases}$	k_v = Perm. vert. en el terreno (cm/seg) k_h = Perm. horiz. del terreno (cm/seg) k_m = Coef. de perm. medio cm/seg m = Razón de transformación $k_m = \sqrt{k_h \cdot k_v}$ $m = \sqrt{k_h / k_v}$ $\ln = \log_e = 2.3 \log_{10}$
E	$k_v' = \frac{4 \cdot q \cdot \left(\frac{\pi}{11} \cdot \frac{k_v'}{k_v} \cdot \frac{D}{m} + L \right)}{\pi \cdot D^2 \cdot H_c}$	$k_v' = \frac{d^2 \cdot \left(\frac{\pi}{11} \cdot \frac{k_v'}{k_v} \cdot \frac{D}{m} + L \right)}{D^2 \cdot (t_2 - t_1)} \ln \frac{H_1}{H_2}$ $k_v = \frac{\frac{\pi}{11} \cdot \frac{D}{m} + L}{t_2 - t_1} \ln \frac{H_1}{H_2}$ para $\begin{cases} k_v' = k_v \\ d = D \end{cases}$	$k_v' = \frac{d^2 \cdot \left(\frac{\pi}{11} \cdot \frac{k_v'}{k_v} \cdot \frac{D}{m} + L \right)}{D^2 \cdot T}$ $k_v' = \frac{\frac{\pi}{11} \cdot \frac{D}{m} + L}{T}$ para $\begin{cases} k_v' = k_v \\ d = D \end{cases}$	
F	$k_h = \frac{q \cdot \ln \left[\frac{2mL}{D} + \sqrt{1 + \left(\frac{2mL}{D} \right)^2} \right]}{2 \cdot \pi \cdot L \cdot H_c}$	$k_h = \frac{d^2 \cdot \ln \left[\frac{2mL}{D} + \sqrt{1 + \left(\frac{2mL}{D} \right)^2} \right]}{8 \cdot L \cdot (t_2 - t_1)} \ln \frac{H_1}{H_2}$ $k_h = \frac{d^2 \cdot \ln \left(\frac{4mL}{D} \right)}{8 \cdot L \cdot (t_2 - t_1)} \ln \frac{H_1}{H_2}$ para $\frac{2mL}{D} > 4$	$k_h = \frac{d^2 \cdot \ln \left[\frac{2mL}{D} + \sqrt{1 + \left(\frac{2mL}{D} \right)^2} \right]}{8 \cdot L \cdot T}$ $k_h = \frac{d^2 \cdot \ln \left(\frac{4mL}{D} \right)}{8 \cdot L \cdot T}$ para $\frac{2mL}{D} > 4$	
G	$k_h = \frac{q \cdot \ln \left[\frac{mL}{D} + \sqrt{1 + \left(\frac{mL}{D} \right)^2} \right]}{2 \cdot \pi \cdot L \cdot H_c}$	$k_h = \frac{d^2 \cdot \ln \left[\frac{mL}{D} + \sqrt{1 + \left(\frac{mL}{D} \right)^2} \right]}{8 \cdot L \cdot (t_2 - t_1)} \ln \frac{H_1}{H_2}$ $k_h = \frac{d^2 \cdot \ln \left(\frac{2mL}{D} \right)}{8 \cdot L \cdot (t_2 - t_1)} \ln \frac{H_1}{H_2}$ para $\frac{mL}{D} > 4$	$k_h = \frac{d^2 \cdot \ln \left[\frac{mL}{D} + \sqrt{1 + \left(\frac{mL}{D} \right)^2} \right]}{8 \cdot L \cdot T}$ $k_h = \frac{d^2 \cdot \ln \left(\frac{2mL}{D} \right)}{8 \cdot L \cdot T}$ para $\frac{mL}{D} > 4$	Determinación del tiempo de desfase básico T

Fuente: Mecánica de suelos. T. William Lambe / Robert V. Whitman [1].

5.4.1 Ensayo con carga o nivel constante

Según el Ing. Pablo L. Torres en su informe de Ensayo de permeabilidad Lefranc nos hace referencia a esta fórmula para ensayo de Lefranc in situ a carga constante [6].

$$K = \frac{Q}{CxH}; \qquad C = \frac{2\pi L}{\ln(\frac{2L}{D})}$$

Donde:

K=coeficiente de permeabilidad (m/seg)

Q= caudal constante inyectado (m3/seg)

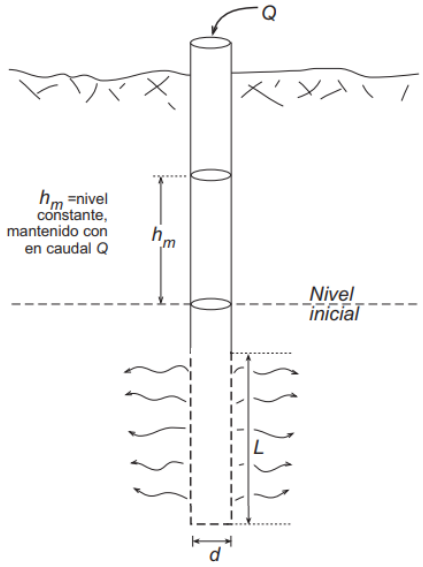
C=coeficiente de forma de la cavidad (m^-1)

H= Carga hidrostática sobre el fondo de la perforación

D= diámetro de la perforación (m)

L=longitud de la perforación (m)

Figura 37: Carga o nivel constante del ensayo de Lefranc



Fuente: Medidas puntuales de permeabilidad [7].

5.4.2 Ensayo con carga o nivel variable

Como se pudo observar anteriormente existe diferentes aplicaciones en la cual podemos utilizar y realizar el ensayo de Lefranc in situ, estas tienen sus respectivas fórmulas. En nuestro caso tomaremos la alternativa C de dicha referencia, cuando el diámetro de la muestra es igual al diámetro del tubo de sondeo D=d [1].

$$K = \frac{\pi * D}{11 * (t_2 - t_1)} \ln(\frac{h_1}{h_2})$$

Donde:

K= Coeficiente de permeabilidad

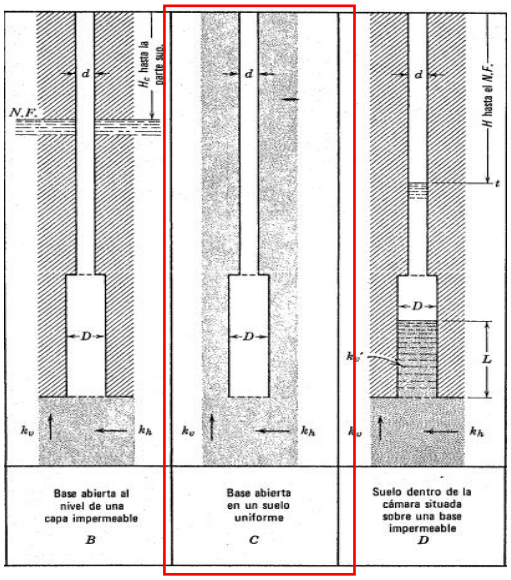
h1 y h2= Altura al principio y al final del ensayo

t= Tiempo transcurrido entre la observación de los niveles h1 y h2

D= Diámetro de la zona filtrante

d= Diámetro de la entubación (es igual a D)

Figura 38: Carga o nivel variable del ensayo de Lefranc



Fuente: Mecánica de suelos. T. William Lambe / Robert V. Whitman [1].

En este proyecto se utilizará el procedimiento de carga o nivel constante para hallar el coeficiente de permeabilidad del suelo.

6. Ubicación de los sondeos realizados

Se realizará seis (06) perforaciones o sondeos en este proyecto. Tres (03) de ellos estarán en el área del relleno sanitario y los otros restantes en el área inicial contigua a la planta de tratamiento de residuos sólidos. Se ubicó mediante coordenadas UTM y se georrerención empleando el software de Google Earth. Lo mencionado se puede observar en las siguientes tablas y gráfica.

Tabla 40: Distribución de los sondeos

Sondeo	Área del proyecto
S1	Área inicial contigua a la planta de tratamiento de residuos sólidos.
S2	
S3	
S4	Área del Relleno Sanitario.
S5	
S6	

Fuente: propia

Figura 39: Ubicación de los sondeos realizados

Fuente: propia

Tabla 41: Coordenadas UTM de las calicatas a explorar

Cuadro de coordenadas (UTM WGS84) - 17S			
Sondeo	Este	Norte	Área del proyecto
S1	633703.000	9248292.00	Área inicial contigua a la planta de tratamiento de residuos sólidos.
S2	633832.020	9248282.97	
S3	633754.28	9248206.98	
S4	633411.110	9248154.58	Área del Relleno Sanitario
S5	633389.500	9248095.54	
S6	633372.590	9248033.01	

Fuente: propia

7. Metodología planificada para el presente estudio

Con el objetivo de lograr la meta trazada hasta el nivel de detalle que amerita, se realizó la siguiente programación ordenada de actividades:

- Se estudio e investigó en gabinete el ensayo y la metodología a aplicar, en este caso el ensayo de Lefranc.
- Reconocimiento de campo. Se ejecutó una efectiva trayectoria a lo largo de la zona del proyecto. Mediante la observación y junto con la anotación se realizó el trabajo previo.
- Se desarrolló el trabajo de campo mediante muestras a cielo abierto, realizando perforaciones de exploración o sondeos de altura de 70 cm y diámetro de 10.16 cm in situ.

- Se realizó 06 perforaciones, 03 en el área del Relleno Sanitario y las otras 03 en el área contigua inicial a la planta de tratamiento de Residuos sólidos.
- El procedimiento utilizado para el ensayo de Lefranc es con una carga o nivel variable.
- Se analizó e interpretó la información hallada en campo.
- Se elaboró el informe del estudio del coeficiente de permeabilidad del suelo mediante el ensayo de Lefranc de este proyecto.

8. Recursos empleados

8.1 Personal de apoyo

- 02 ayudantes
- 01 persona para la movilidad

8.2 Equipos de protección personal

- Casco
- Chaleco de campo
- Zapatos punta de acero
- Guantes

8.3 Herramientas o elementos

- 02 palanas
- 02 barretas
- 06 tubos PVC, Ø = 10.16 cm, h=70cm
- 01 balde tanque de agua
- 02 jarras plásticas
- 01 celular cronómetro
- 02 winchas
- 01 celular para fotografía

8.4 Equipos de gabinete

- 01 laptop HP AMD A 12-9720P RADEON R7
- Microsoft Word
- Microsoft Excel
- Google Earth
- Civil 3D

9. Trabajo de campo

Se realizó el trabajo de campo el día 12 de mayo del 2022. Este trabajo consistía en hacer las perforaciones, en nuestro caso los sondeos de 90 cm de profundidad. Es válido mencionar que el tubo que se utilizó tiene 70cm de longitud y de 10.16 cm de diámetro. Es decir, después de los 20 cm de excavación superficial se empezó la entubación y por ende el proceso. Utilizando la metodología de carga variable o nivel variable del ensayo de Lefranc. A continuación, se explicará el procedimiento realizado en campo. En esta exploración se elaboró para los seis (06) sondeos realizados. Donde 03 de ellos se ubicaron en el área del Relleno Sanitario y los otros restantes en el área inicial contigua a la proyección de la planta de tratamiento de residuos sólidos.

1. Se presenta las herramientas utilizadas para realizar el ensayo

Figura 40: Herramientas empeladas

Fuente: propia

2. Se limpió el área a trabajar de la basura que estaba en la zona, luego se delimitó un área de 50cmx50cm y se excavó una profundidad de 20cm con la intención de limpiar el área de materia orgánica, basura, etc. Esto se realizó con la ayuda del yeso para delimitar el perímetro, la palana y el pico para la excavación de tierra.

Figura 41: Limpieza del área a ensayar

Fuente: propia

Figura 42: delimitación del área 50cmx50cm

Fuente: propia

Figura 43: proceso de excavación de 20 cm de profundidad

Fuente: propia

Figura 44: excavación de 30 cm de profundidad.

Fuente: propia

3. Se excavó en un área de 15cmx15cm una profundidad de 70cm con la intención de hacer ingresar el tubo de 10.16cm de diámetro. Esto se realizó con la ayuda del yeso para delimitar el perímetro y el pico para la excavación de tierra.

Figura 45: proceso de excavación de 70 cm de profundidad.

Fuente: propia

Figura 46: excavación de 70 cm de profundidad.

Fuente: propia

4. Se introdujo el tubo de 70 cm de largo y 10.16 cm de diámetro en el sondeo realizado. Una vez colocado verticalmente se prosigue a rellenar el contorno del tubo con la tierra excavada con la intención de mantenerlo fijo. La tierra colocada alrededor del tubo es compactada para que el tubo quede estático. Tanto en el llenado de tierra y compacto de la misma se cubre el tubo de PVC para que no se introduzca tierra en ella.

Figura 47: Colocación del tubo de L=70cm y Ø=10.16cm

Fuente: propia

Figura 48: Llenado de tierra por los lados del tubo

Fuente: propia

Figura 49: Compactación de tierra por los lados del tubo

Fuente: propia

5. Luego de introducir el tubo en la perforación se procede a llenarla con agua, hasta llegar a cubrir todo el tubo.

Figura 50: Proceso del llenado del tubo con agua

Fuente: propia

Figura 51: Llenado del tubo con agua

Fuente: propia

6. Luego de haber llenado completamente el tubo con agua, se espera una (01) hora. Posteriormente a la hora transcurrido, se volvió a llenar el tubo y se esperó diez (10) minutos esto con la ayuda del cronómetro en el celular, al final de este tiempo se volvió a medir el descenso del agua en el tubo. Este procedimiento se realizó en total cuatro (4) veces. Dándonos los valores similares o cercanos, el cual nos indicó la confiabilidad de los resultados.

Figura 52: Primer llenado del tubo con agua por diez minutos

Fuente: propia

Figura 53: Primera medición del descenso a los 10 minutos

Fuente: propia

- El descenso del agua en la primera medición a los 10 minutos fue de 8.9 cm

Figura 54: Segunda medición del descenso a los 10 minutos

Fuente: propia

- El descenso del agua en la segunda medición a los 10 minutos fue de 9.2 cm

Figura 55: Tercera medición del descenso a los 10 minutos

Fuente: propia

- El descenso del agua en la tercera medición a los 10 minutos fue de 9.3 cm

Figura 56: Cuarta medición del descenso a los 10 minutos

Fuente: propia

- El descenso del agua en la cuarta medición a los 10 minutos fue de 9.4 cm

7. Finalmente, los datos obtenidos en este proceso en los seis (06) sondeos realizados, se lleva a una hoja de cálculo y se encuentra el coeficiente de permeabilidad de cada perforación, esto se detalla más en la memoria de cálculo.

10. Procedimiento de cálculos

En la siguiente tabla se aprecia los datos generales que rigen para los 06 sondeos realizados en este proyecto.

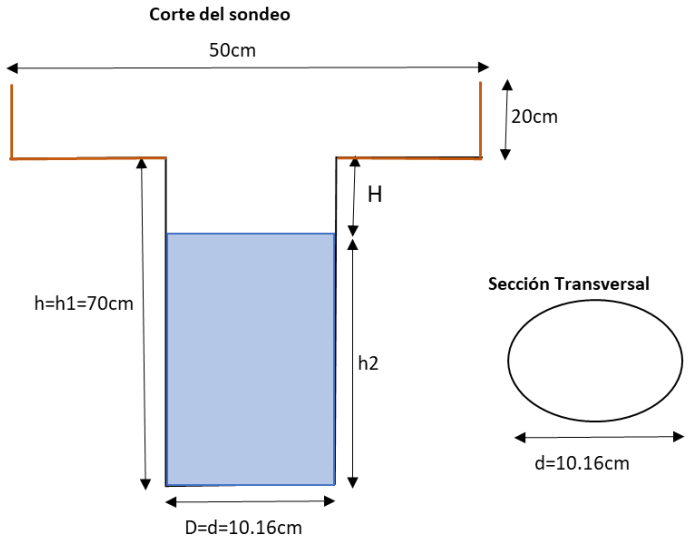
Tabla 42: Datos generales de los sondeos

Datos generales del sondeo		
Descripción	UND	Valor
Dimensiones del tubo		
Altura (h)	cm	70
Diámetro (d)	cm	10.16
De la superficie		
Área de la superficie	cm2	50
Profundidad superficial	cm	20
Del sondeo		
Diámetro (D)	cm	10.16
Profundidad (ho)	cm	90
Altura inicial (h1)	cm	70
Etapa inicial		
Tiempo inicial (To)	hora	1

Fuente: propia

El corte del sondeo y la sección transversal del tubo se proyectará en la siguiente gráfica.

Figura 57: Corte del sondeo y la sección transversal del tubo



Fuente: propia

Con los datos del sondeo y la obtenida en el ensayo in situ, podemos encontrar el coeficiente de permeabilidad del suelo, para ello se usó la siguiente fórmula para el proceso de nivel variable:

$$K = \frac{\pi * D}{11 * (t_2 - t_1)} \ln(\frac{h_1}{h_2})$$

10.1 Sondeo N°: 01

Tabla 43: Coeficiente de permeabilidad del S1

Sondeo: S1		
Área del Relleno Sanitario		
Descripción	UND	Valor
Etapa de prueba		
Tiempo N° 01, 02, 03 …	seg	600
Pérdida de carga (H1)	cm	8.9
Pérdida de carga (H2)	cm	9.2
Pérdida de carga (H3)	cm	9.3
Pérdida de carga (H4)	cm	9.2
Resultados: S1		
Tiempo: t2-t1	seg	600
Promedio de pérdida (H)	cm	9.15
Altura final (h2)	cm	60.85
Coeficiente de permeabilidad (K)	cm/seg	6.77E-04

Fuente: propia

10.2 Sondeo N° 02

Tabla 44: Coeficiente de permeabilidad del S2

Sondeo: S2		
Área del Relleno Sanitario		
Descripción	UND	Valor
Etapa de prueba		
Tiempo N° 01, 02, 03 …	seg	600
Pérdida de carga (H1)	cm	12
Pérdida de carga (H2)	cm	11.7
Pérdida de carga (H3)	cm	11.7
Pérdida de carga (H4)	cm	11.8
Resultados: S1		
Tiempo: t2-t1	seg	600
Promedio de pérdida (H)	cm	11.8
Altura final (h2)	cm	58.2
Coeficiente de permeabilidad (K)	cm/seg	8.93E-04

Fuente: propia

10.3 Sondeo N° 03

Tabla 45: Coeficiente de permeabilidad del S3

Sondeo: S3		
Área del Relleno Sanitario		
Descripción	UND	Valor
Etapa de prueba		
Tiempo N° 01, 02, 03 …	seg	600
Pérdida de carga (H1)	cm	6.5
Pérdida de carga (H2)	cm	6.4
Pérdida de carga (H3)	cm	6.4
Pérdida de carga (H4)	cm	6.4
Resultados: S1		
Tiempo: t2-t1	seg	600
Promedio de pérdida (H)	cm	6.425
Altura final (h2)	cm	63.575
Coeficiente de permeabilidad (K)	cm/seg	4.66E-04

Fuente: propia

10.4 Sondeo N° 04

Tabla 46: Coeficiente de permeabilidad del S4

Sondeo: S4		
Área del Relleno Sanitario		
Descripción	UND	Valor
Etapa de prueba		
Tiempo N° 01, 02, 03 …	seg	600
Pérdida de carga (H1)	cm	6.3
Pérdida de carga (H2)	cm	6.1
Pérdida de carga (H3)	cm	6.1
Pérdida de carga (H4)	cm	6.1
Resultados: S1		
Tiempo: t2-t1	seg	600
Promedio de pérdida (H)	cm	6.15
Altura final (h2)	cm	63.85
Coeficiente de permeabilidad (K)	cm/seg	4.45E-04

Fuente: propia

10.5 Sondeo N° 05

Tabla 47: Coeficiente de permeabilidad del S5

Sondeo: S5		
Área del Relleno Sanitario		
Descripción	UND	Valor
Etapa de prueba		
Tiempo N° 01, 02, 03 …	seg	600
Pérdida de carga (H1)	cm	8.2
Pérdida de carga (H2)	cm	8.3
Pérdida de carga (H3)	cm	8.3
Pérdida de carga (H4)	cm	8.3
Resultados: S1		
Tiempo: t2-t1	seg	600
Promedio de pérdida (H)	cm	8.275
Altura final (h2)	cm	61.725
Coeficiente de permeabilidad (K)	cm/seg	6.08E-04

Fuente: propia

10.6 Sondeo N° 06

Tabla 48: Coeficiente de permeabilidad del S6

Sondeo: S6		
Área del Relleno Sanitario		
Descripción	UND	Valor
Etapa de prueba		
Tiempo N° 01, 02, 03 …	seg	600
Pérdida de carga (H1)	cm	10
Pérdida de carga (H2)	cm	9.9
Pérdida de carga (H3)	cm	9.9
Pérdida de carga (H4)	cm	9.9
Resultados: S1		
Tiempo: t2-t1	seg	600
Promedio de pérdida (H)	cm	9.925
Altura final (h2)	cm	60.075
Coeficiente de permeabilidad (K)	cm/seg	7.39E-04

Fuente: propia

11. Resumen de permeabilidad en los sondeos

Finalmente se muestra la permeabilidad (k) obtenida en cada sondeo

Tabla 49: Resumen de resultados del coeficiente de permeabilidad

Resumen del coeficiente de permeabilidad en los sondeos			
Sondeo	Área del proyecto	Ki	Unidad
S1	Área inicial contigua a la planta de tratamiento de residuos sólidos.	6.77E-04	cm/seg
S2		8.93E-04	cm/seg
S3		4.66E-04	cm/seg
S4	Área del Relleno Sanitario.	4.45E-04	cm/seg
S5		6.08E-04	cm/seg
S6		7.39E-04	cm/seg

Fuente: propia

12. Clasificación de la permeabilidad en suelo ensayado

Finalmente vamos a realizar la comparación para cada uno de nuestros coeficientes de permeabilidad obtenidos en campo mediante el ensayo de Lefranc, y así definir qué clase de permeabilidad tiene nuestro suelo ensayado.

Tabla 50: Clasificación de los suelos según sus coeficientes de permeabilidad

Grado de permeabilidad	Valor de k (cm/seg)
Elevada	Superior a 10^{-1}
Media	$10^{-1} - 10^{-3}$
Baja	$10^{-3} - 10^{-5}$
Muy Baja	$10^{-5} - 10^{-7}$
Prácticamente impermeable	Menor de 10^{-7}

Fuente: Mecánica de Suelos [1]

De acuerdo a la tabla de clasificación de los suelos según sus coeficientes de permeabilidad, mostrada líneas arriba. Clasificaremos a nuestros suelos mediante la obtención en campo de sus respectivos coeficientes de permeabilidad.

Tabla 51: Clasificación de los suelos obtenidos en el ensayo.

Clasificación del suelo de acuerdo a su coeficiente de permeabilidad			
Sondeo	K	Permeabilidad	Área del proyecto
S1	6.77E-04 cm/seg	Baja	Área inicial contigua a la planta de tratamiento de residuos sólidos.
S2	8.93E-04 cm/seg	Baja	
S3	4.66E-04 cm/seg	Baja	
S4	4.45E-04 cm/seg	Baja	Área del Relleno Sanitario.
S5	6.08E-04 cm/seg	Baja	
S6	7.39E-04 cm/seg	Baja	

Fuente: Propia.

13. Clasificación de la permeabilidad de acuerdo al tipo del suelo

De la información previa obtenida en el estudio de mecánica de suelos de este proyecto. Se obtuvo la clasificación del suelo de acuerdo al SUCS. Con esta tabla podemos hacer la comparación con la clasificación de los coeficientes de permeabilidad de acuerdo al tipo de suelo.

Tabla 52: Suelos encontrados

Calicata	Tipo de suelo
C1	SC – Arenas Arcillosas
C2	CL – Arcillas de Mediana Plasticidad
C3	SC – Arenas Arcillosas
C4	SC-SM – Arenas Limo Arcillosas
C5	SC-SM – Arenas Limo Arcillosas
C6	SC – Arenas Arcillosas
C7	CL – Arcillas de Mediana Plasticidad
C8	SC – Arenas Arcillosas

Fuente: propia

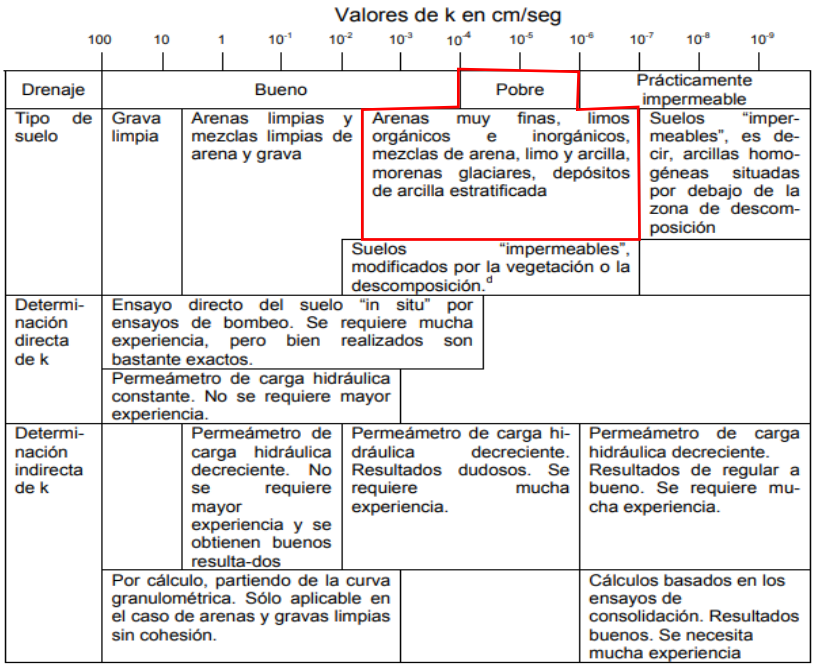
De este resultado de clasificación de suelos con respecto a las calicatas que se realizaron se extrae las que pertenece a la zona del Relleno Sanitario, para clasificar su coeficiente de permeabilidad que le corresponde.

Tabla 53: Calicatas del área del Relleno Sanitario

Calicata	Tipo de suelo
C4	SC-SM – Arenas Limo Arcillosas
C5	SC-SM – Arenas Limo Arcillosas
C6	SC – Arenas Arcillosas

Fuente: propia

Tabla 54: Clasificación de la permeabilidad de acuerdo al (k)



Fuente: Mecánica de suelos en la ingeniería práctica [8]

- De acuerdo a nuestro tipo de suelo en la clasificación SUCS, le corresponde un coeficiente de drenaje (K) nivel pobre. Es decir, permeabilidad muy baja k=10^-5

14. Conclusiones

De acuerdo a la información de campo y de los cálculos realizados en gabinete, se pueden obtener las siguientes conclusiones y recomendaciones.

1. El coeficiente de permeabilidad que se obtuvo en el ensayo de Lefranc con nivel o carga variable mediante los sondeos son los siguientes.

   Tabla 55: Conclusiones de coeficiente de permeabilidad

Sondeo	K	Permeabilidad
S1	6.77E-04 cm/seg	Baja
S2	8.93E-04 cm/seg	Baja
S3	4.66E-04 cm/seg	Baja
S4	4.45E-04 cm/seg	Baja
S5	6.08E-04 cm/seg	Baja
S6	7.39E-04 cm/seg	Baja

   Fuente propia

2. El coeficiente de permeabilidad promedio que se obtuvo en el área inicial contigua al área del Relleno Sanitario es K=6.38*10^-4 cm/seg
3. El coeficiente de permeabilidad promedio que se obtuvo en el área del Relleno Sanitario es K=5.98*10^-4 cm/seg
4. De acuerdo al coeficiente de permeabilidad calculado, obtenemos un suelo con baja permeabilidad.
5. Mediante la clasificación de suelos obtenido en el Estudio de Mecánica de Suelos tenemos un coeficiente de permeabilidad k=10^-5 le corresponde una permeabilidad muy baja

15. Recomendaciones

- Se recomienda realizar más de tres mediciones de 10 minutos, para obtener un mejor resultado de descenso del agua, es decir, de pérdida de carga.

- Las tres últimas mediciones deben tener valor similar o iguales para dar por terminado el ensayo del coeficiente de permeabilidad in situ.

- Se recomienda tener fuentes bibliográficas que sustenten las fórmulas que se aplican en el ensayo, dado que hay diversas fórmulas para cada caso distinto.

16. Referencias

[1] W. Lambe y R. Whitman, Mecánica de suelos, México: Limusa, 2012.

[2] C. Villalaz, Mecánica de suelos y cimentaciones, México: Limusa, 2004.

[3] E. Juárez y A. Rico, Fundamentos de la mecánica de suelos, México: Limusa, 1973.

[4] N. Valles, «Fundamentos de mecánica de suelos: Aspecto teórico y prácticos,» Universidad Nacional Experimental, Santa Ana de Coro, 2004.

[5] L. González de Vallejo, M. Ferrer y C. Oteo, Ingeniería geológica, Madrid: Pearson Educación, 2002.

[6] P. Torres, «Ensayo de Permeabilidad Lefranc,» Geología y geotecnia, Buenos Aires, 2009.

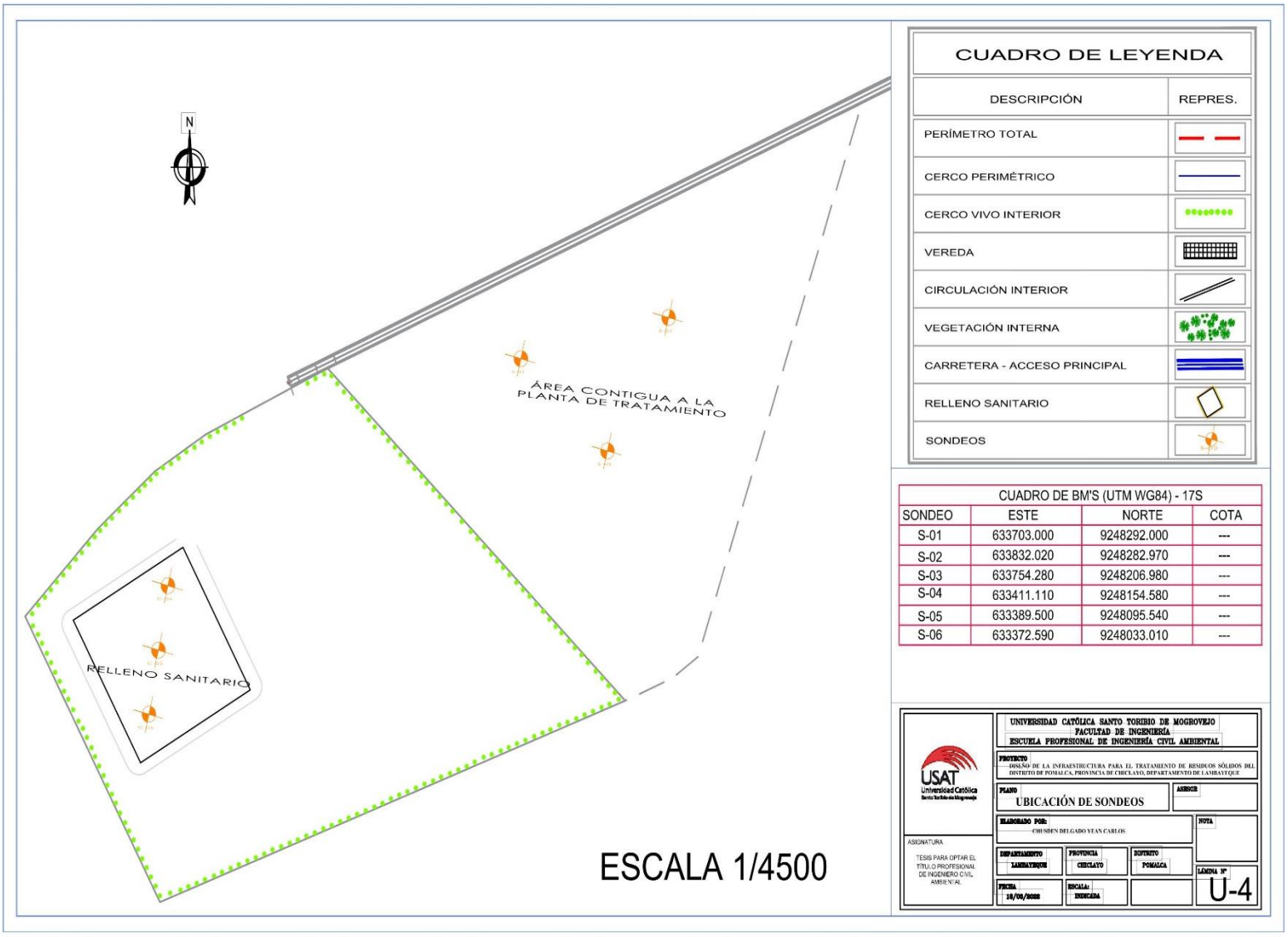
[7] J. Sánchez , «Medidas puntuales de permeabilidad,» Universidad Salamanca, España, 2011.

[8] K. Terzaghi y R. Peck, Mecánica de suelos en la ingeniería práctica, New York: El ateneo S.A, 1955.

17. Anexos

17.1 Ubicación de los sondeos en plano perimetral

Figura 58: Plano de ubicación de sondeos



Fuente: propia

17.2 Panel fotográfico en campo

17.2.1 Área contigua al área de la planta de tratamiento

Figura 59: Sondeo 01, S1

Fuente: propia

Figura 60: Sondeo 02, S2

Fuente: propia

Figura 61: Sondeo 03, S3

Fuente: propia

17.2.2 Área del Relleno Sanitario

Figura 62: Sondeo 04, S4

Fuente: propia

ANEXO 03

ESTUDIO HIDROLÓGICO Y METEREOLÓGICO

1. Objetivo

Realizar el estudio hidrológico para hallar la precipitación máxima y caudal o la máxima descarga de diseño, para su posterior utilización en el diseño del drenaje pluvial y obtención de lixiviados.

2. Factores meteorológicos

Se ha tomado en cuanta como referencia en sus bases teóricas al estudio hidrológico realizado en el proyecto "Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal en las calles de los sectores de San Isidro y San Borja de la ciudad de Pomalca, distrito de Pomalca-Chiclayo-Lambayeque" [1]. Aprobado por la municipalidad de Pomalca.

Así mismo, se presentará los principales parámetros meteorológicos del área del proyecto.

3. Clima

En el distrito de Pomalca, generalmente el clima en verano suele ser corto, cálido y nublado. Así mismo, el invierno suele ser largo, cómodo y temporalmente nublado. Pomalca es de clima seco durante el año generalmente.

3.1 Temperatura

La temperatura mínima está entre 17°C a 31°C y es muy poco probable que baje un valor de 15°C o aumente a más de 33°C. La temperatura promedio del distrito es de 27.9°C [2].

3.2 Humedad

El distrito de Pomalca tiene una humedad relativa que oscila entre los rangos de 55% y 60%.

3.3 Precipitación

Por lo general las precipitaciones pluviales en el distrito de Pomalca no son frecuentes y eventuales. La precipitación promedio anual que se tiene es de 33.05 mm. La escasez de precipitaciones en el distrito se ve alterada a razón del "Fenómeno El Niño", ocurriendo en el año de 1998 allí se llegó a una precipitación anual ocho veces más que el registro del promedio anual.

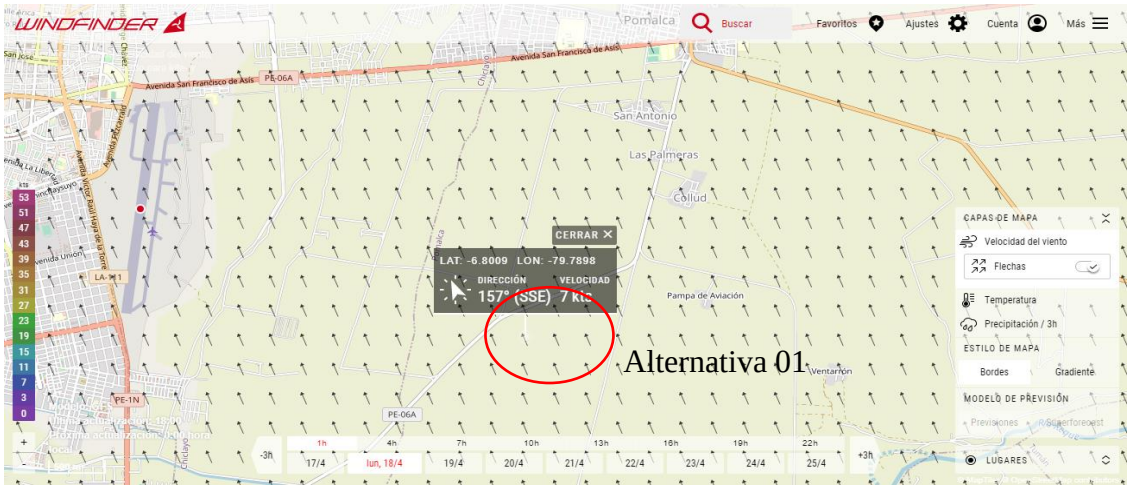
Se ha referenciado la información respecto a las precipitaciones pluviales, las estaciones pluviométricas más cercanas al distrito de Pomalca, son las siguientes: estación Lambayeque, estación Reque y la estación Cayaltí.

3.4 Vientos

Los vientos van de Sur a Noroeste (NO) en casi todo el año y generalmente son uniformes. El sentido de los vientos es en relación a la posición del Anticiclón del Pacífico. En épocas de

invierno los vientos suelen llegar a velocidades de hasta 14 m/s, esto origina el traslado de erosiones de arena fina, es decir, se transporta ocasionando creaciones de dunas o médanos.

Figura 1: Dirección predominante del viento en el área del proyecto

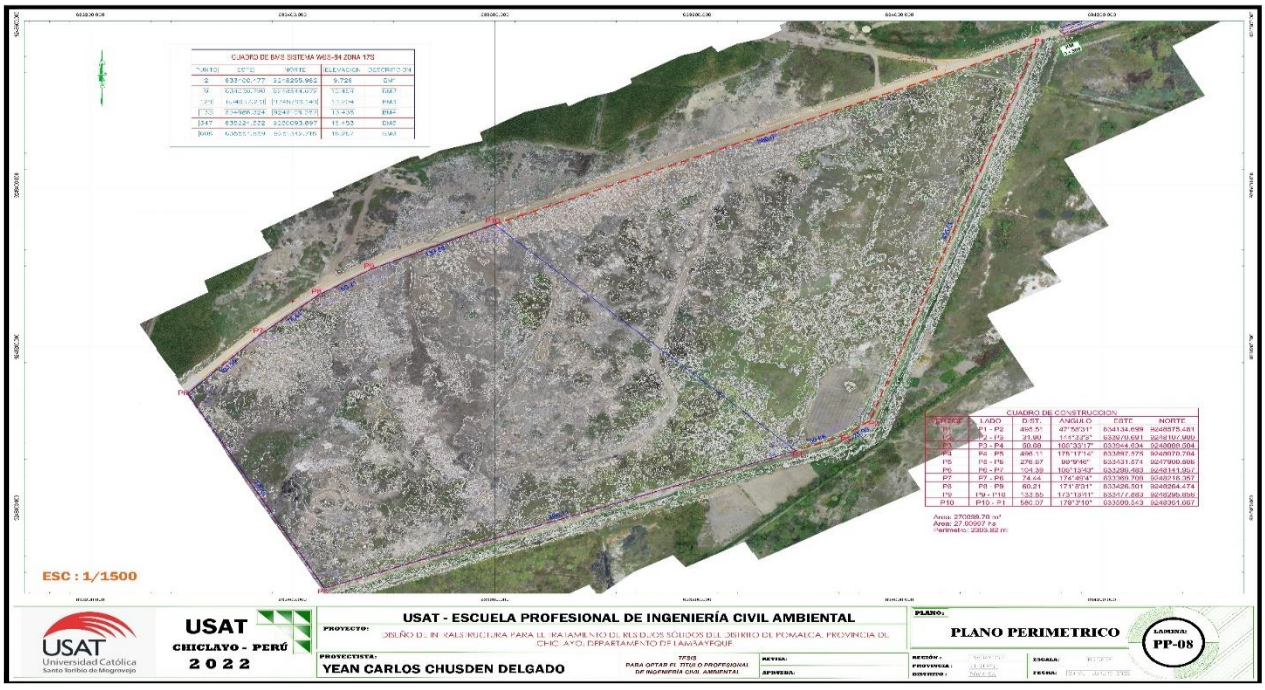


Fuente: WINDFINDER

4. Reconocimiento de terreno

En la etapa de campo, se realizó el reconocimiento de la zona del proyecto. Se identificó como parte del perímetro del área en estudio, se encuentra un canal de material natural de regadío de la empresa Agroindustrial Pomalca, esta sirve para trasladar el agua a sus sembríos de caña de azúcar. En la parte inicial del área del proyecto se identificó la laguna de oxidación del distrito de Pomalca.

Figura 2: Zona propuesta del proyecto



Fuente: Propia

Figura 3: Área de proyecto

Fuente: propia de Google Heart

Tabla 1: Coordenadas de la zona del proyecto total.

Vértice	Lado	Distancia	Ángulo Interno	Este	Norte
P1	P1 – P2	495.51	47°58’31’’	634134.699	9248575.481
P2	P2 – P3	31.90	144°33’3’’	633970.691	9248107.900
P3	P3 – P4	50.68	166°33’17’’	633944.634	9248089.504
P4	P4 – P5	496.11	178°17’14’’	633897.575	9248070.704
P5	P5 – P6	276.67	99°9’46’’	633431.574	9247900.506
P6	P6 – P7	104.39	106°13’43’’	633296.483	9248141.957
P7	P7 – P8	74.44	174°49’4’’	63369.709	9248216.357
P8	P8 – P9	60.21	171°8’31’’	633426.501	9248264.474
P9	P9 – P10	133.85	173°13’41’’	633477.883	9248295.856
P10	P10 – P4	409.59	112°2’44’’	633599.543	9248351.667

Fuente: Propia

5. Metodología de estudio

La hidrología para el drenaje pluvial y la precipitación máxima de este proyecto: “Diseño de la infraestructura para el tratamiento de residuos sólidos del distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque”, nos dispone el caudal de diseño para un preciso periodo de retorno. Siendo este dirigido y retirado satisfactoriamente por el sistema de drenaje

proyectado. Dicho lo anterior, es importante contar con la información y ubicación de la cuenca en la cual se encuentra nuestro proyecto de estudio.

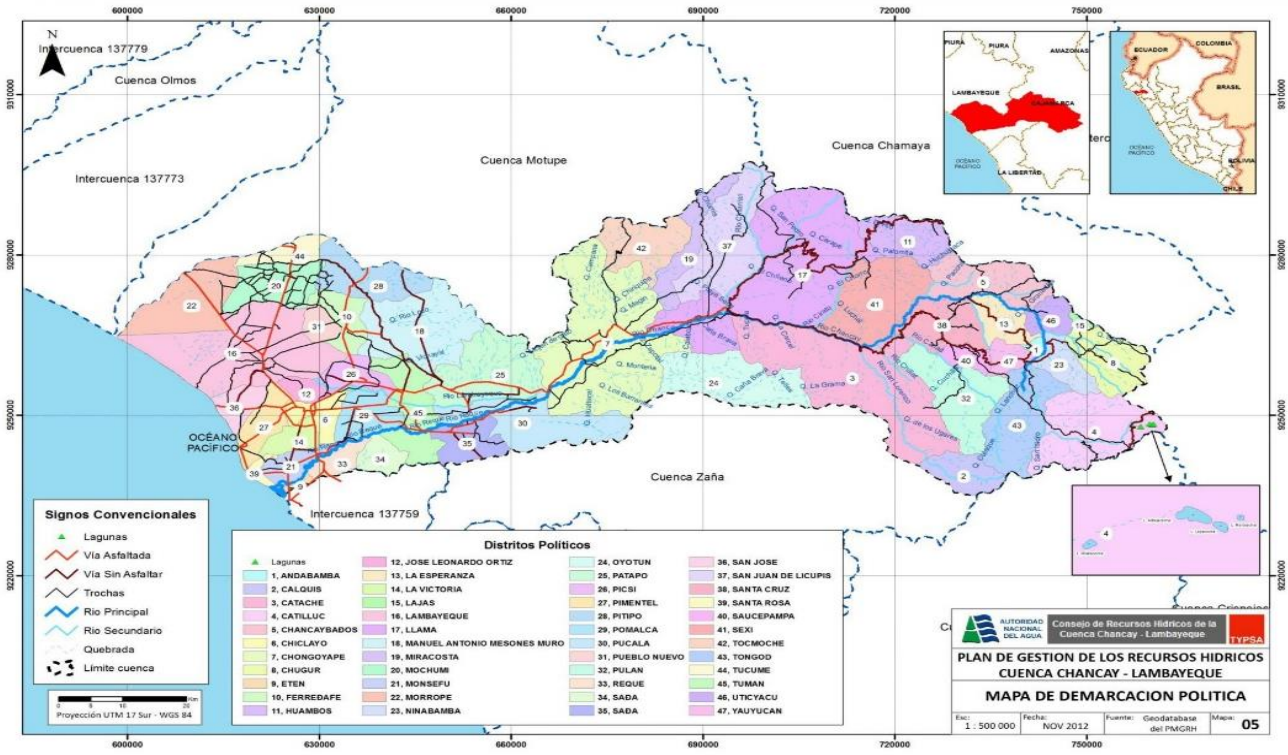
5.1 Cuenca Chancay – Lambayeque

Así mismo, se considerará la sub cuenca en la cual nos encontramos. Y posterior a ellos, delimitaremos una cuenca en la cual esté el área del proyecto, con la intención de poder analizarla. El distrito de Pomalca se encuentra dentro de la Cuenca Chancay – Lambayeque.

5.1.1 Aspectos Generales

Mediante la Autoridad Nacional del Agua (ANA), obtenemos la siguiente información de la Cuenca Chancay-Lambayeque, cuya superficie es de 4022.00 km2.

Figura 4: Ubicación de la cuenca Chancay Lambayeque



Fuente: Autoridad Nacional del Agua

Tabla 2: Distritos políticos de la Cuenca Chancay-Lambayeque

Departamento	Provincia	Distritos
Cajamarca	Chota	Tocmoche (2.83%)
		San Juan De Licupis (4.97%)
		Llana (12.23%)
		Miracosta (1.97%)
		Huambos (2.38%)
	Hualgayoc	Chugur (2.60)
	San Miguel	Tongod (4.01%)
		Calquis (1.70%)
		Catilluc (5.01%)
	Santa Cruz	Yauyucan (0.84%)
		Ninabamba (1.43%)
		Pulan (3.96%)
		Saucepampa (0.77%)
		Catache (10.17%)
		Santa Cruz (2.62%)
		Uticyacu (1.07%)
		La Esperanza (1.48%)
		Sexi (4.76%)
		Chancaybaños (3.14%)
Lambayeque	Chiclayo	Tumán (2.09%)
		Oyotún (4.34%)
		Monsefú (0.64%)
		Reque (0.94%)
		Zaña (2.84%)
		Pucalá (4.36%)
		Pomalca (0.79%)
		Chongoyape (11.81%)
		Pátapo (4.30%)

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA)

Tabla 3: Características Geomorfológicas de la Cuenca Chancay-Lambayeque

Características Geomorfológicas de la Cuenca	Valor
Área (km2)	4022.00
Perímetro (km)	433.95
Longitud (km)	203.93
Pendiente cauce principal (%)	1.89
Ancho Promedio (km)	19.72
Índice Compacidad o coeficiente de Gravellus (kc)	1.93
Rectángulo Equivalente, lado mayor (km)	196.51
Rectángulo Equivalente, lado menor (km)	20.47
Tiempo de Concentración (minutos)	1100.00
Tiempo de Concentración (metodología)	kirpich

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA)

5.1.2 Procedimiento de trabajo de cuenca Chancay - Lambayeque

Con el objetivo de relacionar la cuenca descrita en líneas anteriores en la cual encontraremos la ubicación del área del proyecto, se logró obtener información de las cuencas hidrográficas del Perú, la cual se extrajo de la página GEO GPS PERÚ, tomando como fuente principal a la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

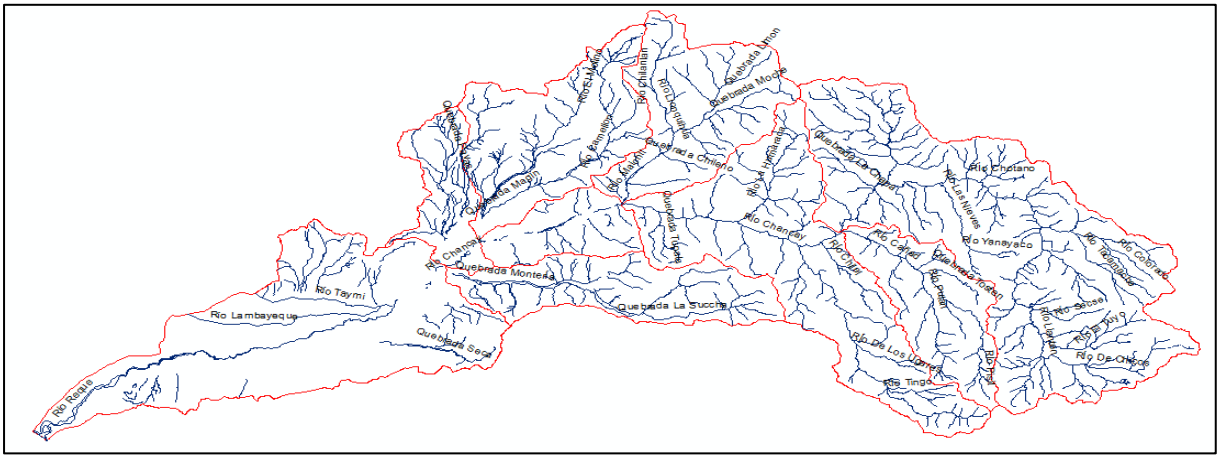
La información descargada de la cuenca Chancay – Lambayeque se obtuvo en la página virtual de GEO GPS PERÚ. En la siguiente referencia de mapa se localiza la cuenca involucrada, siendo Chancay – Lambayeque, en la información que procederemos a descargar encontramos los siguientes datos: Red Hidrográficas, Límites, Curvas de Nivel y Subcuencas.

Obteniendo a la información de la cuenca necesaria extraída de la página mencionada, se llevará posteriormente al programa denominado ArcMap 10.5. En dicho programa importaremos la información (Red hidrográfica, Límites, Curvas de Nivel y Subcuencas). Dando finalmente la cuenca delimitada con sus propias curvas de nivel y red hidrográfica.

Figura 5: Mapa de las cuencas hidrográficas del Perú

Fuente: GEO GPS PERÚ

Figura 6: ArcMap 10.4.1. Cuenca Chancay – Lambayeque

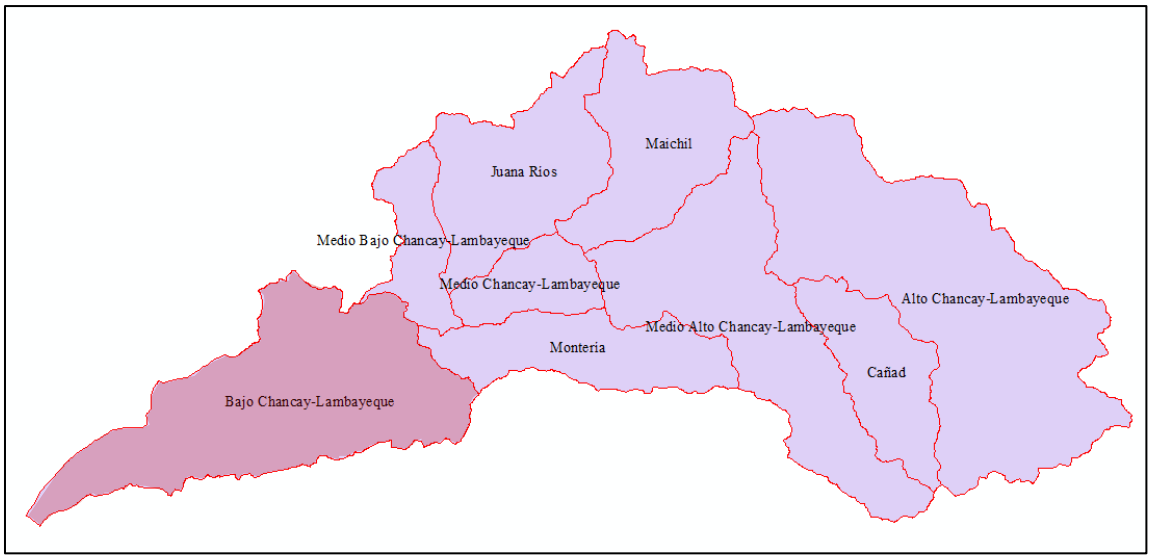


Fuente: Elaborado en ArcMap 10.4.1

5.1.3 Subcuenca Bajo Chancay Lambayeque

Con respecto a la infomación encontrada se puede vizualizar que la Cuenca Chancay – Lambayeque está conformada o dividida por nueve (09) subcuencas, en ellas ubicaremos la subcuenca Bajo Chancay- Lambayeque conformada mediante un área de 775.51 km2, en donde se puede encontrar el área del proyecto.

Figura 7: Subcuencas de la Cuenca Chancay – Lambayeque



Fuente: Elaborado en ArcMap 10.4.1

Se trabajo en el programa ArcMap 10.4.1 a información que se obtuvo, en ella se pudo se puedo visualizar que la cuenca Chancay – Lambayeque está conformada por nueve (09) subcuencas. La zona en estudio se ubica en la sub cuenca Bajo Chancay – Lambayeque.

En el modelamiento de la cuenca Chancay – Lambayeque, se pudo observar que la zona en estudio no está interactuando con ríos cerca. Es por ello que a más de 4km se encuentra el río de Chancay, se tomará en cuenta en el dimensionamiento de la cuenca de trabajo.

Al presentar la cuenca Chancay – Lambayeque se puede apreciar lo extenso que es dicha cuenca y las provincias que ella impacta con sus aguas. Sin embargo, se ha dimensionado dentro de la subcuenca bajo Chancay – Lambayeque.

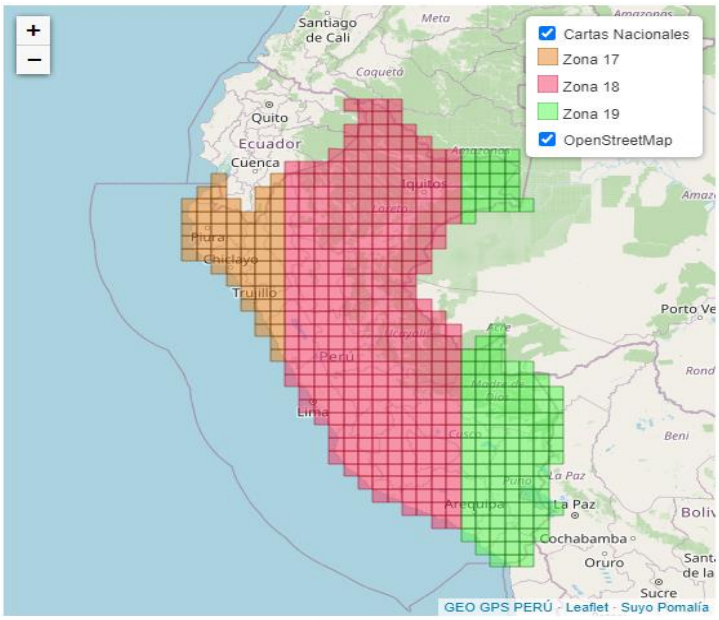
5.2 Modelamiento de la cuenca de estudio en ArcMap 10.4.1

La cuenca de estudio que modelaremos está dentro de la Cuenca Chancay – Lambayeque y a la vez está dentro de una de los nueves (09) subcuencas que conforman la Cuenca Chancay - Lambayeque. En este caso de la subcuenca Bajo Chancay – Lambayeque.

Dicho lo anterior, modelaremos nuestra cuenca de estudio en el programa ArcMap 10.4.1 el cual nos ayudará a encontrar posteriormente los parámetros morfométricos de la cuenca seleccionada.

Para empezar, se mostrará y explicará el procedo del modelamiento de la cuenca seleccionada para este estudio hidrológico. Se muestra el mapa de las cartas geográficas del Perú en la página del GEO GPS PERÚ del IGN.

Figura 8: Cartas Nacionales del Perú



Fuente: GEO GPS PERÚ, del IGN

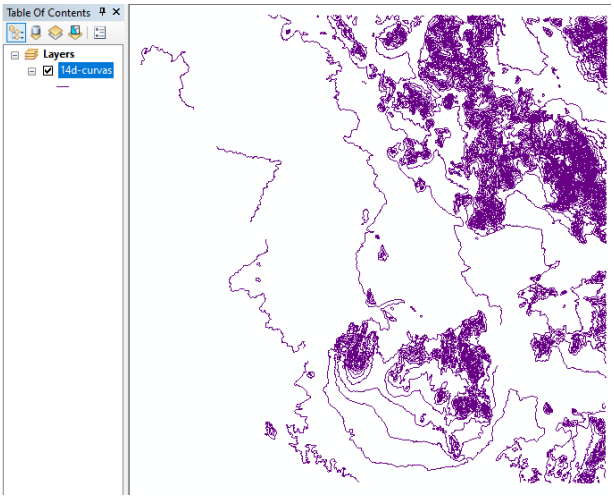
En la página GEO GPS PERÚ del Instituto Geográfico Nacional (IGN), descargamos la carta nacional donde se encuentra nuestra zona de proyecto. Descargamos la carta 14-d, zona 17 del hemisferio Sur.

Figura 9: Carta nacional 14d

Fuente: GEO GPS PERÚ, del IGN

a) De la carta Nacional d14 importamos las curvas de nivel que se encuentran en la capeta hp, del mismo archivo d14 que se descarga. Estas curvas de nivel se visualizarán en el programa ArcMap 10.5.

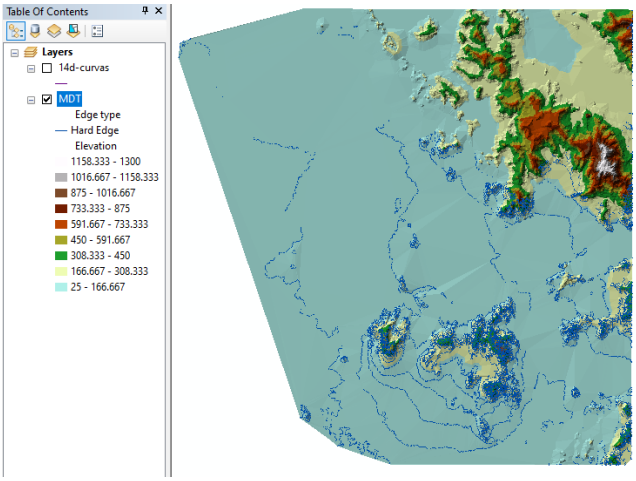
Figura 10: Curvas de nivel de la carta nacional 14d



Fuente: Elaborado en ArcMap 10.4.1

b) Luego de elaborado las curvas de nivel se crea el Modelo Digital del Terreno (MDT) en un modelo Tin.

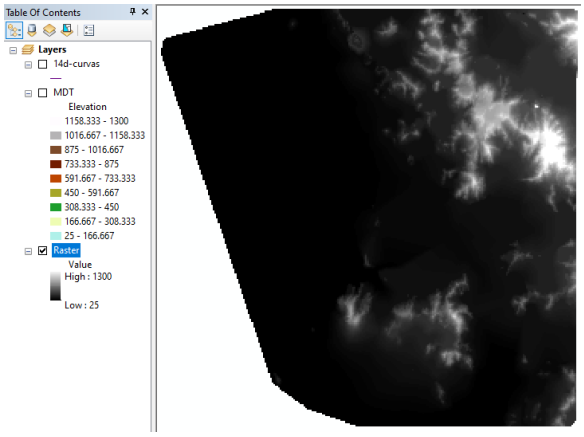
Figura 11: Modelo MDT en modelo Tin



Fuente: Elaborado en ArcMap 10.4.1

c) Luego del MDT de un modelo Tin se realiza a formato Raster, se aplica la herramienta fill para llegar al modelo Raster.

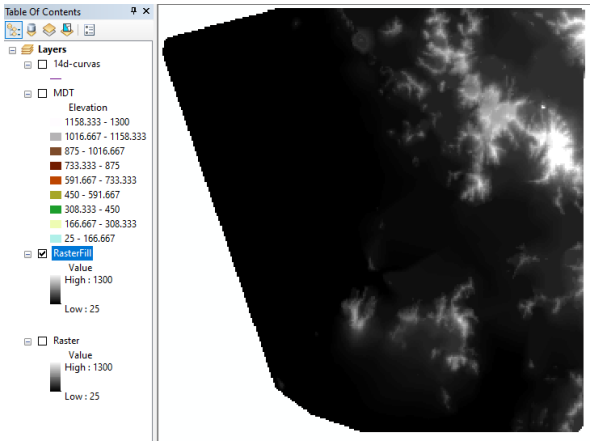
Figura 12: Modelo Raster



Fuente: Elaborado en ArcMap 10.4.1

d) Luego del modelo Raster se llevará al modelo Rasterfill, que ayudará en el proceso.

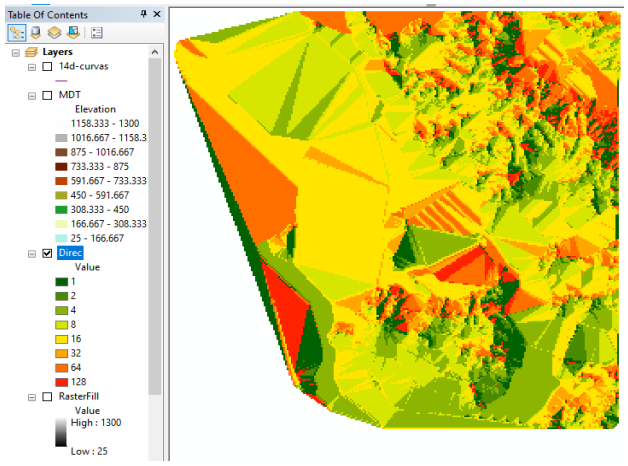
Figura 13: Modelo Rasterfill



Fuente: Elaborado en ArcMap 10.4.1

e) A este proceso se le aplicará las herramientas del ArcMap 10.4.1 dando como resultado para este proceso el modelo Flow Direction, obteniendo la dirección de los flujos del agua.

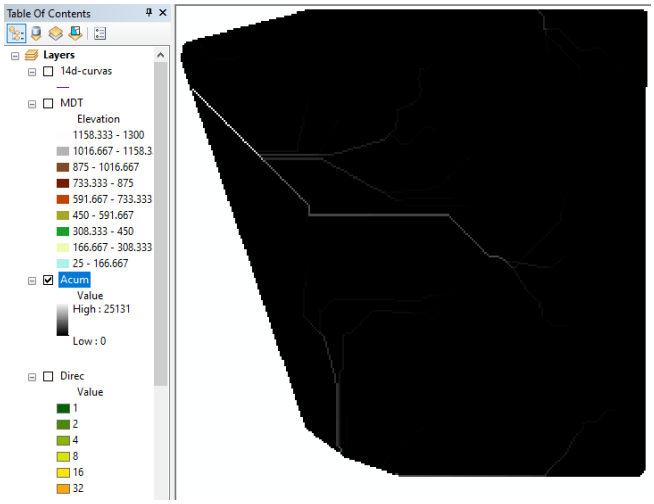
Figura 14: Modelo Flow Direction



Fuente: Elaborado en ArcMap 10.4.1

f) A este proceso de Flow Direction se le aplicará las herramientas del ArcMap 10.4.1 dando como resultado el modelo Flow Acumulation, obteniendo con esto los cursos de ríos principales.

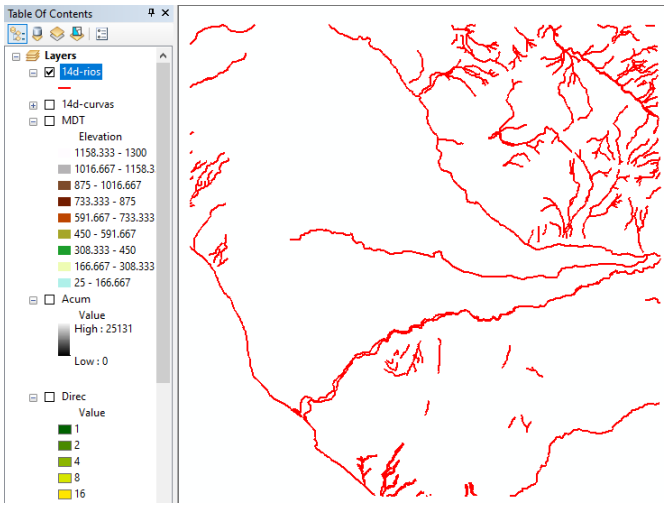
Figura 15: Modelo Flow Acumulation



Fuente: Elaborado en ArcMap 10.4.1

g) Luego de este proceso, importamos de la carta Nacional d14 los ríos que se encuentran en dicha carta.

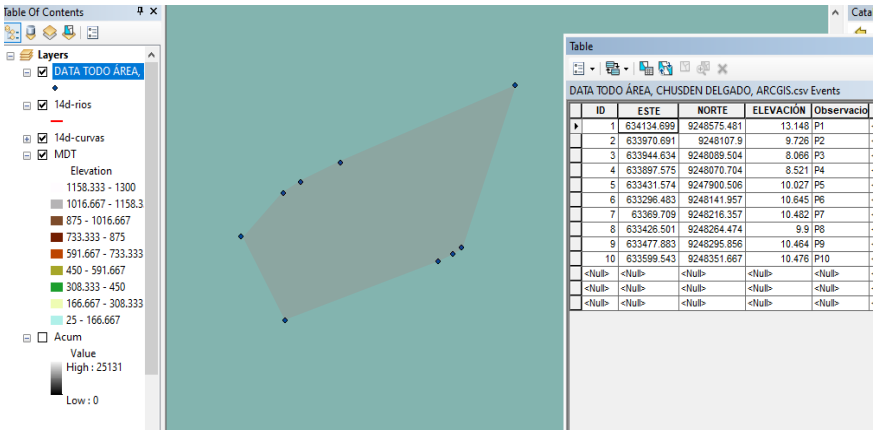
Figura 16: Ríos de la carta Nacional 14d



Fuente: Elaborado en ArcMap 10.4.1

h) En esta etapa insertamos las coordenadas UTM de los vértices de nuestra área de proyecto levantada topográficamente, con la intención de poder localizar nuestra zona de estudio y posteriormente modelar la cuenca que abarca nuestra zona de estudio.

Figura 17: Importación de coordenadas UTM del área del proyecto

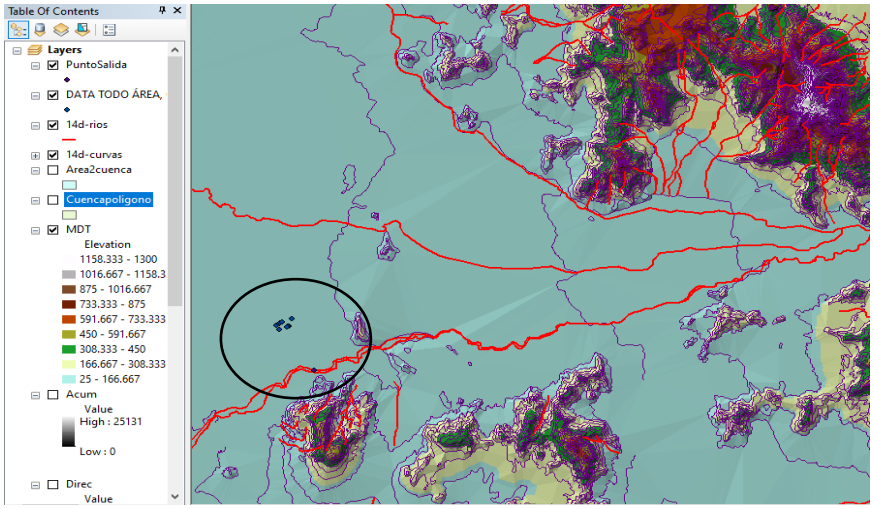


	ID	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	Observacio
▸	1	634134.699	9248575.481	13.148	P1
	2	633970.691	9248107.9	9.726	P2
	3	633944.634	9248089.504	8.066	P3
	4	633897.575	9248070.704	8.521	P4
	5	633431.574	9247900.506	10.027	P5
	6	633296.483	9248141.957	10.645	P6
	7	63369.709	9248216.357	10.482	P7
	8	633426.501	9248264.474	9.9	P8
	9	633477.883	9248295.856	10.464	P9
	10	633599.543	9248351.667	10.476	P10
	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>

Fuente: Elaborado en ArcMap 10.4.1

i) Como se puede observar por nuestra zona de proyecto las curvas de nivel no son tantas dado que la pendiente es casi llana toda esa zona a diferencias de otro lugar que tienen niveles altos y a la vez muchos desniveles. Por otro lado, se aprecia las capas de MDT, curvas de nivel y los ríos.

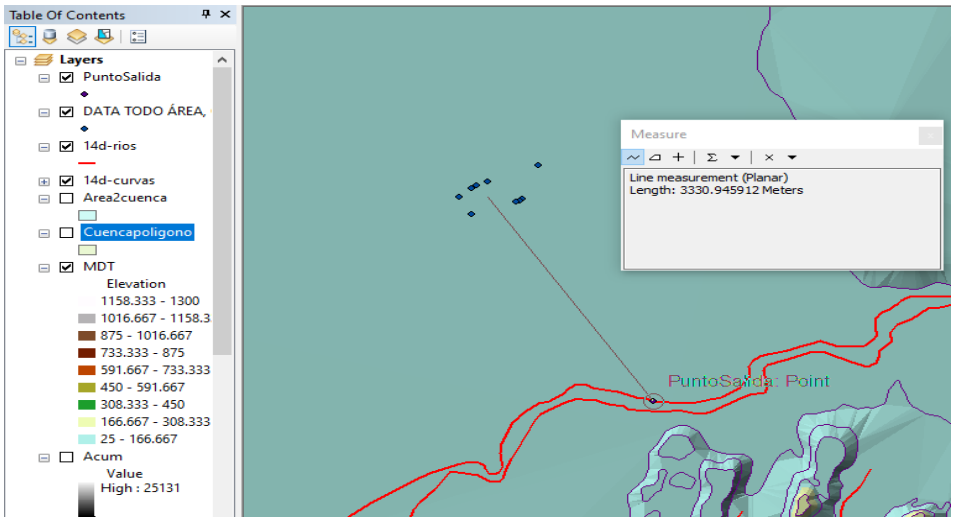
Figura 18: Puntos del área del proyecto en la Carta Nacional 14d



Fuente: Elaborado en ArcMap 10.4.1

j) Como se puede observar por nuestra zona de estudio los ríos no pasan, no se visualizan, nuestra área del proyecto al río más cercano es el río Chancay a 3.33 km de distancia, así mismo cerca al río Chancay hay otro río a 200 m aproximadamente. Esos ríos se han tomado en cuenta al momento de generar el perímetro nuestra cuenca de estudio.

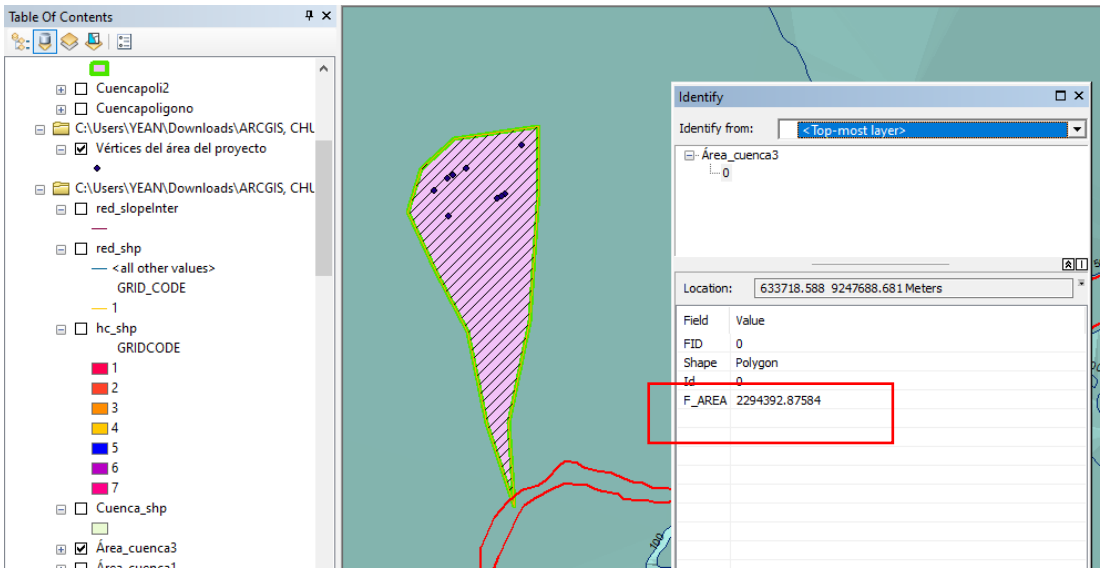
Figura 19: Distancia del área del proyecto al río más cercano



Fuente: Elaborado en ArcMap 10.4.1

k) Se generó el polígono de nuestra cuenca de estudio, teniendo en consideración los ríos más cercanos al proyecto que es de 3.33 km aproximadamente. Así mismo, el área de la cuenca de estudio es de 6 496 834.203 m2, es decir, 6.50 km2.

Figura 20: Área del polígono de la cuenca de estudio



Fuente: Elaborado en ArcMap 10.4.1

5.3 Propiedades Morfométricas de la cuenca

Tabla 4: Propiedades morfométricas de la cuenca en estudio

Descripción	UND	Valor
De la Superficie		
Área de la cuenca	km2	2.29
Perímetro de la cuenca	km	8.33
Cotas		
Cota máxima	msnm	46.41
Cota mínima	msnm	42.82
Centroide (PSC: WGS 1984 UTM Zone 17S)		
X centroide	m	633726.25
Y centroide	m	9247235.51
Z centroide	msnm	44.70
Altitud		
Altitud media	msnm	44.70
Altitud más frecuencia	msnm	45.91
Altitud de frecuencia media (1/2)	msnm	45.00
Pendiente		
Pendiente promedio de la cuenca	%	5.52
De la Red Hídrica		
Longitud del curso principal	km	3.55
Orden de la Red Hídrica	UND	1
Longitud de la Red Hídrica	km	0.67
Pendiente promedio de la Red Hídrica	%	5.00
Parámetros Generados		
Tiempo de concentración	min	167.32251
Pendiente del cauce principal	m/km	0.764527

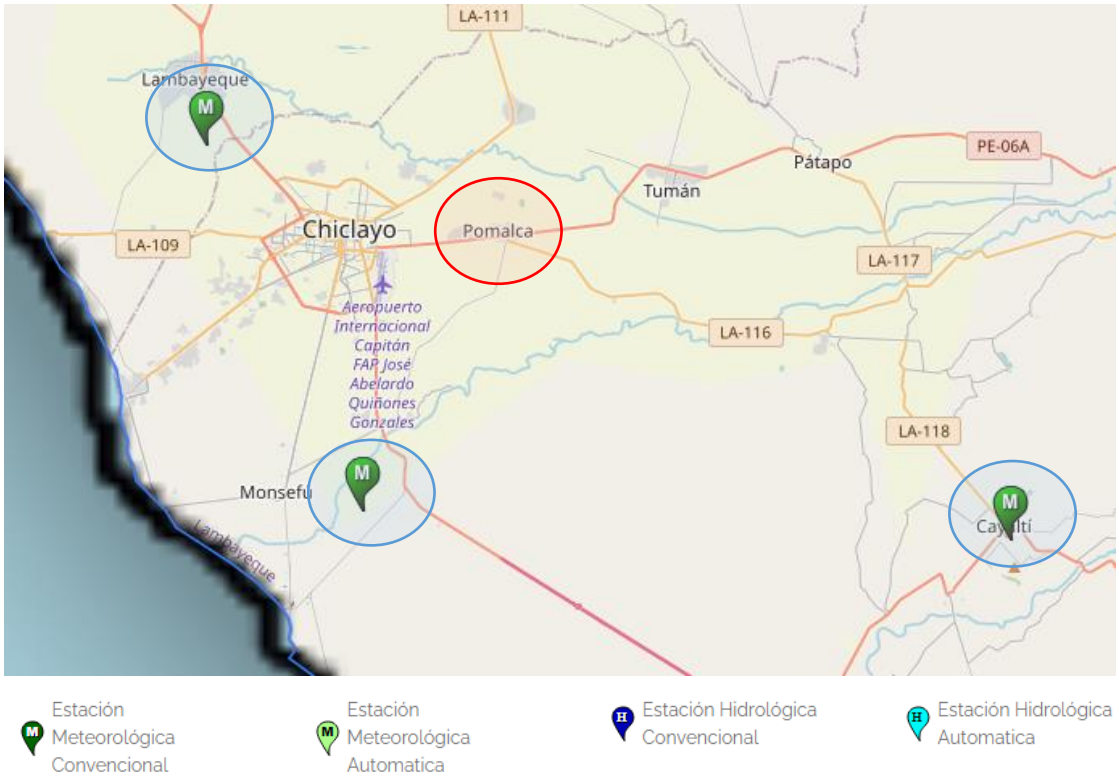
Fuente: Elaboración propia mediante ArcMap 10.4.1

5.4 Datos estadísticos hidrológicos analizados

Precipitaciones - Senamhi

El distrito de Pomalca se encuentra dentro de la Cuenca Chancay – Lambayeque. Así mismo, es significativo mencionar que no se encuentra causes de quebradas, ríos o estaciones pluviométricas en el área del proyecto. Por lo cual, el estudio hidrológico de este proyecto será basado para proyectar el caudal de diseño, en las estaciones más cercanas de la cuenca que pertenece a la zona, de la cual se obtendrá sus registros de precipitaciones a través de SENAMHI y ANA.

Figura 21: Estaciones cercanas al distrito de Pomalca y a la zona del proyecto.



Fuente: Datos hidrometereológicos en Lambayeque, SENAMHI [3].

Tabla 5: Información de la estación pluviométrica cercana a la zona del proyecto.

Nombre	Provincia	Distrito	Coordenadas		Altitud
			Latitud	Longitud	(m.s.n.m)
Lambayeque	Lambayeque	Lambayeque	06°44’3.75’’	79°54’35.4’’	18msnm
Reque	Chiclayo	Eten	06°53’10.07’’	79°50’7.8’’	13 msnm
Cayaltí	Chiclayo	Cayaltí	06°52’50.86’’	79°32’49.25’’	90 msnm

Fuente: Datos hidrometereológicos en Lambayeque, SENAMHI [3].

Según el MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, nos dice que como mínimo se recomienda una base de datos de intervalo de 25 años de una base histórica, para que las proyecciones y estimaciones del caudal de diseño sea el más acertado [4].

En nuestro proyecto se ha trabajado con una base de datos de 30 años de antigüedad, siendo el siguiente intervalo: de 19988 a 2018.

5.5 Tabla 6: Estación Lambayeque

Orden	Año	Pmax. 24h (mm)
1	1989	3.4
2	1990	2.2
3	1991	0.9
4	1992	14.2
5	1993	6.6
6	1994	16.1
7	1995	5.7
8	1996	2
9	1997	10.5
10	1998	71.3
11	1999	20.1
12	2000	5.7
13	2001	40.8
14	2002	15.2
15	2003	14.7
16	2004	3.6
17	2005	2.4
18	2006	11.8
19	2007	2.4
20	2008	11.7
21	2009	5.7
22	2010	19.7
23	2011	7.1
24	2012	22.1
25	2013	8.5
26	2014	3.7
27	2015	18
28	2016	5.8
29	2017	60.7
30	2018	3.4

Fuente: propia

5.6 Tabla 7: Estación Reque

Orden	Año	Pmax. 24h (mm)
1	1989	2.4
2	1990	1.6
3	1991	2.4
4	1992	7.77
5	1993	5.3
6	1994	8.4
7	1995	1.5
8	1996	2
9	1997	17.5
10	1998	60.4
11	1999	10.2
12	2000	9.2
13	2001	6
14	2002	7.3
15	2003	3
16	2004	7
17	2005	2.5
18	2006	4.3
19	2007	7.5
20	2008	11
21	2009	4.4
22	2010	10.6
23	2011	8.2
24	2012	15.4
25	2013	9.7
26	2014	7.6
27	2015	13.5
28	2016	13.2
29	2017	29.8
30	2018	2.1

Fuente: propia

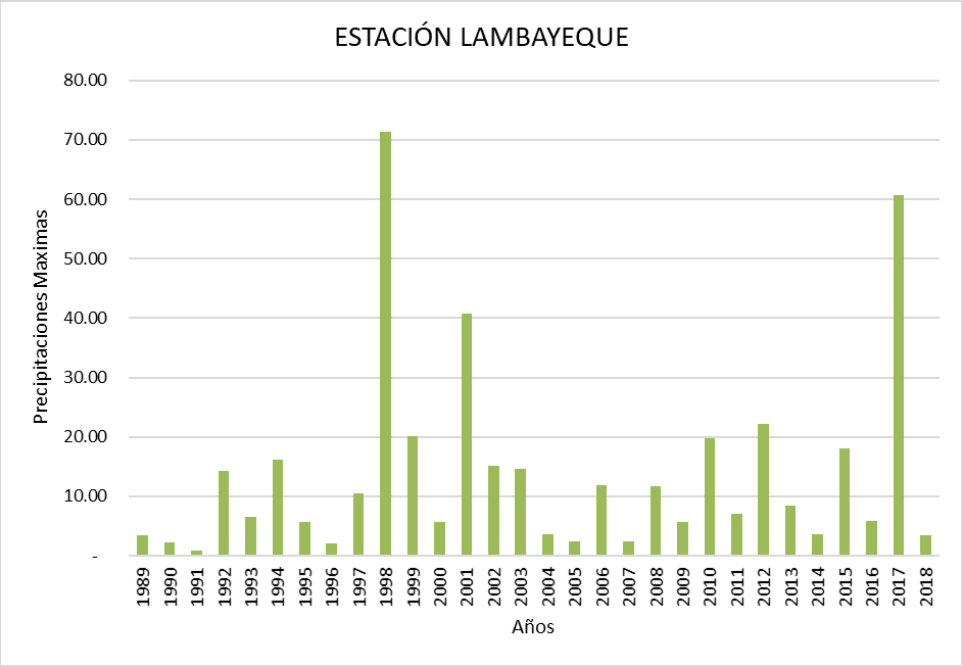
5.7 Tabla 8: Estación Cayaltí

Orden	Año	Pmax. 24h (mm)
1	1989	8.9
2	1990	3.7
3	1991	33.5
4	1992	9.1
5	1993	14.9
6	1994	17
7	1995	13.1
8	1996	5.5
9	1997	29.8
10	1998	77.3
11	1999	24
12	2000	11
13	2001	10.2
14	2002	7.5
15	2003	6.3
16	2004	3.5
17	2005	3.3
18	2006	5.9
19	2007	5.2
20	2008	7.2
21	2009	9.9
22	2010	11.9
23	2011	8.6
24	2012	12.7
25	2013	14
26	2014	9.9
27	2015	4.6
28	2016	13.6
29	2017	42.4
30	2018	4.8

Fuente: propia

6. Diagramas de precipitaciones de las estaciones pluviométricas analizadas

Diagrama 1: Precipitaciones máximas de la estación Lambayeque

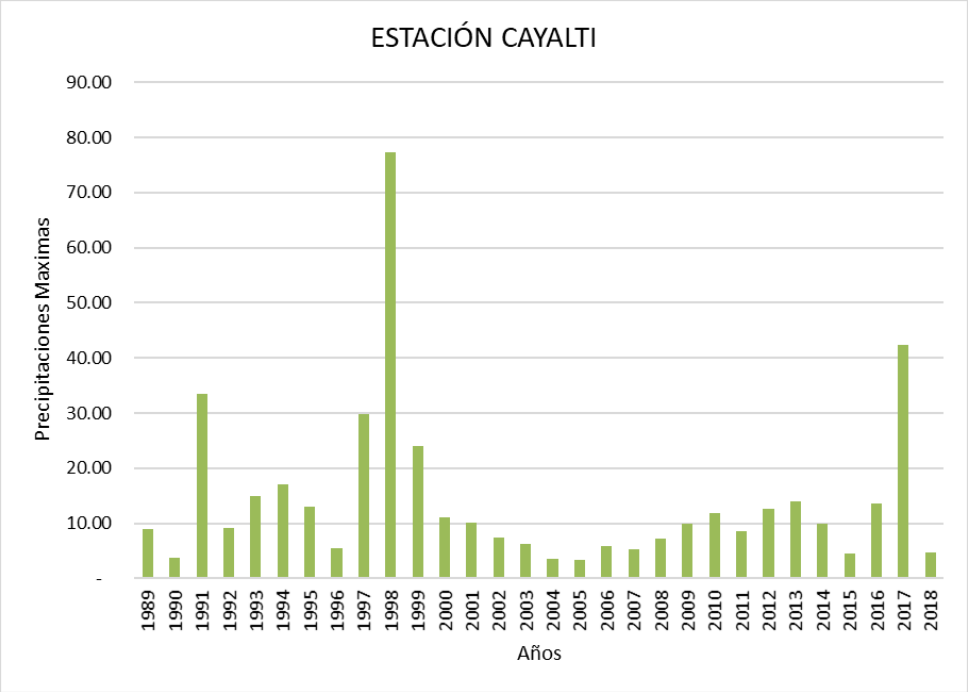


Fuente: propio

Diagrama 2: Precipitaciones máximas de la estación Reque

Fuente: propio

Diagrama 3: Precipitaciones máximas de la estación Cayaltí



Fuente: propio

7. Análisis de datos dudosos

El análisis de datos dudosos nos ayuda a encontrar los valores atípicos. Estos son puntos de datos que se alejan significativamente de la tendencia de los datos restantes. La retención, corrección o eliminación de estos valores atípicos puede afectar significativamente a los parámetros estadísticos computados a partir de los datos, especialmente en el caso de muestras pequeñas.

Para el análisis de datos dudosos nos guiaremos de acuerdo a la Ley de Planificación de Recursos Hídricos publicada el 22 de julio de 1965 el propósito del Consejo de Recursos Hídricos es aplicar la política de los Estados Unidos, este método la podemos encontrar en "Guidelines for Determining Flood Flow Frequency," Revised Bulletin 17B of the Hydrology Committee, U.S. Water Resources Council.

7.1 Datos dudosos Estación Lambayeque

Tabla 9: Análisis de datos dudosos de Estación Lambayeque

Orden	Año	Pmax24	Log(P24hr)	Precipitación	Valor Máximo	Valor Mínimo
1	1989	3.4	0.53	3.4	118.23	0.58
2	1990	2.2	0.34	2.2	118.23	0.58
3	1991	0.9	-0.05	0.9	118.23	0.58
4	1992	14.2	1.15	14.2	118.23	0.58
5	1993	6.6	0.82	6.6	118.23	0.58
6	1994	16.1	1.21	16.1	118.23	0.58
7	1995	5.7	0.76	5.7	118.23	0.58
8	1996	2.0	0.30	2.0	118.23	0.58
9	1997	10.5	1.02	10.5	118.23	0.58
10	1998	71.3	1.85	71.3	118.23	0.58
11	1999	20.1	1.30	20.1	118.23	0.58
12	2000	5.7	0.76	5.7	118.23	0.58
13	2001	40.8	1.61	40.8	118.23	0.58
14	2002	15.2	1.18	15.2	118.23	0.58
15	2003	14.7	1.17	14.7	118.23	0.58
16	2004	3.6	0.56	3.6	118.23	0.58
17	2005	2.4	0.38	2.4	118.23	0.58
18	2006	11.8	1.07	11.8	118.23	0.58
19	2007	2.4	0.38	2.4	118.23	0.58
20	2008	11.7	1.07	11.7	118.23	0.58
21	2009	5.7	0.76	5.7	118.23	0.58
22	2010	19.7	1.29	19.7	118.23	0.58
23	2011	7.1	0.85	7.1	118.23	0.58
24	2012	22.1	1.34	22.1	118.23	0.58
25	2013	8.5	0.93	8.5	118.23	0.58
26	2014	3.7	0.57	3.7	118.23	0.58
27	2015	18.0	1.26	18.0	118.23	0.58
28	2016	5.8	0.76	5.8	118.23	0.58
29	2017	60.7	1.78	60.7	118.23	0.58
30	2018	3.4	0.53	3.4	118.23	0.58

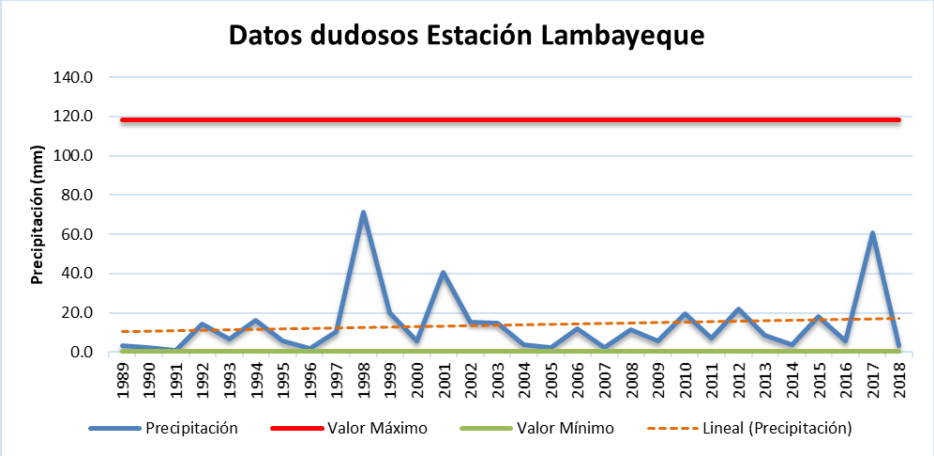
Fuente: propio

Tabla 10: Umbrales de datos dudosos de Estación Lambayeque

Umbral de datos dudosos altos (xH: unidad. Logarítmicas)		
$x_H = \bar{x} + k_n \cdot s$	xH=	2.07
Precipitación máxima aceptaba		
PH= 10^{xH}	PH=	118.23 mm
NO EXISTEN DATOS DUDOSOS ALTO DE LA MUESTRA		
Umbral de datos dudosos bajos (xL: unidad. Logarítmicas)		
$x_L = \bar{x} - k_n \cdot s$	xL=	-0.24
Precipitación mínima aceptaba		
PH= 10^{xH}	PL=	0.58 mm
NO EXISTEN DATOS DUDOSOS MINIMO DE LA MUESTRA		

Fuente: propio

Diagrama 4: Datos dudosos de Estación Lambayeque



Fuente: propio

7.2 Datos dudosos Estación Reque

Tabla 11: Análisis de datos dudosos de Estación Reque

Orden	Año	Pmax24	Log(P24hr)	Precipitación	Valor Máximo	Valor Mínimo
1	1989	2.4	0.38	2.4	61.17	0.71
2	1990	1.6	0.20	1.6	61.17	0.71
3	1991	2.4	0.38	2.4	61.17	0.71
4	1992	7.8	0.89	7.8	61.17	0.71
5	1993	5.3	0.72	5.3	61.17	0.71
6	1994	8.4	0.92	8.4	61.17	0.71
7	1995	1.5	0.18	1.5	61.17	0.71
8	1996	2.0	0.30	2.0	61.17	0.71
9	1997	17.5	1.24	17.5	61.17	0.71
10	1998	60.4	1.78	60.4	61.17	0.71
11	1999	10.2	1.01	10.2	61.17	0.71
12	2000	9.2	0.96	9.2	61.17	0.71
13	2001	6.0	0.78	6.0	61.17	0.71
14	2002	7.3	0.86	7.3	61.17	0.71
15	2003	3.0	0.48	3.0	61.17	0.71
16	2004	7.0	0.85	7.0	61.17	0.71
17	2005	2.5	0.40	2.5	61.17	0.71
18	2006	4.3	0.63	4.3	61.17	0.71
19	2007	7.5	0.88	7.5	61.17	0.71
20	2008	11.0	1.04	11.0	61.17	0.71
21	2009	4.4	0.64	4.4	61.17	0.71
22	2010	10.6	1.03	10.6	61.17	0.71
23	2011	8.2	0.91	8.2	61.17	0.71
24	2012	15.4	1.19	15.4	61.17	0.71
25	2013	9.7	0.99	9.7	61.17	0.71
26	2014	7.6	0.88	7.6	61.17	0.71
27	2015	13.5	1.13	13.5	61.17	0.71
28	2016	13.2	1.12	13.2	61.17	0.71
29	2017	29.8	1.47	29.8	61.17	0.71
30	2018	2.1	0.32	2.1	61.17	0.71

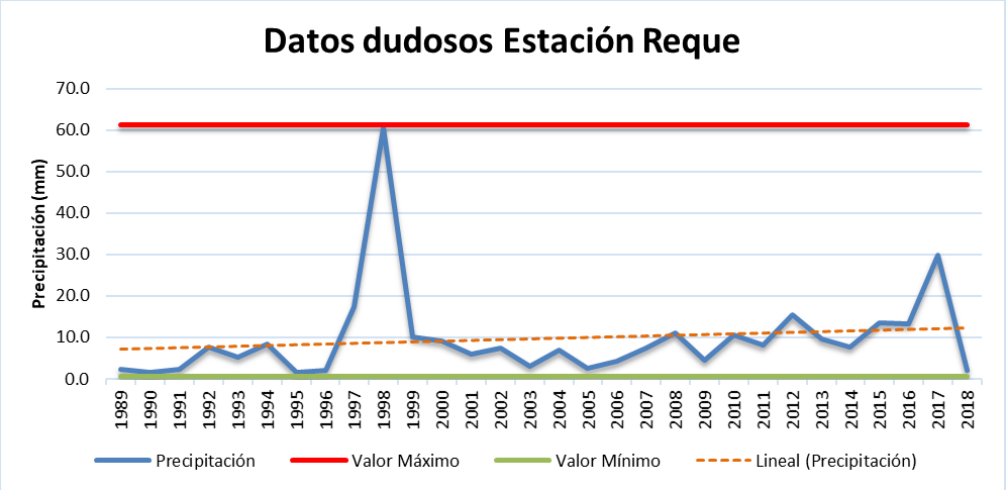
Fuente: propio

Tabla 12: Umbrales de datos dudosos de Estación Reque

Umbral de datos dudosos altos (xH: unidad. Logarítmicas)		
$x_H = \bar{x} + k_n \cdot s$	xH=	1.79
Precipitación máxima aceptaba		
PH= 10^{xH}	PH=	61.17 mm
NO EXISTEN DATOS DUDOSOS ALTO DE LA MUESTRA		
Umbral de datos dudosos bajos (xL: unidad. Logarítmicas)		
$x_L = \bar{x} - k_n \cdot s$	xL=	-0.15
Precipitación mínima aceptaba		
PH= 10^{xH}	PL=	0.71 mm
NO EXISTEN DATOS DUDOSOS MINIMO DE LA MUESTRA		

Fuente: propio

Diagrama 5: Datos dudosos de Estación Reque



Fuente: propio

7.3 Datos dudosos Estación Cayaltí

Tabla 13: Análisis de datos dudosos de Estación Cayaltí

Orden	Año	Pmax24	Log(P24hr)	Precipitación	Valor Máximo	Valor Mínimo
1	1989	8.9	0.95	8.9	71.53	1.51
2	1990	3.7	0.57	3.7	71.53	1.51
3	1991	33.5	1.53	33.5	71.53	1.51
4	1992	9.1	0.96	9.1	71.53	1.51
5	1993	14.9	1.17	14.9	71.53	1.51
6	1994	17.0	1.23	17.0	71.53	1.51
7	1995	13.1	1.12	13.1	71.53	1.51
8	1996	5.5	0.74	5.5	71.53	1.51
9	1997	29.8	1.47	29.8	71.53	1.51
10	1998	77.3	1.89	77.3	71.53	1.51
11	1999	24.0	1.38	24.0	71.53	1.51
12	2000	11.0	1.04	11.0	71.53	1.51
13	2001	10.2	1.01	10.2	71.53	1.51
14	2002	7.5	0.88	7.5	71.53	1.51
15	2003	6.3	0.80	6.3	71.53	1.51
16	2004	3.5	0.54	3.5	71.53	1.51
17	2005	3.3	0.52	3.3	71.53	1.51
18	2006	5.9	0.77	5.9	71.53	1.51
19	2007	5.2	0.72	5.2	71.53	1.51
20	2008	7.2	0.86	7.2	71.53	1.51
21	2009	9.9	1.00	9.9	71.53	1.51
22	2010	11.9	1.08	11.9	71.53	1.51
23	2011	8.6	0.93	8.6	71.53	1.51
24	2012	12.7	1.10	12.7	71.53	1.51
25	2013	14.0	1.15	14.0	71.53	1.51
26	2014	9.9	1.00	9.9	71.53	1.51
27	2015	4.6	0.66	4.6	71.53	1.51
28	2016	13.6	1.13	13.6	71.53	1.51
29	2017	42.4	1.63	42.4	71.53	1.51
30	2018	4.8	0.68	4.8	71.53	1.51

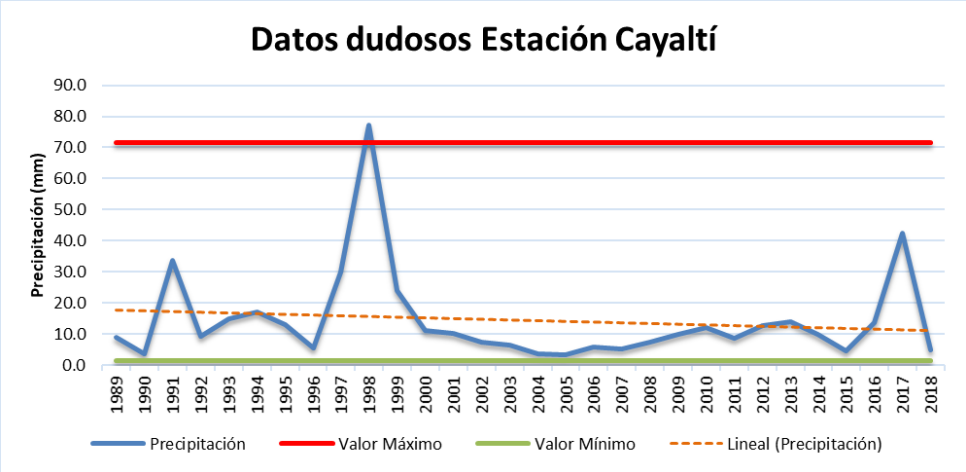
Fuente: propio

Tabla 14: Umbrales de datos dudosos de Estación Cayaltí

Umbral de datos dudosos altos (xH: unidad. Logarítmicas)		
$x_H = \bar{x} + k_n \cdot s$	xH=	1.85
Precipitación máxima aceptaba		
PH= 10^{xH}	PH=	71.53 mm
EXISTEN DATOS DUDOSOS ALTO DE LA MUESTRA		
Umbral de datos dudosos bajos (xL: unidad. Logarítmicas)		
$x_L = \bar{x} - k_n \cdot s$	xL=	0.18
Precipitación mínima aceptaba		
PH= 10^{xH}	PL=	1.51 mm
NO EXISTEN DATOS DUDOSOS MINIMO DE LA MUESTRA		

Fuente: propio

Diagrama 6: Datos dudosos de Estación Cayaltí



Fuente: propio

De las tres estaciones analizadas, la estación Cayaltí arrojó un valor atípico en este caso, un valor alto, dado que el umbral o límite superior es de 71.53 mm y en el año 1998 nos arrojó un valor de 77.3 mm que es la precipitación máxima anotada en ese año de esa estación.

Sin embargo, la norma referenciada para este método nos dice: si se dispone de información que indique una altura atípica máximo en un período de tiempo prolongado, el atípico se trata como datos históricos de inundaciones.

Es decir, tomando como referenciar las estaciones pluviométricas cercanas a la zona nos da los siguientes resultados:

Tabla 15: Precipitaciones máximas en el año de 1998

Estaciones Pluviométricas de la Cuenca del Río Chancay				
Orden	Año	Estación Lambayeque	Estación Reque	Estación Cayaltí
1	1989	3.40	2.40	8.90
2	1990	2.20	1.60	3.70
3	1991	0.90	2.40	33.50
4	1992	14.20	7.77	9.10
5	1993	6.60	5.30	14.90
6	1994	16.10	8.40	17.00
7	1995	5.70	1.50	13.10
8	1996	2.00	2.00	5.50
9	1997	10.50	17.50	29.80
10	1998	71.30	60.40	77.30
11	1999	20.10	10.20	24.00
12	2000	5.70	9.20	11.00
13	2001	40.80	6.00	10.20
14	2002	15.20	7.30	7.50
15	2003	14.70	3.00	6.30
16	2004	3.60	7.00	3.50
17	2005	2.40	2.50	3.30
18	2006	11.80	4.30	5.90

Fuente: propia

Como se observa las estaciones cercanas a la de Cayaltí, nos da una lectura en el año 1998 similar. Es por ello que ese resultado atípico se considerará un dato histórico de inundaciones. Por lo tanto, se considerará para el siguiente proceso de análisis de doble masa.

8. Análisis de doble masa

El Análisis de doble masa nos permite verificar la confiabilidad de los datos de las tres (03) estaciones pluviométricas. Esto lo realiza mediante el registro de una estación comparando su precipitación acumulada estacional o anual, con los valores concurrentes acumulados promedio de un grupo de estaciones vecinas. Esto nos servirá para verificar la confiabilidad de los registros de datos y de acuerdo a ese análisis podemos hacer la comparación entre ellas y decidir la mejor opción de estación pluviométrica para nuestro estudio hidrológico.

Estas mediciones de precipitación pueden variar por:

- Cambio de localización de estación
- Cambio de exposición (crecimiento de hojas)
- Cambio de equipo de medición
- Cambio de procedimiento de observación

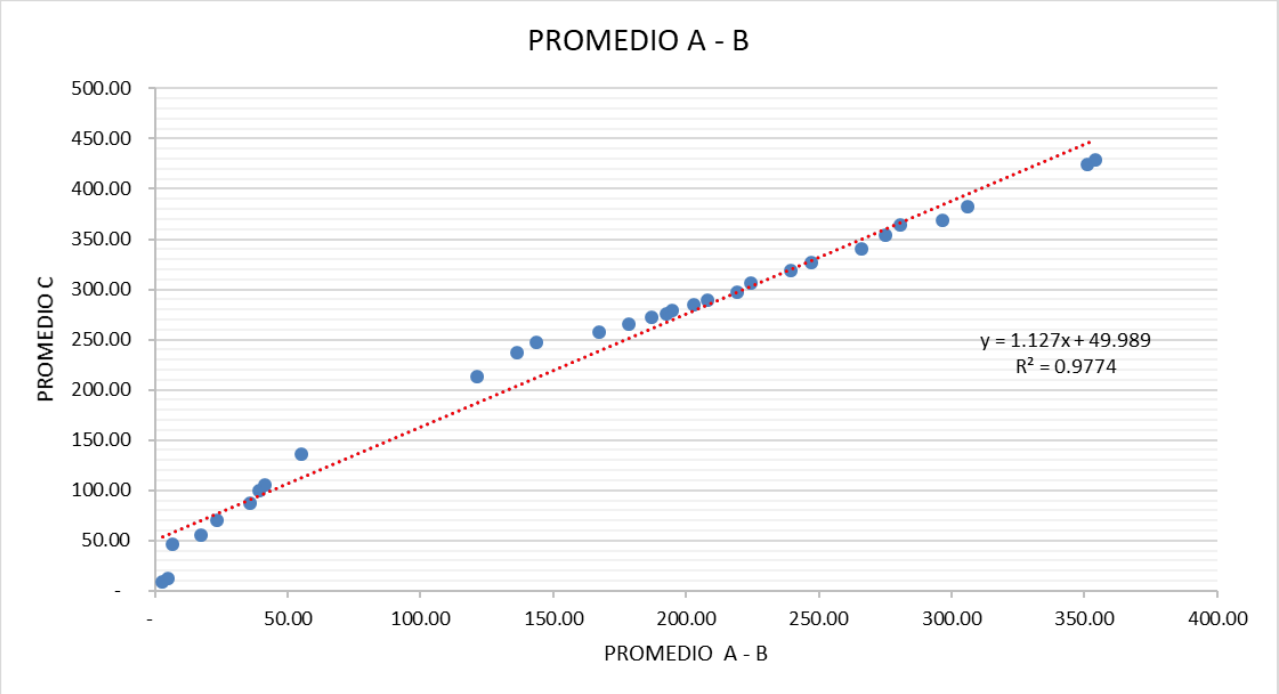
A continuación, se presenta el análisis de doble masa realizado a las tres estaciones, donde aquel resultado cuyo coeficiente de determinación (R^2) se acerque al valor de uno (01) es la que tiende a la línea de regresión ajustada y sería la más confiable.

Tabla 16: Análisis de doble masa de las tres estaciones pluviométricas

Orden	Año	Estación Lambayeque	Estación Reque	Estación Cayaltí		Promedio		
		A	B	C		Prom(A - B)	Prom(A - C)	Prom(B - C)
1	1989	3.40	2.40	8.90		2.90	6.15	5.65
2	1990	5.60	4.00	12.60		4.80	9.10	8.30
3	1991	6.50	6.40	46.10		6.45	26.30	26.25
4	1992	20.70	14.17	55.20		17.43	37.95	34.68
5	1993	27.30	19.47	70.10		23.38	48.70	44.78
6	1994	43.40	27.87	87.10		35.63	65.25	57.48
7	1995	49.10	29.37	100.20		39.23	74.65	64.78
8	1996	51.10	31.37	105.70		41.23	78.40	68.53
9	1997	61.60	48.87	135.50		55.23	98.55	92.18
10	1998	132.90	109.27	212.80		121.08	172.85	161.03
11	1999	153.00	119.47	236.80		136.23	194.90	178.13
12	2000	158.70	128.67	247.80		143.68	203.25	188.23
13	2001	199.50	134.67	258.00		167.08	228.75	196.33
14	2002	214.70	141.97	265.50		178.33	240.10	203.73
15	2003	229.40	144.97	271.80		187.18	250.60	208.38
16	2004	233.00	151.97	275.30		192.48	254.15	213.63
17	2005	235.40	154.47	278.60		194.93	257.00	216.53
18	2006	247.20	158.77	284.50		202.98	265.85	221.63
19	2007	249.60	166.27	289.70		207.93	269.65	227.98
20	2008	261.30	177.27	296.90		219.28	279.10	237.08
21	2009	267.00	181.67	306.80		224.33	286.90	244.23
22	2010	286.70	192.27	318.70		239.48	302.70	255.48
23	2011	293.80	200.47	327.30		247.13	310.55	263.88
24	2012	315.90	215.87	340.00		265.88	327.95	277.93
25	2013	324.40	225.57	354.00		274.98	339.20	289.78
26	2014	328.10	233.17	363.90		280.63	346.00	298.53
27	2015	346.10	246.67	368.50		296.38	357.30	307.58
28	2016	351.90	259.87	382.10		305.88	367.00	320.98
29	2017	412.60	289.67	424.50		351.13	418.55	357.08
30	2018	416.00	291.77	429.30		353.88	422.65	360.53

Fuente: propia

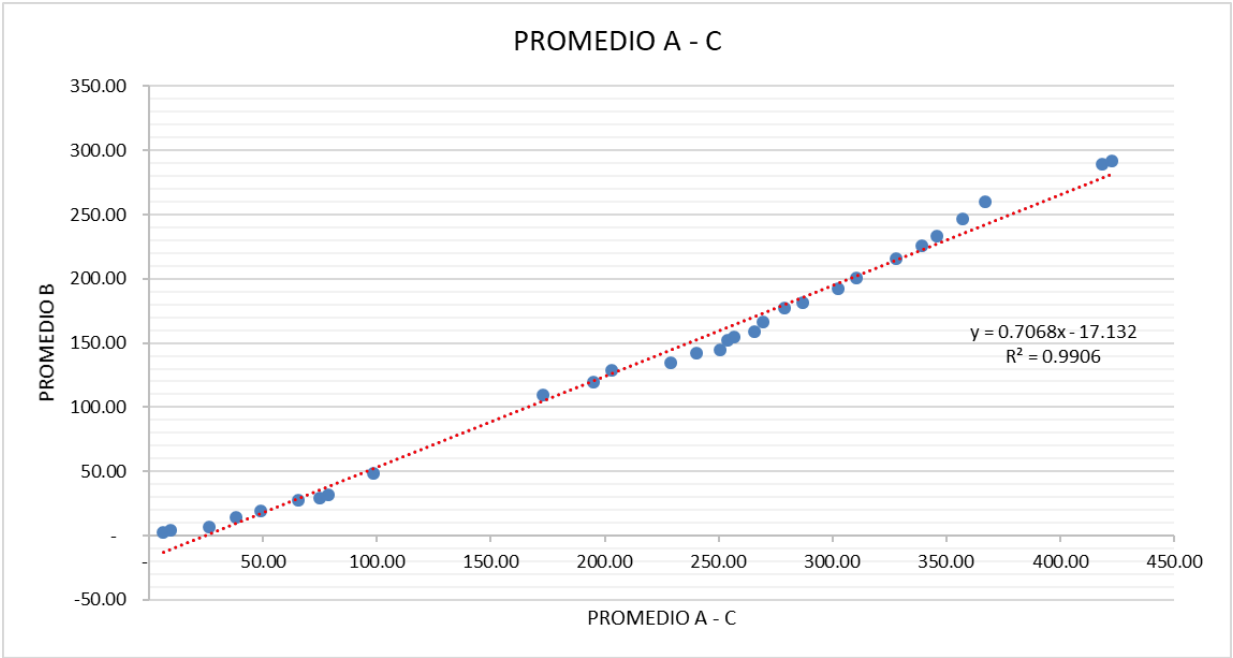
Diagrama 7: Análisis de doble masa del promedio de A – B y la estación Cayaltí (C)



Fuente: propio

- Su Coeficiente de Determinación (R^2) es de 0.9774

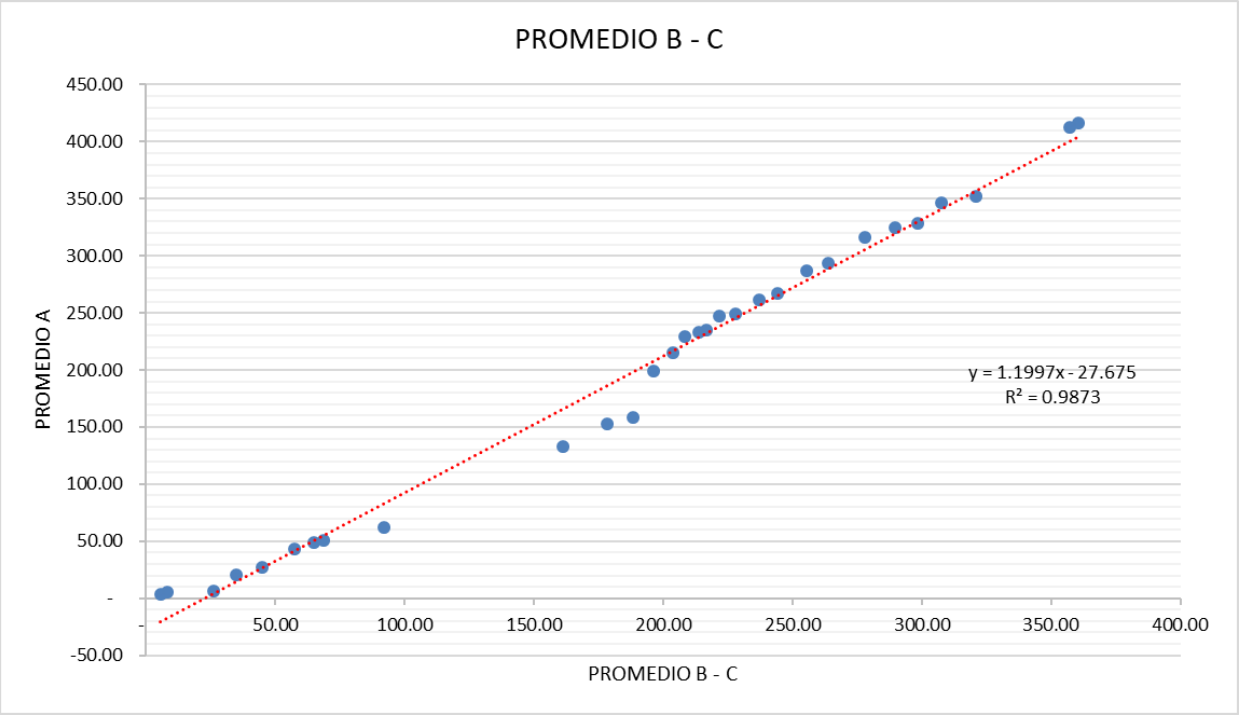
Diagrama 8: Análisis de doble masa del promedio de A – C y la estación Reque (B)



Fuente: propio

- Su Coeficiente de Determinación (R^2) es de 0.9906

Diagrama 9: Análisis de doble masa del promedio de B – C y la estación Lambayeque (A)



Fuente: propio

- Su Coeficiente de Determinación (R^2) es de 0.9873

Tabla 17: Resumen de coeficiente de determinación de las estaciones pluviométricas

Estación Lambayeque		A
Estación Reque		B
Estación Cayaltí		C
Coeficiente de doble masa		
Estación	Promedio	R^2
C	A - B	0.9774
B	A - C	0.9906
A	B - C	0.9873

Fuente: propia

Como se puede apreciar el R^2 mayor que tiende a uno (01) es de la estación pluviométrica de Reque con 0.9906. Es por ello que habiendo realizado el análisis de doble masa nos quedaremos para el posterior estudio con la estación Reque.

9. Pruebas de bondad de ajuste Smirnov – Kolmogorov

Las pruebas de bondad de ajuste son pruebas de hipótesis que son utilizadas para evaluar si una muestra de datos es una muestra independiente de la distribución elegida. En otras palabras, relaciona si existe disconformidad estadísticamente entre la distribución observada y la esperada. En la teoría estadística, la prueba de bondad de ajuste más conocida es la Kolmogorov – Smirnov.

Prueba Kolmogorov – Smirnov: Este método nos ayudará a comprobar la bondad de ajuste de las distribuciones, así mismo nos ayudará a elegir el modelo de distribución más representativo. De este método obtendremos el valor del Δ crítico. Dicho delta crítico (Δ) es asumido en relación al tamaño de la muestra, y un nivel de significancia. Para este proyecto, se trabajará con registros de 30 años y se tomará en cuenta con un nivel de significancia de 5% (α =0.05).

Tabla 18: Test de Kolmogorov – Smirnov sobre Bondad de Ajuste

Tamaño de la muestra (n)	Nivel de significancia (α)							
	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.005	0.002	0.001
1	0.900	0.950	0.975	0.990	0.995	0.998	0.999	1.000
2	0.683	0.776	0.842	0.900	0.929	0.950	0.968	0.978
3	0.565	0.636	0.708	0.785	0.829	0.864	0.900	0.921
4	0.493	0.565	0.624	0.689	0.734	0.776	0.822	0.850
5	0.447	0.509	0.563	0.627	0.669	0.705	0.750	0.781
10	0.323	0.369	0.409	0.456	0.489	0.519	0.555	0.580
15	0.266	0.304	0.338	0.377	0.404	0.429	0.456	0.482
20	0.232	0.265	0.294	0.329	0.352	0.375	0.402	0.421
25	0.208	0.238	0.264	0.295	0.317	0.337	0.361	0.377
30	0.190	0.218	0.242	0.270	0.290	0.308	0.331	0.347
31	0.187	0.214	0.238	0.266	0.285	0.303	0.326	0.341
40	0.165	0.189	0.210	0.235	0.252	0.268	0.288	0.302
50	0.148	0.170	0.188	0.211	0.226	0.240	0.258	0.271
n > 50	1.07 / √n	1.22 / √n	1.36 / √n	1.52 / √n	1.63 / √n	1.73 / √n	1.85 / √n	1.95 / √n

Fuente: Kolmogorov – Smirnov

- Con una muestra de 30 y un nivel de significancia de α =0.05. Nuestro delta crítico (Δ) es 0.242.

10. Modelos de distribución

Teniendo registros mensuales de precipitación máxima en 24 horas de la estación elegida para el diseño hidráulico, que en este caso es la estación Reque en un total de 30 años, se realizará el análisis de frecuencia. El fin de este análisis es estimar las precipitaciones o intensidades máximas, según sea el caso para diferentes periodos de retorno.

Se utilizará el análisis estadístico de tres (03) modelos de distribución mediante la herramienta de hoja de Excel. De esa manera se realizarán los cálculos estadísticos. Esto con la intención de obtener la precipitación proyectada para diferentes años de retorno. Las que usaremos son:

a) Distribución Normal
b) Distribución Gumbel
c) Distribución Log Normal 2 parámetros

10.1 Distribución Normal

Tabla 19: Distribución normal

Orden	Año	Pmax 24h-Anual	Ordenados de menor a mayor
1	1989	2.40	1.50
2	1990	1.60	1.60
3	1991	2.40	2.00
4	1992	7.77	2.10
5	1993	5.30	2.40
6	1994	8.40	2.40
7	1995	1.50	2.50
8	1996	2.00	3.00
9	1997	17.50	4.30
10	1998	60.40	4.40
11	1999	10.20	5.30
12	2000	9.20	6.00
13	2001	6.00	7.00
14	2002	7.30	7.30
15	2003	3.00	7.50
16	2004	7.00	7.60
17	2005	2.50	7.77
18	2006	4.30	8.20
19	2007	7.50	8.40
20	2008	11.00	9.20
21	2009	4.40	9.70
22	2010	10.60	10.20
23	2011	8.20	10.60
24	2012	15.40	11.00
25	2013	9.70	13.20
26	2014	7.60	13.50
27	2015	13.50	15.40
28	2016	13.20	17.50
29	2017	29.80	29.80
30	2018	2.10	60.40

m	X = Pmax24h	P(x) = m/(N+1)	Z = (x - x)/S	F(z)	Δmáx.=|F(z)-P(x)|
1	1.500	0.0323	-0.7311	0.2324	0.2001
2	1.600	0.0645	-0.7222	0.2351	0.1706
3	2.000	0.0968	-0.6867	0.2462	0.1494
4	2.100	0.1290	-0.6778	0.2490	0.1199
5	2.400	0.1613	-0.6511	0.2575	0.0962
6	2.400	0.1935	-0.6511	0.2575	0.0639
7	2.500	0.2258	-0.6422	0.2604	0.0346
8	3.000	0.2581	-0.5978	0.2750	0.0169
9	4.300	0.2903	-0.4822	0.3148	0.0245
10	4.400	0.3226	-0.4733	0.3180	0.0046
11	5.300	0.3548	-0.3933	0.3470	0.0078
12	6.000	0.3871	-0.3311	0.3703	0.0168
13	7.000	0.4194	-0.2422	0.4043	0.0151
14	7.300	0.4516	-0.2156	0.4147	0.0370
15	7.500	0.4839	-0.1978	0.4216	0.0623
16	7.600	0.5161	-0.1889	0.4251	0.0911
17	7.767	0.5484	-0.1741	0.4309	0.1175
18	8.200	0.5806	-0.1356	0.4461	0.1346
19	8.400	0.6129	-0.1178	0.4531	0.1598
20	9.200	0.6452	-0.0467	0.4814	0.1638
21	9.700	0.6774	-0.0023	0.4991	0.1783
22	10.200	0.7097	0.0422	0.5168	0.1929
23	10.600	0.7419	0.0777	0.5310	0.2110
24	11.000	0.7742	0.1133	0.5451	0.2291
25	13.200	0.8065	0.3088	0.6213	0.1852
26	13.500	0.8387	0.3355	0.6314	0.2073
27	15.400	0.8710	0.5043	0.6930	0.1780
28	17.500	0.9032	0.6910	0.7552	0.1480
29	29.800	0.9355	1.7842	0.9628	0.0273
30	60.400	0.9677	4.5040	1.0000	0.0323
Promedio	9.726				
Desv. Est	11.251				

Fuente: propia

Tabla 20: Resultado de la distribución Normal

Parámetros	
Tamaño de la muestra:	30.00
Nivel de significancia (α):	0.05
Verificación de ajuste (Δ < Δs-k)	
Δ crítico ajuste:	0.242
Δmáx.	0.229
Ajuste: $\Delta_{máx<}\Delta_{crítico}$	BUENO

Fuente: propia

En el modelo de distribución Normal se obtuvo un delta máximo teórico de 0.229, siendo menor al delta crítico de 0.242, esto significa que los datos se ajustan con un nivel de significancia del 5%.

10.2 Distribución Gumbel

Tabla 21: Distribución Gumbel

Orden	Año	Pmax 24h-Anual	Ordenados de menor a mayor
1	1989	2.40	1.50
2	1990	1.60	1.60
3	1991	2.40	2.00
4	1992	7.77	2.10
5	1993	5.30	2.40
6	1994	8.40	2.40
7	1995	1.50	2.50
8	1996	2.00	3.00
9	1997	17.50	4.30
10	1998	60.40	4.40
11	1999	10.20	5.30
12	2000	9.20	6.00
13	2001	6.00	7.00
14	2002	7.30	7.30
15	2003	3.00	7.50
16	2004	7.00	7.60
17	2005	2.50	7.77
18	2006	4.30	8.20
19	2007	7.50	8.40
20	2008	11.00	9.20
21	2009	4.40	9.70
22	2010	10.60	10.20
23	2011	8.20	10.60
24	2012	15.40	11.00
25	2013	9.70	13.20
26	2014	7.60	13.50
27	2015	13.50	15.40
28	2016	13.20	17.50
29	2017	29.80	29.80
30	2018	2.10	60.40

m	X = Pmax24h	P(x) = m/(N+1)	Yi=(xi-u) /α	G(i)	F(G(i))	Δmáx.=|F(z)-P(x)|
1	1.500	0.0323	-0.3604	1.4339	0.2384	0.2061
2	1.600	0.0645	-0.3490	1.4176	0.2423	0.1778
3	2.000	0.0968	-0.3034	1.3545	0.2581	0.1613
4	2.100	0.1290	-0.2920	1.3391	0.2621	0.1330
5	2.400	0.1613	-0.2578	1.2941	0.2741	0.1129
6	2.400	0.1935	-0.2578	1.2941	0.2741	0.0806
7	2.500	0.2258	-0.2464	1.2794	0.2782	0.0524
8	3.000	0.2581	-0.1895	1.2086	0.2986	0.0406
9	4.300	0.2903	-0.0413	1.0422	0.3527	0.0624
10	4.400	0.3226	-0.0299	1.0304	0.3569	0.0343
11	5.300	0.3548	0.0726	0.9299	0.3946	0.0397
12	6.000	0.3871	0.1524	0.8586	0.4237	0.0366
13	7.000	0.4194	0.2663	0.7662	0.4648	0.0454
14	7.300	0.4516	0.3005	0.7404	0.4769	0.0253
15	7.500	0.4839	0.3233	0.7237	0.4849	0.0011
16	7.600	0.5161	0.3347	0.7155	0.4889	0.0272
17	7.767	0.5484	0.3537	0.7021	0.4956	0.0528
18	8.200	0.5806	0.4031	0.6683	0.5126	0.0680
19	8.400	0.6129	0.4259	0.6532	0.5204	0.0925
20	9.200	0.6452	0.5170	0.5963	0.5509	0.0943
21	9.700	0.6774	0.5740	0.5633	0.5693	0.1081
22	10.200	0.7097	0.6310	0.5321	0.5874	0.1223
23	10.600	0.7419	0.6766	0.5084	0.6015	0.1405
24	11.000	0.7742	0.7221	0.4857	0.6153	0.1589
25	13.200	0.8065	0.9728	0.3780	0.6852	0.1212
26	13.500	0.8387	1.0070	0.3653	0.6940	0.1447
27	15.400	0.8710	1.2235	0.2942	0.7451	0.1258
28	17.500	0.9032	1.4628	0.2316	0.7933	0.1099
29	29.800	0.9355	2.8644	0.0570	0.9446	0.0091
30	60.400	0.9677	6.3513	0.0017	0.9983	0.0305
Promedio	9.726	**u=**	4.663			
Desv. Est	11.251	**α=**	8.776			

Fuente: propia

Tabla 22: Resultado de la distribución Gumbel

Parámetros	
Tamaño de la muestra:	30.00
Nivel de significancia (α):	0.05
Verificación de ajuste (Δ < Δs-k)	
Δ crítico (s-k)	0.242
Δ máx.	0.206
Ajuste: $\Delta_{máx} < \Delta_{crítico}$	BUENO

Fuente: propia

En el modelo de distribución Gumbel se obtuvo un delta máximo teórico de 0.206, siendo menor al delta crítico de 0.242, esto significa que los datos se ajustan con un nivel de significancia del 5%.

10.3 Distribución Log Normal 2 parámetros

Tabla 23: Distribución Log Normal 2 parámetros

Año	m	X = Pmax24h	P(x) = m/(N+1)	y = ln x	Z = (y- μy)/σy	F(Z)	Δmáx.=|F(z)-P(x)|
1989	**1**	1.5000	0.0385	0.4055	-1.5674	0.0585	0.0200
1990	**2**	1.6000	0.0769	0.4700	-1.4974	0.0671	0.0098
1991	**3**	2.0000	0.1154	0.6931	-1.2553	0.1047	0.0107
1992	**4**	2.1000	0.1538	0.7419	-1.2023	0.1146	0.0392
1993	**5**	2.4000	0.1923	0.8755	-1.0574	0.1452	0.0472
1994	**6**	2.4000	0.2308	0.8755	-1.0574	0.1452	0.0856
1995	**7**	2.5000	0.2692	0.9163	-1.0131	0.1555	0.1137
1996	**8**	3.0000	0.3077	1.0986	-0.8153	0.2074	0.1002
1997	**9**	4.3000	0.3462	1.4586	-0.4247	0.3355	0.0106
1998	**10**	4.4000	0.3846	1.4816	-0.3998	0.3447	0.0399
1999	**11**	5.3000	0.4231	1.6677	-0.1978	0.4216	0.0015
2000	**12**	6.0000	0.4615	1.7918	-0.0632	0.4748	0.0132
2001	**13**	7.0000	0.5000	1.9459	0.1040	0.5414	0.0414
2002	**14**	7.3000	0.5385	1.9879	0.1495	0.5594	0.0210
2003	**15**	7.5000	0.5769	2.0149	0.1789	0.5710	0.0059
2004	**16**	7.6000	0.6154	2.0281	0.1932	0.5766	0.0388
2005	**17**	7.7667	0.6538	2.0498	0.2168	0.5858	0.0680
2006	**18**	8.2000	0.6923	2.1041	0.2757	0.6086	0.0837
2007	**19**	8.4000	0.7308	2.1282	0.3018	0.6186	0.1122
2008	**20**	9.2000	0.7692	2.2192	0.4005	0.6556	0.1136
2009	**21**	9.7000	0.8077	2.2721	0.4580	0.6765	0.1312
2010	**22**	10.2000	0.8462	2.3224	0.5125	0.6959	0.1503
2011	**23**	10.6000	0.8846	2.3609	0.5542	0.7103	0.1743
2012	**24**	11.0000	0.9231	2.3979	0.5944	0.7239	0.1992
2013	**25**	13.2000	0.9615	2.5802	0.7923	0.7859	0.1756
2014	**26**	13.5000	1.0000	2.6027	0.8166	0.7929	0.2071
2015	**27**	15.4000	1.0385	2.7344	0.9595	0.8313	0.2071
2016	**28**	17.5000	1.0769	2.8622	1.0982	0.8639	0.2130
2017	**29**	29.8000	1.1154	3.3945	1.6758	0.9531	0.1623
2018	**30**	60.4000	1.1538	4.1010	2.4423	0.9927	0.1611
	Promedio	9.726	**Cv**	1.157	**uy**	1.850	
	Desv. Est	11.251	**σy**	0.922			

Fuente: propia

Tabla 24: Resultado de la distribución Log Normal 2 parámetros

Parámetros	
Tamaño de la muestra:	30.00
Nivel de significancia (α):	0.05
Verificación de ajuste (Δ < Δs-k)	
Δ crítico (s-k)	0.242
Δ máx.	0.213
Ajuste: $\Delta_{máx<}\Delta_{crítico}$	BUENO

Fuente: propia

En el modelo de distribución Log Normal 2 parámetros se obtuvo un delta máximo teórico de 0.213, siendo menor al delta crítico de 0.242, esto significa que los datos se ajustan con un nivel de significancia del 5%.

11. Elección del análisis probabilístico

Los resultados del análisis estadístico de los datos pluviométricos y la prueba de bondad de ajuste empleados a cada método son expuestos a continuación:

Tabla 25: Resultados de análisis estadísticos

Distribución	Ajuste de confiabilidad			Se ajusta
	Δmáx.	<	Δ crítico	
NORMAL	0.229	<	0.242	SÍ
GUMBEL	0.206	<	0.242	SÍ
LOG. NORMAL 2P	0.213	<	0.242	SÍ

Fuente: propia

Los valores de la prueba de bondad estadística cumplen la condición Δmáx. < Δcrítico, pero los que presentan mejor ajuste son los del Gumbel con un delta teórico máximo de 0.206. Por consiguiente, tomaremos los datos de este método para hallar la precipitación.

12. Periodo de retorno

Según la Guía para el diseño y la construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos Municipales del, nos menciona lo siguiente:

Tiempo de retorno para el diseño del drenaje pluvial de un Relleno Sanitario

Dimensionamiento del drenaje Pluvial

- Los canales para drenaje pluvial al interior del relleno sanitario, deben ser proyectados con registros máximos de precipitación pluvial para periodos de 24 horas y para periodos de retorno de 50 años.

- Los canales perimetrales para drenaje pluvial al exterior del relleno sanitario, deben ser proyectados con registros máximos de precipitación pluvial para periodos de 24 horas y para periodos de retorno recomendables de 100 años.

Para la estimación del caudal de diseño se recomienda utilizar la ecuación de la fórmula racional:

Fuente: MINAM

Como se observa en líneas anteriores, según el MINAM se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Para los canales del drenaje pluvial al interior del Relleno Sanitario, las precipitaciones máximas en 24 horas y el periodo de retorno será de 50 años.
- Para los canales perimetrales del drenaje pluvial al exterior del Relleno Sanitario, las precipitaciones máximas en 24 horas y el periodo de retorno será de 100 años.

Tabla 26: Periodo de retorno para dimensionamiento del drenaje pluvial

Drenaje pluvial	Precipitación	Periodo de Retorno
Drenaje pluvial al interior del Relleno Sanitario	Registros máximos de precipitación pluvial de 24 horas.	50 años
Drenaje pluvial al exterior del Relleno Sanitario		100 años

Fuente: Elaboración propia de la referencia del MINAM

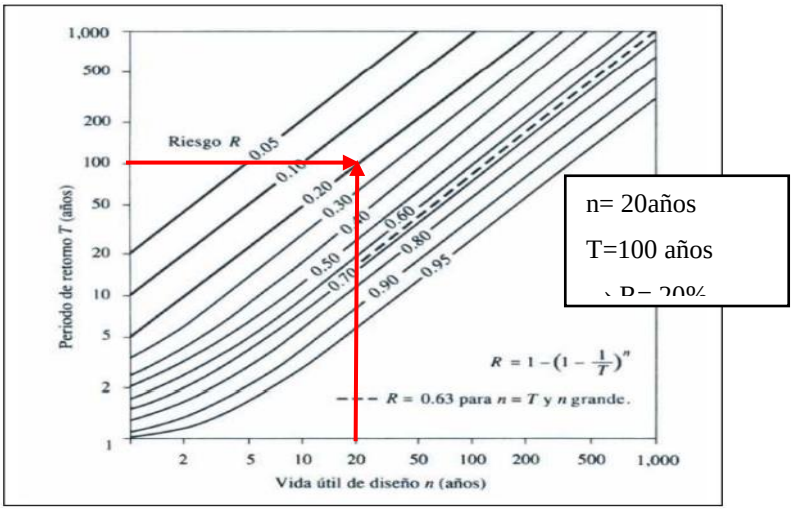
De acuerdo al Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje del MTC nos dice la siguiente fórmula para hallar el Riesgo de falla en los siguientes años de periodo de retorno.

Tabla 27: Riesgo de falla para periodos de retorno

n=	20	años
T	R	
	Valor	%
5	0.99	99
10	0.88	88
20	0.64	64
25	0.56	56
50	0.33	33
100	0.18	18

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje del MTC

Figura 22: Riesgo de falla para periodos de retorno



Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje del MTC

El Riesgo de falla para una vida útil de n=20 años y Tiempo de Retorno de T=100 años, nos da un Riesgo de falla R=18 a 20%.

Así mismo, para este análisis tomaremos el periodo de retorno de 100 años, por ser el mayor de los requisitos que nos dice el MINAM, y por ende nos dará las precipitaciones mayores, intensidades y finalmente caudal.

13. Precipitación proyectada

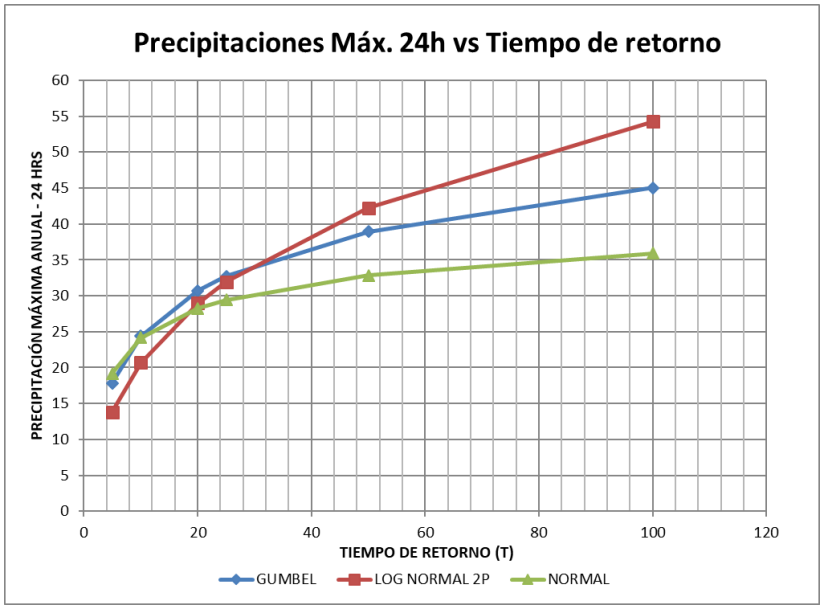
El análisis anterior realizado a los diferentes modelos de distribución nos permite obtener la precipitación proyectada a los diferentes años de retorno. Así mismo, el análisis anterior optamos por el método Gumbel, es por ello que la precipitación que tomaremos es respecto a ese método.

Tabla 28: Precipitaciones proyectadas según el tiempo de retorno

Distribución	Tiempo de retorno (años)					
	5	10	20	25	50	100
NORMAL	19.19	24.14	28.23	29.42	32.83	35.90
GUMBEL	17.83	24.41	30.73	32.73	38.91	45.03
LOG. NORMAL 2P	13.81	20.72	28.96	31.93	42.22	54.28

Fuente: propia

Diagrama 10: Precipitaciones máximas de 24h. vs Tiempo de retorno



Fuente: propia

A continuación, se expone los valores de precipitación máxima en mm para los periodos de retorno de 5, 10, 20, 25, 50 y 100 años del método Gumbel que serán empleados para la realización de las CURVAS IDF.

Tabla 29: Precipitaciones proyectadas por el método Gumbel

Distribución	Tiempo de retorno (años)					
	5	10	20	25	50	100
	Precipitaciones máximas (mm)					
GUMBEL	17.826	24.411	30.728	32.732	38.905	45.033

Fuente: propia

La precipitación máxima para un periodo de retorno (Tr) de 100 años por el método de Gumbel es de 45.033 mm

14. Precipitación de duración en minutos para diversos periodos de retorno

Utilizaremos el modelo de Frederich Bell (1969), que nos permite calcular la lluvia máxima en relación de una duración dada D, relacionada a un periodo de retorno T, usando como valor base, la lluvia de una hora de duración (60 min) y con un periodo de retorno de 10 años, esto se realiza mediante a la siguiente expresión.

$$\boldsymbol{P_D^T = (0.21lnT + 0.52)(0.54D^{0.25} - 0.50) * P_{60}^{100}}$$

Donde:

P_t^T : Lámina de lluvia en el tiempo "t" en minutos y un periodo de retorno "T" en años.

$P_{t=100}^{t=60'}$: Lámina de lluvia para T=100 años y t=1 hora= 60 minutos.

T_R : Tiempo de retorno en años.

t : Periodo de duración = al tiempo de concentración en minutos.

La ecuación de Bell, es válida para duración de lluvia (D), comprendidas entre 5 y 120 min y periodo de retorno (T), entre 2 y 100 años.

15. Conversión de precipitación (mm) de horas a minutos

Para el cálculo donde la precipitación para un periodo de retorno (T) es de 100 años y un tiempo de duración (t) de 60 minutos, se utiliza la siguiente relación:

$$P_{T=100\text{ años}}^{t=60'} = 0.3862 * P_{max=24horas}^{T=100\text{ años}}$$

Usando el factor de conversión 0.3862. La precipitación máxima en 24 horas para un periodo de retorno de 100 años según el método de Gumbel es 45.033 mm.

$$P_{max=24horas}^{T=100\text{ años}} = 45.033\text{ mm}$$

Reemplazando el valor mencionado en la relación de transformación se obtiene:

$$P_{T=100\text{ años}}^{t=60'} = 0.3862 * 45.033$$

$$P_{T=100\text{ años}}^{t=60'} = 17.39\text{ mm}$$

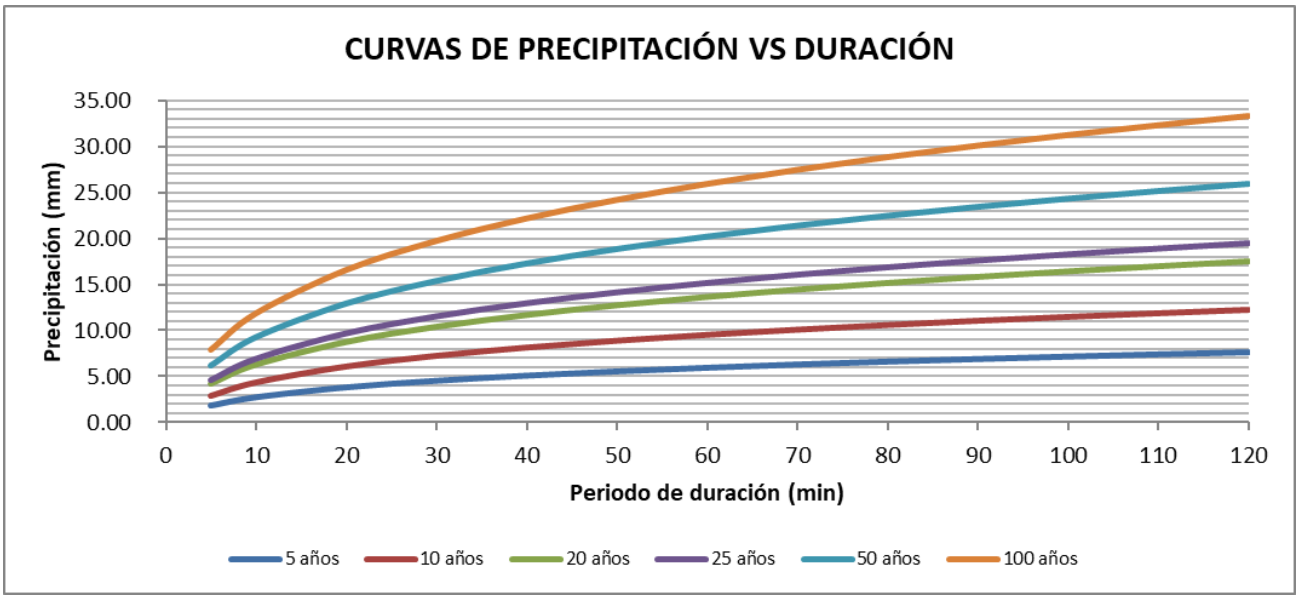
Aplicando la Ecuación del Método Bell, se obtiene la precipitación para duraciones menores a 120 minutos y diversos periodos de retorno.

Tabla 30: Precipitación de duración en minutos para diversos periodos de retorno

Dt (min)	Tr (Años)					
	5	10	20	25	50	100
5	1.82	2.91	4.19	4.65	6.20	7.95
10	2.72	4.35	6.28	6.96	9.28	11.90
20	3.79	6.07	8.75	9.71	12.94	16.60
30	4.51	7.23	10.42	11.55	15.40	19.75
40	5.07	8.12	11.70	12.97	17.30	22.19
50	5.53	8.85	12.76	14.15	18.87	24.21
60	5.92	9.49	13.68	15.16	20.22	25.94
70	6.27	10.05	14.48	16.06	21.41	27.47
80	6.59	10.55	15.20	16.86	22.47	28.84
90	6.87	11.01	15.86	17.59	23.45	30.08
100	7.13	11.43	16.47	18.26	24.34	31.23
110	7.38	11.82	17.03	18.88	25.17	32.30
120	7.60	12.18	17.55	19.46	25.95	33.29

Fuente: propia

Diagrama 11: Curvas de Precipitación vs Duración



Fuente: propia

16. Intensidad de lluvia (mm/h)

En líneas anteriores se calculó las precipitaciones máximas para ciertos años de retorno. Para modificar la Precipitación máxima de lluvia en (mm) a Intensidad de lluvia en (mm/h) se efectúa mediante la siguiente operación:

$$I = \frac{60 \times P_D^T}{D}$$

Dónde:

I : Intensidad de lluvia en mm/h

P_D^T : Precipitación de lluvia en mm para duraciones menores de 120 min y diversos periodos de retorno.

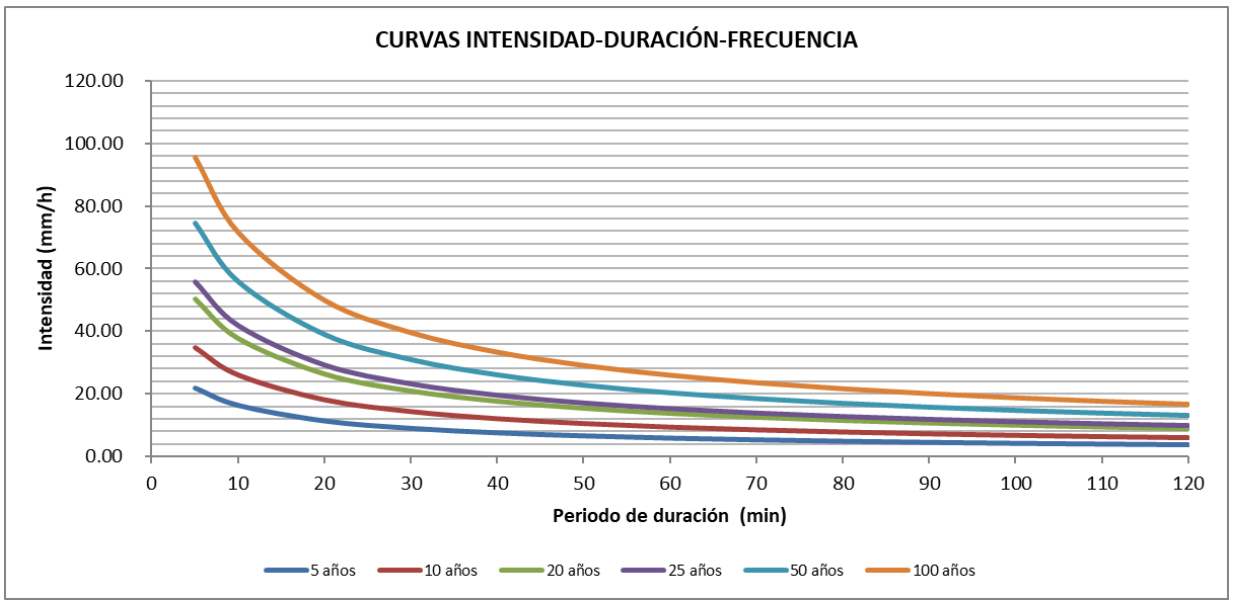
D : Duración en minutos

Tabla 31: Intensidad de lluvia en mm/h para duraciones en minutos

Dt (min)	Tr (Años)					
	5	10	20	25	50	100
5	21.79	34.91	50.32	55.78	74.38	95.43
10	16.31	26.13	37.66	41.75	55.67	71.42
20	11.38	18.22	26.26	29.12	38.82	49.81
30	9.02	14.45	20.83	23.09	30.79	39.51
40	7.60	12.18	17.55	19.46	25.94	33.29
50	6.63	10.63	15.32	16.98	22.64	29.05
60	5.92	9.49	13.68	15.16	20.22	25.94
70	5.38	8.61	12.41	13.76	18.35	23.54
80	4.94	7.91	11.40	12.64	16.86	21.63
90	4.58	7.34	10.58	11.72	15.63	20.06
100	4.28	6.86	9.88	10.95	14.61	18.74
110	4.02	6.44	9.29	10.30	13.73	17.62
120	3.80	6.09	8.78	9.73	12.97	16.65

Fuente: propia

Diagrama 12: Curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia



Fuente: propia

16.1 Tiempo de concentración

Se define como el tiempo mínimo necesario para que todos los puntos de una cuenca estén contribuyendo agua de escorrentía de forma concurrente al punto de salida, punto de descarga o punto de cierre. Según Kirpich (M. VILLON), el tiempo de concentración se calcula mediante la siguiente expresión:

$$T_c = (0.871 * \frac{L^3}{H})^{0.385} \approx 0.0195 * \left[\frac{L^3}{H}\right]^{0.385}$$

Donde:

T_c : Tiempo de concentración (min)
L : Longitud del cauce mayor (m)
ΔH : Diferencia de altura entre el punto más alejado de la cuenca con el punto de salida (m).

Tabla 32: Intensidad de lluvia (mm/h) en diferentes Tiempos de Retorno

TR	SUBCUENCA	L (m)	Ho	Hf	Δ H	Tc(min)	I (mm/h)
10	1	3550	46.00	43.00	3.00	161.01	5.23
20	1	3550	46.00	43.00	3.00	161.01	7.55
25	1	3550	46.00	43.00	3.00	161.01	8.37
50	1	3550	46.00	43.00	3.00	161.01	11.15
100	1	3550	46.00	43.00	3.00	161.01	14.31

Fuente: propia

17. Coeficiente de escorrentía

El valor del coeficiente de escorrentía se establecerá en relación a las particularidades hidrológicas y geomorfológicas de las superficies sobre la cual se desliza el agua; gracias a ello los coeficientes de escorrentía se modifican según dichas características. Según la Norma Técnica O. S 060 y la Guía del MIMAN tendremos el siguiente valor del coeficiente de escorrentía. Es decir, las tablas siguientes presentan los valores a considerar en relación a las características de la superficie.

Tabla 33: Coeficiente de escorrentía de acuerdo a sus características

CARACTERÍSTICA DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
ÁREAS URBANAS							
Asfalto	0,73	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95	1,00
Concreto/Techo	0,75	0,80	0,83	0,88	0,92	0,97	1,00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.) Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano, 0 - 2%	0,32	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,58
Promedio, 2 – 7%	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,53	0,61
Pendiente superior a 7%	0,40	0,43	0,45	0,49	0,52	0,55	0,62
Condición promedio (cubierta de pasto menor del 50 al 75% del área)							
Plano, 0 - 2%	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Promedio, 2 – 7%	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pendiente superior a 7%	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano, 0 - 2%	0,21	0,23	0,25	0,29	0,32	0,36	0,49
Promedio, 2 – 7%	0,29	0,32	0,35	0,39	0,42	0,46	0,56
Pendiente superior a 7%	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,51	0,58
ÁREAS NO DESARROLLADAS							
Área de Cultivos							
Plano, 0 - 2%	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,57
Promedio, 2 – 7%	0,35	0,38	0,41	0,44	0,48	0,51	0,60
Pendiente superior a 7%	0,39	0,42	0,44	0,48	0,51	0,54	0,61
Pastizales							
Plano, 0 - 2%	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Promedio, 2 – 7%	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pendiente superior a 7%	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
Bosques							
Plano, 0 - 2%	0,22	0,25	0,28	0,31	0,35	0,39	0,48
Promedio, 2 – 7%	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,56
Pendiente superior a 7%	0,35	0,39	0,41	0,45	0,48	0,52	0,58

Fuente: NORMA TÉCNICA O.S. 060

Tabla 34: Coeficiente de escorrentía de acuerdo a sus características

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		Pronunciada >50 %	Alta >20 %	Media >5 %	Suave >1 %	Despreciable <1 %
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,75	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,65	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,45	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,65	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,55	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,35	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,15	0,05

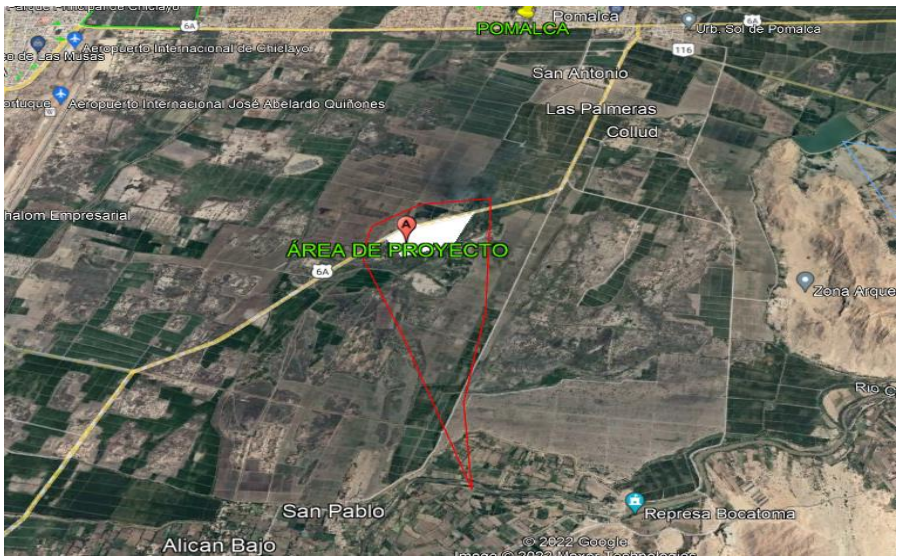
Fuente: Guía del MINAM

- Según la Norma Técnica O.S.060 el coeficiente de escorrentía es 0.41 y según la Guía del MINAM el coeficiente de escorrentía es 0.40. Nos quedaremos con C=0.40.

18. Área de la cuenca

El área de la cuenca para el estudio hidrológico de este proyecto es de 2.29 km2 donde podemos observar, se halló sus propiedades Geomorfológicas de la cuenca de diseño. Es válido mencionar que el área del proyecto está dentro de la cuenca estudiada.

Figura 23: Área de la cuenca de estudio



Fuente: propia

19. Caudal del diseño

Para estimar el caudal de diseño para el área del proyecto 2.29 km², se ha utilizado el Método Racional recomendado por la Norma OS. 060, donde señala que el método es aplicable a áreas menores a 13 km². Considerado la siguiente expresión:

$$Q = \frac{CIA}{3.6}$$

Q: Caudal máximo de escurrimiento (m³/s)
C: Coeficiente de escurrimiento
I: Intensidad de lluvia (mm/h)
A: Área de la cuenca (km²)

Tabla 35: Caudal máximo de diseño en diferentes tiempos de retorno

Tiempo de Retorno (años)	Subcuenca	Caudal de descarga	Ubicación	Coef. escorrentía Prom (C)	I (mm/h)	Área de la cuenca (km2)	Q máximo (m3/s)
10	1	Q-01	POMALCA	0.400	5.23	2.290	**1.33**
20	1	Q-01	POMALCA	0.400	7.55	2.290	**1.92**
25	1	Q-01	POMALCA	0.400	8.37	2.290	**2.13**
50	1	Q-01	POMALCA	0.400	11.15	2.290	**2.84**
100	1	Q-01	POMALCA	0.400	14.31	2.290	**3.64**

Fuente: propia

De acuerdo a la Guía para el diseño y la construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales del MINAM, se tomará el caudal para un tiempo de retorno de 100 años, es por ello que nuestro caudal máximo de diseño será de 3.64 m3/seg.

20. Conclusiones

Del estudio hidrológico se obtuvo la siguiente información:

- El área de la cuenca estudiada es de 2.29 km2
- Se consideró un periodo de retorno de 100 años.
- Precipitación máxima en 24 horas de 45.033 mm.
- Una intensidad de 14.31 mm/hr.
- Un caudal de diseño de 3.64 m3/seg.

21. Recomendaciones

- Un reconocimiento previo del terreno en estudio ayudará a tener un mejor proceso en el momento de diseñar nuestra área de la cuenca.
- Tener la georreferenciación de nuestra zona de estudio, con sus coordenadas UTM.

- Utilizar métodos para completar los datos faltantes de las estaciones pluviométricas.
- Analizar diferentes estaciones pluviométricas cercana a la zona de proyecto para tener la mejor opción al momento de elegir la más confiable.
- Realizar la metodología de doble masa para tener la confiabilidad de los datos de las estaciones pluviométricas.
- Seguir las recomendaciones, indicaciones de las normas y guías para el proceso de cálculos y parámetros a tomar en el estudio hidrológico.

22. Referencias

[1] MDP, "Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal en las calles de los sectores de San Isidro y San Borja de la ciudad de Pomalca, distrito de Pomalca-Chiclayo-Lambayeque", Municipalidad distrital de Pomalca, Perú, expediente técnico, tomo I, 2020. [En línea]. Disponible en: https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/seguimiento/verFichaSeguimiento/2268807

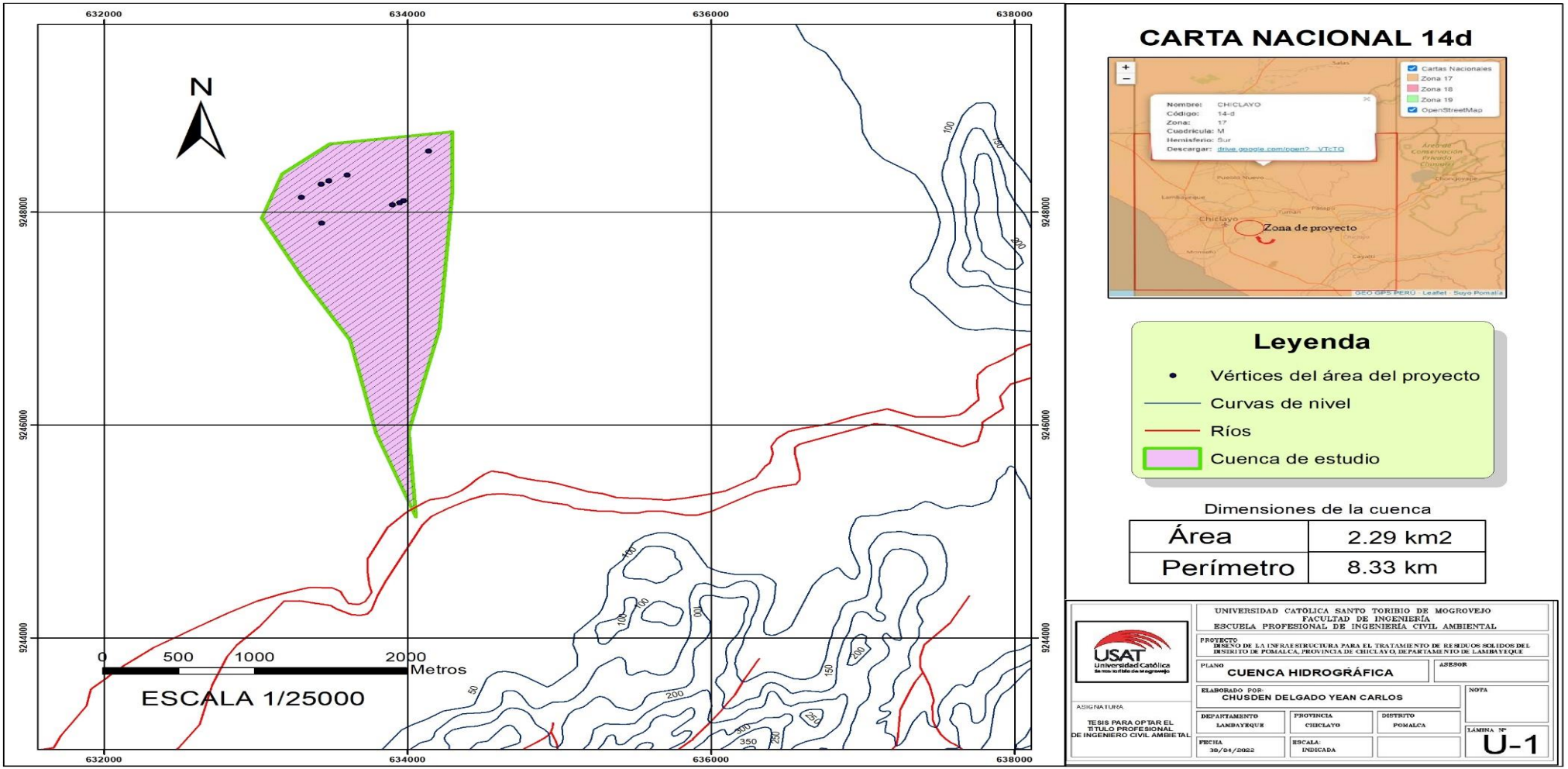
[2] Weather Spark, «El clima y el tiempo promedio en todo el año en Pomalca» https://es.weatherspark.com/y/19272/Clima-promedio-en-Pomalca-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o (acceso: 13 de enero del 2022).

[3] Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, SENAMHI "Datos metereológicos en Lambayeque" [En línea]. Disponible en: https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=lambayeque&p=descarga-datos-hidrometeorologicos (acceso: 10 de febrero del 2022).

[4] MTC, Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. [En línea]. Disponible en: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_2950.pdf

23. Anexos

Plano 1: Cuenca hidrográfica de estudio



Fuente: propia

ANEXO 04

ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Estudio Demográfico

1. Objetivo

Realizar el estudio demográfico del distrito de Pomalca para el diseño de la infraestructura para el tratamiento de residuos sólidos del distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque

2. Ubicación

El área de proyecto y por ende de estudio de esta investigación se encuentra ubicado en el distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

3. Metodología del estudio

3.1 Censos de la población del distrito de Pomalca

a) Resultados Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda

Según el censo nacional desarrollado en el año 2007 del INEI, la población total del distrito de Pomalca fue de 23 092 habitantes. En la siguiente tabla resumimos de la siguiente manera:

Tabla 1: Población total, por área urbana y rural, y sexo, según departamento, provincia, distrito 2007

DEPARTAMENTO, PROVINCIA, DISTRITO Y EDADES SIMPLES	TOTAL	POBLACIÓN		TOTAL	URBANA		TOTAL	RURAL	
		HOMBRES	MUJERES		HOMBRES	MUJERES		HOMBRES	MUJERES
Distrito POMALCA	23092	11313	11779	20273	9886	10387	2819	1427	1392

Fuente: Censos Nacionales 2007, INEI.

b) Resultados Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas

Según el último censo nacional desarrollado en el año 2017 del INEI, la población total del distrito de Pomalca fue de 25 267 habitantes. En la siguiente tabla resumimos de la siguiente manera:

Tabla 2: Población censada, por área urbana y rural; y sexo, según provincia, distrito 2017

Provincia, distrito, y edades simples	Total	Población		Total	Urbana		Total	Rural	
		Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
DISTRITO POMALCA	25 267	12 283	12 984	22 099	10 718	11 381	3 168	1 565	1 603

Fuente: Censos Nacionales 2017, INEI

3.2 Fórmulas para proyección de población

$$P_f = P_o(1+r)^n$$

a) Población futura

Donde:

Pf= Población futura

Po= Población actual

r= Tasa de crecimiento de la población (%)

n= (t final-t inicial) Intervalos de años

b) Tasa de crecimiento (%)

$$r = 100 * \left(\sqrt[n]{\frac{Población\ final}{Población\ inicial}} - 1 \right)$$

Donde:

r= Tasa de crecimiento

n= Número de años entre población final y población inicial

3.3 Cálculo de la tasa de crecimiento distrital con Censos Nacionales 2007 y 2017, según INEI

$$r = 100 * \left(\sqrt[n]{\frac{Población\ final}{Población\ inicial}} - 1 \right)$$

Po, 2007 (inicial) = 23 092 habitantes

Pf, 2017 (final) = 25 267 habitantes

n= 2017-2007 = 10 años

r= 0.904%

3.4 Proyección de población futura

$$P_f = P_o(1+r)^n$$

3.4.1 Cálculo de la población hasta al año 2021

Tabla 3: Población hasta el año 2021

n	Años	Población futura (hab.)
0	2017	25267
1	2018	25495
2	2019	25726
3	2020	25959
4	2021	26193

Fuente: propia

3.4.2 Cálculo de la proyección de población futura

Hallamos la proyección de la población al año 2041 del distrito de Pomalca. Teniendo como año base 2021 con 26 283 habitantes.

2021	Po=	26193
	n=	20
	r=	0.904%
2041	Pf=	31360

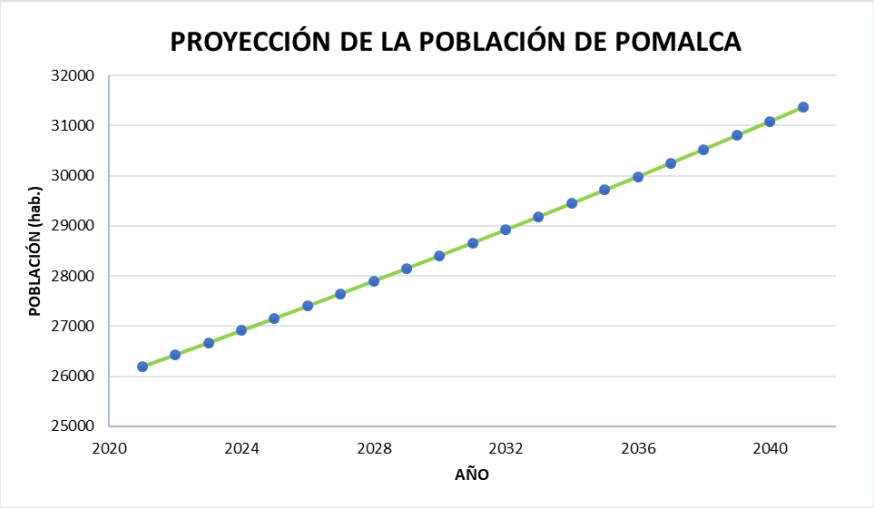
Para los 20 años de vida útil de la infraestructura de tratamiento de residuos sólidos. Se determina la población proyectada para el 2041 siendo de 31 360 habitantes en el distrito de Pomalca.

Tabla 4: Cuadro resumen de población del distrito de Pomalca

POBLACIÓN			POBLACIÓN		
n	AÑO	PROYECCIÓN	n	AÑO	PROYECCIÓN
0	2021	26193	11	2032	28919
1	2022	26430	12	2033	29181
2	2023	26669	13	2034	29445
3	2024	26910	14	2035	29711
4	2025	27153	15	2036	29979
5	2026	27399	16	2037	30251
6	2027	27647	17	2038	30524
7	2028	27897	18	2039	30800
8	2029	28149	19	2040	31079
9	2030	28403	20	2041	31360
10	2031	28660			

Fuente: propia

Diagrama 1: Proyección de la población del distrito de Pomalca



Fuente: propia

4. Conclusiones

- La tasa de crecimiento del distrito de Pomalca calculada es de 0.904%
- La población del distrito de Pomalca del año 2019 fue de 25726 hab
- La población del distrito de Pomalca del año 2021 fue de 26193 hab
- La población proyectada del distrito de Pomalca al año 2041 es de 31360 hab

5. Recomendaciones

- Se debe realizar los cálculos con los valores actualizados y verídicos del INEI

Estudio de Caracterización

1. Objetivo

Realizar el análisis de la caracterización de los residuos sólidos 2019 para el diseño de la infraestructura para el tratamiento de residuos sólidos del distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque

2. Ubicación

El área de proyecto y por ende de estudio de esta investigación se encuentra ubicado en el distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

3. Metodología del estudio

El distrito de Pomalca cuenta con la caracterización de los residuos sólidos, esta fue entregada por la municipalidad del distrito de Pomalca con fines académicos, aquello nos servirá para extraer los siguientes datos, generación per cápita, la cantidad y sus respectivos porcentajes de la clasificación de residuos, densidad, entre otros**.** Dicha caracterización se realizó en el año 2019, y según el MINAM las caracterizaciones de residuos sólidos municipales son válidas por 5 años. Así mismo, los datos de la generación de residuos sólidos, la gestión que se tiene, toda esa información se sistematizó y ordenó para poder tener unos resultados verídicos.

3.1 Determinación del número de muestras domiciliarias

3.1.1 Zonificación del distrito de Pomalca

El distrito de Pomalca se zonifica en sectores, urbanizaciones y la zona urbana propiamente dicha. Así mismo, las “zonificaciones recomendadas de acuerdo a rangos para cantidades de viviendas en los distritos”, se estima para la presenta caracterización un solo nivel socioeconómico, el estar entre los valores comprendidos de rango más de 1000 y hasta 10 000 mil viviendas.

Tabla 5: Zonificaciones recomendadas de acuerdo a rangos para cantidades de viviendas del distrito de Pomalca

Rango de viviendas (N)	Tamaño de muestra (n)
Más de 1000 hasta 5000 viviendas	Hasta 02 zonas

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

3.1.2 Determinación y proyección de la población actual

c) Resultados Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas

Ahora bien, según el último censo nacional desarrollado en el año 2017 del INEI, la población total del distrito de Pomalca fue de 25 267 habitantes. De los cuales la población urbana del distrito de Pomalca es de 22 099 habitantes. En la siguiente tabla resumimos de la siguiente manera:

Tabla 6: Población censada por área urbana y rural del distrito de Pomalca, 2017

Distrito	Población Rural	Población Urbana	Población Total
Pomalca	3 168	22 099	25 267

Fuente: Censos Nacionales 2017, INEI (1).

d) Proyección de la población al año 2019

Para la evaluación y proyección de la cantidad de habitantes actuales en el distrito, se tendrá de referencia de punto de partida los resultados del Censo XI de Población y VI de Vivienda realizado en el año 2007 y de los Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.

Ahora bien, la proyección de la población al año 2019 toma como base la tasa de crecimiento promedio anual siendo este de 1%, dando como resultado dicha proyección de 22 543.19 habitantes para la **zona urbana** del distrito de Pomalca. Así mismo, la proyección total de la población del distrito de Pomalca es de 25774.87 habitantes. Por otro lado, para el departamento de Lambayeque la tasa de crecimiento poblacional es de 0.7%, de 1940 – 2017.

Se tomó como base en la zona urbana del distrito de Pomalca de 22 099 habitantes.

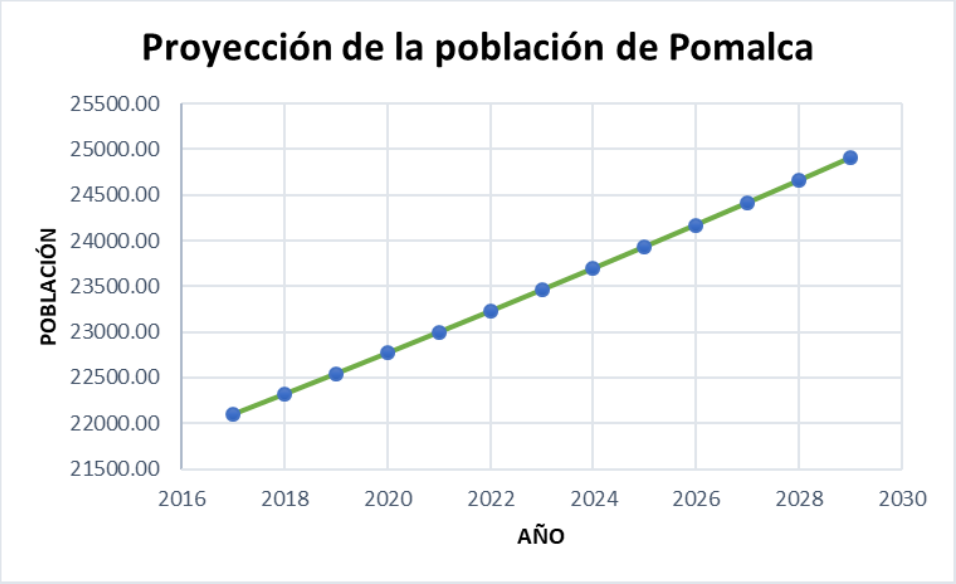
Tabla 7: Proyección de la población urbana del distrito de Pomalca al año 2029

Pi=	Población real (obtenida del último Censo Nacional) (dato obtiene de INEI)
r=	Tasa de crecimiento anual intercensal (dato se obtiene de INEI)
n=	Número de años que se desea proyectar la población (a partir del último Censo Nacional)
PF=	Población proyectada después de 10 años luego del último censo
(Pi)=	Población según último Censo Nacional = 2017: 22099.00 habitantes
(r)=	Tasa de crecimiento anual intercensal =1.00% en base a proyección Chiclayo

$P_f = P_0(1+r)^n$			Año	Población
			2017	22099.00
Pf(2018)=	22099.00x(1+1.00%)^1	→	2018	22319.99
Pf(2019)=	22099.00x(1+1.00%)^2	→	2019	22543.19
Pf(2020)=	22099.00x(1+1.00%)^3	→	2020	22768.62
Pf(2021=	22099.00x(1+1.00%)^4	→	2021	22996.31
Pf(2022)=	22099.00x(1+1.00%)^5	→	2022	23226.27
Pf(2023)=	22099.00x(1+1.00%)^6	→	2023	23458.53
Pf(2024)=	22099.00x(1+1.00%)^7	→	2024	23693.12
Pf(2025)=	22099.00x(1+1.00%)^8	→	2025	23930.05
Pf(2026)=	22099.00x(1+1.00%)^9	→	2026	24169.35
Pf(2027)=	22099.00x(1+1.00%)^10	→	2027	24411.04
Pf(2028)=	22099.00x(1+1.00%)^11	→	2028	24655.15
Pf(2029)=	22099.00x(1+1.00%)^12	→	2029	24901.71

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

Diagrama 2: Proyección de la población urbana del distrito de Pomalca al año 2019



Fuente: Elaboración propia con la fuente de la valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

3.1.3 Determinación del tamaño y distribución de la muestra

El distrito de Pomalca está constituido por su ciudad capital (Pomalca), la zona urbana conformado por 03 sectores, 28 centros poblados, de estos 03 son urbanos y 25 rurales.

Según el Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, en la zona urbana del distrito de Pomalca existe un total de 6551 viviendas.

Tabla 8: Viviendas particulares, por condición de ocupación de la vivienda, según distrito, área urbana y rural, tipo de vivienda.

Área urbana y rural; y tipo de vivienda	Total	Condición de ocupación de la vivienda								
		Ocupada				Desocupada				
		Total	Con personas presentes	Con personas ausentes	De uso ocasional	Total	En alquiler o venta	En construcción o reparación	Abandonada o cerrada	Otra causa
Urbana	6551	6054	5632	322	100	497	26	91	362	18
Rural	1147	967	867	48	52	180	2	58	103	17

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019

La muestra para la caracterización de residuos sólidos municipales 2019 para la zona urbana del distrito de Pomalca es de 114 muestras domiciliarias, por encontrarse entre el rango comprendido entre más de 5000 hasta 10000 mil viviendas [12].

Tabla 9: Tamaños de muestra para diversas cantidades de viviendas en la zona urbana del distrito de Pomalca

Rango de viviendas (N)	Tamaño de muestra (n)	Muestras de contingencia (20% de n)	Total, de muestras domiciliarias
Más de 1000 hasta 5000 viviendas	94	19	114

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019

El tamaño de muestra domiciliaria propuesto por la Guía se sustenta en:

$$n = \frac{z^2_{1-\infty/2} * N * \sigma^2}{(N-1) * E^2 + z^2_{1-\infty/2} * \sigma^2}$$

Donde:

n= muestra de las viviendas

N=total de viviendas

Z= nivel de confianza 95% (1.96)

δ^2= desviación estándar

E= error permisible

Una vez determinado el total de muestra domiciliaria, se distribuye dicha muestra en zonas o sectores, distribución aleatoria de las muestras domiciliarias.

Tabla 10: Distribución aleatoria de las muestras domiciliarias.

Zona o Sector
Sector 05
Sector 06
Sector 08
Sector 10
Sector 12
San Isidro
Los Ceibos
San Borja
San Isidro
Miraflores
Santos Chocano
San Juan
20 de Enero

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019

3.2 Determinación del número de muestras no domiciliarias y especiales

3.2.1 Identificación de las principales actividades económicas del distrito de Pomalca de acuerdo al índice de usos

La información brindada por el distrito de Pomalca en relación a los establecimientos comerciales que se desempeñan en el distrito se vincula con aquellos que tienen licencia de funcionamiento. Sin embargo, en la práctica es decir en campo se ha encontrado muchos cambios con respecto a los establecimientos que tienen en su base de datos el municipio, es decir: han cambiado de giro de negocios, sub dividido, cambio de propietario, direcciones que no coinciden o no se encuentran, etc.

Es por ello, que para este estudio de caracterización del 2019 que se realizó. Se consideró establecimientos comerciales, con o sin licencia de funcionamiento, con voluntad de participar del estudio.

En el distrito de Pomalca en relación al índice de usos, se alcana como principales actividades económicas:

a) Establecimientos comerciales
b) Mercado
c) Restaurantes
d) Hoteles

Ahora bien, en este estudio no se tendrá en cuenta la actividad económica relacionada con el comercio de hoteles, por ser un servicio poco significativo en el distrito. Así como la actividad económica de los colegios particulares, por ser de población variable.

3.2.2 Determinación del número de muestra de generadores de residuos no domiciliaria y especial

Para el estudio de caracterización 2019 realizada y proporcionada por el distrito de Pomalca, se considerará para la zona urbana del distrito 60 muestras no domiciliarias, a razón de estar comprendido dentro del rango entre más de 50 hasta 100 fuentes de generación no domiciliarios.

Tabla 11: Tamaños de muestra para diversas cantidades de generadores no domiciliarios

Rango de viviendas (N)	Tamaño de muestra (n)	Muestras de contingencia (20% de n)	Total, de muestras domiciliarias
Más de 50 hasta 100 viviendas	50	10	60

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

El tamaño de la muestra no domiciliaria propuesto por la Guía se sustenta en:

$$n = \frac{z^2_{1-\infty/2} * N * \sigma^2}{(N-1) * E^2 + z^2_{1-\infty/2} * \sigma^2}$$

Donde:

n= muestra de las viviendas

N=total de viviendas

Z= nivel de confianza 95% (1.96)

δ^2= desviación estándar

E= error permisible

3.2.3 Determinación del número de muestra de generadores de residuos especiales

Conforme al artículo 28 de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, Decreto Legislativo N°1278, se sostiene como gestión de residuos sólidos municipales especiales, a aquellos que son generados en la zona urbana del distrito, sin embargo, por su volumen o

características, se advierte de un empleo especial particular, encontramos: residuos de laboratorio de ensayos ambientales y similares, lubricentros, centros comerciales, centros veterinarios, ferias, residuos de demolición y construcción de edificaciones de obras menores, etc.

Para la gestión de estos residuos especiales, en caso sus generadores decidan entregar al servicio público, las municipalidades deben establecer una tasa especial para dichos residuos. De otro modo, deben ser gestionadas a través de empresas operadoras de residuos sólidos.

Durante el estudio, en la zona urbana del distrito no se ha encontrado laboratorios de ensayos ambientales y similares, de la misma forma centros comerciales de gran tamaño, tampoco conciertos de gran número de personas. Con respecto a los residuos originados por las demoliciones o remodelación de construcción, se incluirá en el estudio de la Gestión y Manejo de los Residuos Sólidos de las Actividades de la Construcción y Demolición, a cargo de la municipalidad distrital de Pomalca. A causa de los lubricentros y veterinarias generan volúmenes poco significativos.

3.2.4 Determinación de la distribución de la muestra por ubicación

Una vez determinado el total de la muestra no domiciliaria, se distribuye dicha muestra en zonas o sectores, esta de manera aleatoria.

Tabla 12: Distribución aleatoria de las muestras no domiciliarias.

Zona o Sector
Sector 05
Sector 06
Sector 08
Sector 10
Sector 12
San Isidro
Los Ceibos
San Borja
San Isidro
Miraflores
Santos Chocano
San Juan
20 de Enero

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019

3.2.5 Tamaño y distribución de muestra de mercado

Las características tomadas en cuenta para este estudio de caracterización realizada por la municipalidad tienen como referencia el año que se realizó, es decir, 2019. Así mismo, para esta muestra del mercado, se consideró única, incluyendo el mercado de abastos de Pomalca en sí, con los comerciantes al rededor del mercado como tal (ambulantes).

3.2.6 Tamaño y distribución de muestra de instituciones educativas

Para el estudio de caracterización de residuos sólidos 2019, se tuvo en cuenta 16 instituciones educativas en los siguientes niveles: inicial, primaria y secundaria. Se debe considerar que la población estudiantil en el distrito disminuía a razón que migraban a la provincia de Chiclayo u otros lugares cerca al distrito. Es decir, la población estudiantil en el distrito no era constante.

Las 16 instituciones que tiene en cuenta el estudio de caracterización de residuos sólidos se han basado como referencia al portal MINEDU – ESCALE (Unidad Estadística de la calidad educativa), calculando a 4 279 alumnos y 268 docentes, divididos en los niveles educativos.

El estudio de caracterización 2019 realizada por la municipalidad de Pomalca en la zona urbana, tuvo como referencia una muestra, por hallarse en subclase colegios con más de 200 alumnos. Dicha muestra se trabajó que con la I.E 11521 "María de Lourdes". Por otra parte, como resultado se consideró la totalidad de alumnos del distrito de Pomalca es de 4 311.

Tabla 13: Institución educativa muestreada

Nivel	Alumnos	Docentes
Inicial	30	01
Primaria	798	38
Secundaria	529	33
Total, alumnos de la muestra	1357	72
Total, alumnos de la zona muestreada	4279	268

Fuente: MINEDU

Elaboración: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

3.2.7 Tamaño y distribución de muestra de barrido y limpieza pública de espacios públicos y almacenamiento

La municipalidad distrital de Pomalca cubre 18 rutas de barrido en promedio, en su servicio de limpieza pública. Variando de acuerdo a la necesidad del servicio. Dichas rutas se identificaron junto con la Sub Gerencia de Gestión Ambiental, Ornato, Áreas Verdes y Limpieza pública de la municipalidad. En el estudio de caracterización de RSM 2019, se trabajó con tres rutas de la ciudad: Calle Apolinario Salcedo, Av. Jorge Chávez y Av. José de San Martín.

Tabla 14: Rutas muestreadas de la ciudad de Pomalca

Ruta	Longitud km /lineales
Calle Apolinario Salcedo	0.58
Av. Jorge Chávez	0.80
Av. José de San Martín	1.00

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

4. Procedimientos para la realización del estudio

El presente estudio se desarrolló por la Municipalidad distrital de Pomalca teniendo en cuenta la Resolución Directoral N° 457-2018-MINAM que aprueba la Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales.

4.1 Coordinaciones generales

El responsable de la ejecución del Estudio de Caracterización De Residuos Sólidos Municipales (ECRSM) del distrito de Pomalca en conjunto con la Sub Gerencia de Gestión Ambiental, Ornato, Áreas Verdes y Limpieza Pública de la municipalidad dan de conocimiento a las distintas áreas orgánicas la necesidad de actualizar el ECRSM realizado el año 2016, precediendo las consideraciones de la Resolución Ministerial N° 457-2018-MINAM que aprueba la Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales además de las costumbres y el nivel de consumo de la población, la condición climática y características particulares del distrito.

4.2 Plan de trabajo de estudio de caracterización

Cada persona o unidad orgánica comprometidos en la elaboración del estudio asume compromisos y funciones.

Sobre un plano catastral del distrito se identificó las muestras tanto domiciliarias como no domiciliarias y especiales, seleccionadas con antelación de manera aleatoria a ser visitados. En campo se establece la ruta de las unidades móviles encargadas de la recolección.
La municipalidad a través de la Sub Gerencia de Gestión Ambiental, Ornato, Áreas Verdes y Limpieza Pública participa activamente del estudio.

Tabla 15: Plan de trabajo de estudio de caracterización de residuos sólidos municipales del Distrito de Pomalca

N°	Paso	Actividad	Producto	Unidad de Medida
1	Coordinación con autoridades, funcionarios y trabajadores municipales	Presentación de Plan de trabajo	Plan	Plan
2	Identificación de las zonas de muestreo, diseño y validación del ruteo en campo	Diseño de ruteo a implementar	Ruteo validado e implementado	Rutas determinadas, plano
3	Determinación del N° de muestra	Distribución y selección de la muestra según zonas de estrato socioeconómico	N° de muestra identificada	Muestra obtenida
4	Capacitación del Equipo encargado del ECRSM	Dictado de dos capacitaciones a los integrantes del equipo	Equipo capacitado	Asistencia de capacitación
5	Levantamiento de información de establecimientos comerciales del distrito	Identificación en campo de establecimientos comerciales	Se conoce cantidad exacta de establecimientos comerciales de la zona urbana del distrito	Padrón de administrados
6	Empadronamiento de viviendas, aplicación y sistematización de encuesta de percepción del servicio de limpieza pública	Empadronar a participantes, codificar muestras y aplicar encuestas	Relación de viviendas empadronadas que participaron en el estudio	Padrón de viviendas y encuestas
7	Empadronamiento Comercios y otros, aplicación y sistematización de encuesta de percepción del servicio de limpieza pública	Empadronar a participantes, codificar muestras y aplicar encuestas	Relación de comercios y otros empadronados que participaron en el estudio	Padrón de comercios y otros
8	Ejecución en campo de ECRSM	Recolección y trabajo con muestras	Resultados de ECRSM	Resultados
9	Determinación de parámetros: Estudios preliminares para la obtención de la generación percápita, composición física, densidad y humedad de los RS	Obtención de Generación percápita de residuos sólidos y otros indicadores	Obtención de resultados en formatos Excel	Resultados del ECRSM
10	Determinación de parámetros	Toma de muestras	Resultados	Informe
11	Trabajo en gabinete	Elaboración de informe	Informe terminado	Informe
12	Informe	Elaboración de informe final	Informe terminado	Recepción de informe

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

4.3 Conformación de equipo técnico, de campo y de capacitación

La elaboración del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales del Distrito de Pomalca demandó la conformación de equipos de trabajo como se muestra a continuación:

a) Equipo técnico

El equipo técnico o equipo de planificación del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales del Distrito de Pomalca ha sido conformado con Resolución de Alcaldía N° 270-2019-MDP/A.

El equipo de planificación oportunamente alcanzó al encargado de ejecutar el estudio:

- Plano catastral del Distrito de Pomalca
- Base de datos de predios y comercios
- Información relacionada con operadores de residuos sólidos formales e informales
- Sectorización del Distrito de Pomalca
- Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales año 2016

b) Equipo de campo

El responsable del equipo de campo cuenta con experiencia en la ejecución de estudios de caracterización de residuos sólidos y temas vinculantes a los residuos sólidos.

Con Resolución de Alcaldías se conforma el Equipo de planificación del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales del Distrito de Pomalca y con informe se aprueba el Plan de trabajo del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales en atención al contrato para la elaboración del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales.

El equipo de campo queda subdividido con tres equipos:

- Equipo de empadronamiento
  - 06 sensibilizadores - empadronadores
- Equipo de recolección
  - 04 personas
  - 02 choferes

- Equipo de segregación
  - 06 personas

Tabla 16: Personal sus responsabilidades, tareas y funciones

N°	Personal	Responsabilidad	Tareas/funciones
1	Responsable de ejecución de ECRSM	Diseñar, implementar, supervisar y monitorear el plan de trabajo	Coordinar constantemente con el equipo de planificación. Presentar el plan de trabajo para aprobación. Implementar las consideraciones de la guía para la caracterización de residuos sólidos municipales aprobada con Resolución. Ministerial N° 457-2008-MINAM. Capacitar al equipo de campo. Asegurar el cumplimiento de las normas de seguridad salud e higiene en el trabajo. Sistematizar la información recolectada en campo. Registrar los datos de peaje y composición de los residuos. Realizar el muestreo para la determinación de humedad. Elaborar el informe final y presentarlo al equipo técnico para su aprobación.
2	Empadronador	Empadronador a l@s participantes	Empadronar a l@s participantes, aplicar encuesta y asignar código.
3	Recolector	Recolectar las muestras de residuos sólidos	Entregar los sacos a l@s participantes. Recolectar diariamente los sacos.
4	Segregador	Segregar la totalidad de residuos sólidos recolectados en los sacos	Pesar y clasificar las muestras de residuos sólidos conforme a los lineamientos señalados por el responsable durante la capacitación.
5	Conductor de la unidad vehicular	Asegurar el adecuado transporte de las muestras de residuos por las rutas y horarios de recolección establecidos	Realizar la revisión y limpieza de la unidad vehicular antes, durante y después de la recolección diaria. Reportar oportunamente abastecimientos de combustible al responsable de campo.

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

c) Equipo de capacitación

La capacitación está a cargo del responsable de ejecutar el Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales.

La capacitación se desarrolla en los ambientes de la Sub Gerencia de Gestión Ambiental, Ornato, Áreas Verdes y Limpieza Pública.

Durante la capacitación se emplea:

- Pizarra
- Sillas
- Laptop
- PPT
- Proyector

La capacitación versa en la siguiente temática:

- Decreto Legislativo N° 1278 y su reglamento
- Importancia del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales
- Metodología del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales
- Metodología para la entrevista personal con los generadores
- Seguridad y salud en el trabajo
- Responsabilidad de las personas encargadas de la ejecución del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales
- Preparación de kit de materiales a entregar a los participantes

4.4 Determinación de equipos y materiales a utilizar en el estudio

Espacio Físico

El acopio de residuos sólidos recolectados diariamente se da en el vivero de la Municipalidad Distrital de Pomalca. En este espacio se realiza además el pesaje y clasificación de las muestras.

Unidades móviles

Teniendo en cuenta la cantidad de participantes en el estudio de caracterización de residuos sólidos municipales, se considera por conveniente emplear dos unidades móviles tipo moto - carguera.

Logística

Los equipos y materiales empleados se detallan a continuación:

Tabla 17: Equipos y materiales empleados en el ECRSM del distrito de Pomalca

Descripción	Cantidad/Unidad
1. Herramientas e insumos	
Centímetro de madera o de wincha	1 unidad
Escoba	1 unidad
Recogedor	1 unidad
Manga de polietileno (plástico grueso 2x10mt) para segregación	10 metros
Sacos de polietileno (120 muestras domiciliarias x 8 días)	12 paquetes
Sacos de polietileno (60 muestras domiciliarias x 8 días)	6 paquetes
Gasolina de 90 Octones	12 galones
Tanque de metal	2 unidades
Balanza digital	1 unidad
Caja hermética para resguardo de humedad	6 unidades
2. Personal e identificación	
Fotosheek e identificación	8 unidades
3. Materiales de protección personal y limpieza de local	
Guantes anticorte (pares)	6 unidades
Guantes de jebe (pares)	6 unidades
Mascarilla para polvo (caja de 50 unidades)	2 unidades
Jabón líquido x frasco	1 unidad
Mandiles de plástico de cuerpo entero	6 unidades
Botas de seguridad (pares)	2 unidades
Jabón carbólico (unidades)	2 unidades
Detergente x bolsas	1 unidad
4. Primeros auxilios	
Botiquín	1 unidad
5. Materiales e insumos de oficina	
Lapiceros tinta borrable	10 unidades
Plumones gruesos de tinta indeleble	4 unidades
Cinta de embalaje gruesa	4 unidades
Tablero de madera	6 unidades
Stickers de identificación tamaño A6 u A7	2 diseños
Fotocopias (encuestas, material de trabajo, diseño de recorrido, ploteo)	Varios
PC	1 unidad
Cámara fotográfica- Cámara de celular	1 unidad
6. Estudios preliminares: humedad. Laboratorio	4 unidades
7. Movilidad	2 moto cargueras
8. Otros	
Pesaje de camión x unidades	10

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

Figura 1: Material de identificación

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

4.5 Sensibilización y empadronamiento

La sensibilización se dirige en un primer momento a las personas encargadas de realizar el empadronamiento, recolección y segregación de residuos sólidos, para que éstos a su vez realicen lo mismo con los participantes.

En el presente estudio de caracterización de residuos sólidos municipales se emplea el padrón proporcionado en la Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales. En él se registra los principales datos de los participantes, según su condición de muestra domiciliaria, no domiciliaria o especial.

4.6 Plan de seguridad e higiene

El estudio de caracterización de residuos sólidos municipales en una labor que merece tener ciertos cuidados durante todo el periodo que dura su ejecución, ya sea en campo o al momento de la segregación, en consecuencia, es necesario que los encargados de ejecutar el estudio conozcan las consideraciones mínimas indispensables de seguridad a tener en cuenta en el marco de los lineamientos de seguridad y salud en el trabajo de acuerdo a la Ley N° 29783, su reglamento y normas modificatorias.

La totalidad de las personas encargadas de ejecutar el estudio están expuestos a actividades de riesgo en las etapas de trabajo de campo y operaciones, razón por la que es necesario orientar a los encargados de su implementación sobre la prevención de accidentes y enfermedades ocupacionales.

Se da a conocer a los encargados de la implementación del estudio, la matriz para la gestión de salud y seguridad ocupacional propuesto en la Guía, el mismo que se describe a continuación:

Tabla 18: Matriz para la gestión de salud y seguridad ocupacional propuesta por la Guía

N°	Etapa	Actos/condiciones inseguras	Riesgo	Medidas de atención inmediana	Medida de prevención
1	Traslado de personal a las zonas de recolección	subir de manera apresurada al vehículo	Caídas, golpes, torceduras, lesiones por presión de la puerta del vehiculo	Atención de priemros auxilios	Charla de 05 minutos antes del inicio de operaciones. Registro de las charlas. Sanción por reincidencia.
		Viajar en el borde del vehículo	Caídas, golpes, torceduras		
			Accidentes con otros vehículos	Buscar atención médica urgente	
		Juegos en el vehículo, distracción al conducir	Choques, despistes		
2	Distribucón en campo del personal	Bajar apresuradamente del vehículo	Caídas, golpes, torceduras	Atención de priemros auxilios	Charla de 05 minutos antes del inicio de operaciones. Registro de las charlas. Sanción por reincidencia.
		Correr para cruzar la autopista	Embestidas, atropellamientos	Buscar atención médica urgente	
3	Recolección de resiudos sólidos	Arrastrar las bolsas de resiudos	Rotura de bolsas y derrame de resiudos	Limpieza del lugar, información del hecho y las medidas a los afectados	Charla de 05 minutos antes del inicio de operaciones. Registro de las charlas. Sanción por reincidencia.
		Aventar los residuos sólidos en los puntos en los que se acumulan	Lesiones por golpe	Atención de priemros auxilios	
			Cortes por vidrios rotos		
			Daños a los ojos por partículas o espinas	Lavado de ojos, atención médica	
4	Carguío de muestras	Aventar las bolsas de residuos sólidos	Lesiones por golpe	Atención de priemros auxilios	Procedimiento para el transporte de residuos y charlas de 05 minutos
			Cortes por vidrios rotos		
			Daños a los ojos por partículas o espinas	Lavado de ojos, atención médica	
5	Transportes de muestras y de personal	No colocar mallas a las bolsas o no asegurarlas	Caídas de bolsas y daños a terceros	Limpieza del lugar, información del hecho y las medidas a los afectados	Procedimiento para el transporte de residuos y charlas de 05 minutos
			Caídas de bolsas y daños a terceros		Charla de 05 minutos antes del inicio de operaciones. Registro de las charlas. Preguntas al final de las charlas. Sanción por reincidencia.
		Exceso de velocidad para trasladar bolsas	Choques, despistes	Despejar la vía de atránsito, atención policial	
6	Descarga de muestras	Aventar las bolsas de residuos sólidos	Lesiones por golpe	Atención de priemros auxilios	Procedimiento para la descarga de residuos y charlas de 05 minutos
			Cortes por vidrios rotos	Atención de priemros auxilios, evaluar para atención médica	
			Daños a los ojos por partículas o espinas	Lavado de ojos, atención médica	
7	Pesaje de muestrasy análisis de densidad	Aventar las bolsas de residuos sólidos	Lesiones por golpe	Atención de priemros auxilios	Procedimiento para el pesaje de residuos y charlas de 05 minutos
			Cortes por vidrios rotos	Atención de priemros auxilios, evaluar para atención médica	
			Daños a los ojos por partículas o espinas	Lavado de ojos, atención médica	
		No usar guantes para el manipuleo de residuos	Cortes en las manos	Lavado de herida, evaluar atención médica	
8	Clasificación de muestra	No usar guantes para el manipuleo de residuos	Cortes en las manos, infecciones por heridad abiertas	Lavado de herida, evaluar atención médica	Charla de 05 minutos antes de inicio de operaciones, registro

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

4.7 Ejecución del estudio

El estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales se considera los siguientes indicadores:

Tabla 19: Parámetros a considerar en el desarrollo del ECRSM del distrito de Pomalca

Parámetro	Origen de registro	Tiempo de estudio (días)
Generación	Viviendas, mercados, ferias, instituciones educativas y públicas, bodegas, restaurantes, hoteles, establecimientos comerciales y todos aquellos que se puedan considerar como residuos municipales	Todos los días que dura el estudio
Densidad	Viviendas, mercados, ferias, instituciones educativas y públicas, bodegas, restaurantes, hoteles, establecimientos comerciales y todos aquellos que se puedan considerar como residuos municipales	Todos los días que dura el estudio
Composición	Residuos domiciliarios	Todos los días que dura el estudio
Humedad	Fracción de los residuos domiciliarios orgánicos	Dos días

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

4.8 Recolección de muestras domiciliarias

La recolección de las muestras domiciliarias se realiza teniendo en cuenta la zonificación planificada. Con el apoyo de dos motos - cargueros se realiza la recolección contando con el apoyo de dos personas. Se distribuye diariamente sacos a las viviendas participantes.

Las muestras recolectadas se trasladan a un local habilitado al costado del vivero municipal, se descargan las muestras y se realiza la toma de datos de las mismas, como peso, composición, densidad y humedad.

La recogida se desarrolla del 30 de junio al 07 de julio del 2019.

Tabla 20: Tiempo de recolección de los residuos sólidos domiciliarios del distrito de Pomalca

Generador	Día						
	1	2	3	4	5	6	7
Domicilio	X	X	X	X	X	X	X
Barrido	X	X	X	X	X	X	X
Restaurant	X	X	X	X	X	X	X
Hoteles	X	X	X	X	X	X	X
Establecimientos comerciales	X	X	X	X	X	X	X
Mercados	X	X	X	X	X	X	X
Instituciones educativas	X	X	X	X	X		
Instituciones públicas	X	X	X	X	X		

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

4.8.1 Determinación de la generación Per cápita

La generación per cápita se obtiene siguiendo los considerandos de la Guía facilitada procediendo de la siguiente manera:

a) Se trabajó con todas las muestras recolectadas.

b) Se validó las muestras y se descartó aquellas viviendas que dejaron de entregar sus residuos sólidos por más de tres días.

c) Se ordenó el número de muestras de menor a mayor.

d) Se aplicó la fórmula correspondiente a la varianza y la desviación estándar.

e) Finalmente se obtiene los datos necesarios (Zc) y se realiza la validación de las muestras.

f) La validación de muestras se realiza seleccionando las 8 muestras con menor GPC y las 8 muestras con mayor GPC y sobre ellas aplicamos la fórmula propuesta en la Guía.

$$z_c = \frac{\bar{X} - X_{(i)}}{S}$$

Siendo:

Zc = Valor extremo (1.96)

$\bar{X}$= Promedio de GPC

$X_{(i)}$= Valor del GPC

S = Desviación estándar

g) Las muestras cuyo resultado final superan el valor de 1.96 son eliminadas del estudio.

h) Fórmula empleada para encontrar la Generación per cápita diaria de residuos sólidos domiciliarios (GPC):

$$GPC = \frac{Peso\ total\ de\ residuos\ (Wt)}{N°\ total\ de\ personas}$$

Generación per cápita para cada vivienda:

$$GPC = \frac{Día\ 1 + Día\ 2 + Día\ 3 + Día\ 4 + Día\ 5 + Día\ 6 + Día\ 7}{Número\ de\ habitantes\ x\ 7días}$$

Generación per cápita total del distrito:

$$GPC = \frac{GPC\ 1 + GPC\ 2 + GPC\ 3 + \cdots + GPC\ n}{n}$$

i) Procesadas las muestras se obtiene la GPC del Distrito de Pomalca expresado en Kg/hab./día.

4.8.2 Determinación de la composición física de los residuos sólidos

El muestreo de residuos sólidos para la composición física se debe llevar a cabo en el lugar en el que se realiza el pesaje de los residuos sólidos, para esto es importante seguir el siguiente procedimiento:

a) Asegurar la disponibilidad y uso de equipos de protección personal.

b) Verificar que la manta de segregación este colocada en el lugar previsto y que tenga las dimensiones apropiadas con la finalidad de evitar ensuciar el ambiente.

c) Verificar que los sacos de polietileno se encuentren codificados.

d) Verter el contenido de las bolsas recolectadas en la manta de segregación dispersándolos de manera homogénea.

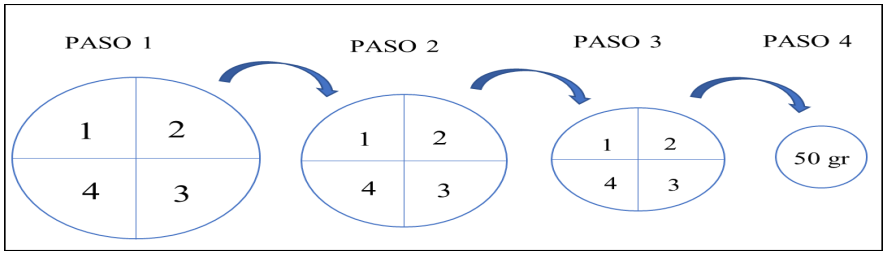
e) La muestra se divide, intentando el fraccionamiento en 04 partes iguales (denominado también método de cuarteo). Dos muestras se eliminan.

f) Con una de las dos partes restantes se realiza la segregación de acuerdo a la matriz de la Guía ficha de registro de pesos.

g) Los residuos segregados se depositan en bolsas o recipientes previamente rotulados.

h) Cada bolsa conteniendo los residuos segregados son pesados y los resultados registrados en la ficha de registros de pesos.

Figura 2: Diagramación de la técnica cuarteo



Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

Los residuos sólidos a segregar se dividen por su tipo de utilización en aprovechables y no aprovechables, condición que varía según el mercado local de comercialización de residuos sólidos.

Tabla 21: Tipos de residuos sólidos a considerar

Tipo de Residuos de Sólido
1. Residuos aprovechables
1.1. Residuos Orgánicos
Residuos de alimentos (restos de comida, cáscaras, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)
Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares)
Otros orgánicos (estiércol de animales menores, huesos y similares)
1.2. Residuos Inorgánicos
1.2.1 Papel
Blanco
Periódico
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)
1.2.2 Cartón
Blanco (liso y cartulina)
Marrón (corrugado)
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)
1.2.3 Vidrio
Transparente
Otros colores (marrón-ámbar, verde, azul, entre otros)
Otros (vidrio de ventana)
1.2.4 Plástico
PET-Tereftalato de polietileno (1) (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)
PEAD-Polietileno de alta densidad (2) (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante)
PEBD-Polietileno de baja densidad (4) (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)
PP-Polipropileno (5) (baldes, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers)
PS-Poliestireno (6) (tapas cristalinas de Cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla)
PVC-Policloruro de vinilo (3) (Tuberías de agua, desagüe y eléctricas)
1.2.5 Tetra Brik (envases multicapa)
1.2.6 Metales
Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros)
Acero
Fierro
Aluminio
Otros Metales

1.2.7 Textiles (telas)
1.2.8 Caucho, cuero, jebe
1.2.9 Residuos no reaprovechables
Bolsas plásticas de un solo uso
Residuos sanitarios (Papel higiénico, pañales, toallas sanitarias, excretas de mascotas)
Pilas
Tecnopor (poliestireno expandido)
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros)
Restos de medicamentos
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros
Otros residuos no categorizados

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

4.8.3 Determinación de la densidad

Con la última parte restante se determina la densidad sin compactación de los residuos recogidos para lo que se acondiciona a un cilindro de metal de 11 kg de peso (W1), 230 litros. 58 cm de diámetro (D) Y 88 cm de altura (h).

El pesaje se realiza con una balanza de plataforma.

Se procede de la siguiente manera:

a) Se verifica la cantidad de sacos (muestras) y los pesos anotados.

b) Se coloca el contenido de los sacos en el cilindro.

c) Se deja libre aproximadamente 10 cm de altura.

d) Se levanta el cilindro hasta aproximadamente 10 a 15 cm de altura y se deja caer tres veces consecutivas con la finalidad de homogenizar la muestra y llenar los espacios vacíos.

e) Se mide la altura libre y por diferencia se obtiene la altura de los residuos.

f) Se pesa el cilindro lleno (W2) y por diferencia se obtiene el peso de los residuos (W), descontando el peso del tanque metálico.

g) Finalmente se divide el peso de los residuos (W) entre el volumen del recipiente (V) obteniendo finalmente la densidad.

h) Se aplicó la siguiente fórmula sugerida:

$$\mathbf{Vr} = \boldsymbol{\pi}\left(\frac{\mathbf{D}}{\mathbf{2}}\right)^{\mathbf{2}} \mathbf{x}(\mathbf{Hf} - \mathbf{Ho})$$

Siendo:

Π: Constate (3.1516)

Vr: Volumen de residuos

D: Diámetro del cilindro

Hf: Altura que alcanzan los residuos en el cilindro

Ho: Altura basal no ocupada por los residuos

4.8.4 Determinación de la humedad

La muestra para determinar el parámetro de humedad se recolecta de acuerdo a las recomendaciones de la Guía.

Se tomó 1 kg de muestra del segundo y cuarto día, una muestra por día.

La muestra de generador domiciliario se trata de la siguiente manera:

a) Fraccionamiento de los residuos sólidos orgánicos.

b) Depósito de las muestras en recipientes herméticos.

c) Etiquetado de cada una de las muestras.

d) Traslado a laboratorio referencial.

4.9 Recolección de muestras de generadores no domiciliarios y especiales

4.9.1 Determinación de la generación

La generación per cápita se obtiene siguiendo los considerandos de la Guía facilitada, procediendo de la siguiente manera:

a) Se trabajó con todas las muestras recolectadas (según tipo – fuente de generación).

b) Se validó las muestras y se descarta aquellas muestras (según tipo – fuente de generación) que dejaron de entregar sus residuos sólidos por más de tres días.

c) Se ordenó el número de muestras de menor a mayor.

d) Se aplica la fórmula correspondiente a la varianza y la desviación estándar.

e) Finalmente se obtiene los datos necesarios (Zc) y se realiza la validación de las muestras.

f) La validación de muestras se realiza seleccionando las 8 muestras con menor GPC y las 8 muestras con mayor GPC y sobre ellas aplicamos la fórmula propuesta en la Guía.

$$z_c = \frac{\bar{X} - X_{(i)}}{S}$$

Siendo:

Zc = Valor extremo (1.96)

$\bar{X}$= Promedio de GPC

$X_{(i)}$= Valor del GPC

S = Desviación estándar

Las muestras cuyo resultado final superan el valor de 1.96 son eliminadas del estudio.

g) Fórmula empleada para encontrar la Generación diaria de residuos sólidos no domiciliarios (G):

$$GPC = \frac{Peso\ total\ de\ residuos\ (Wt)}{N°\ total\ de\ personas}$$

Generación per cápita para cada vivienda:

$$GPC = \frac{Día\ 1 + Día\ 2 + Día\ 3 + Día\ 4 + Día\ 5 + Día\ 6 + Día\ 7}{Número\ de\ habitantes\ x\ 7días}$$

Generación per cápita total del distrito:

$$GPC = \frac{GPC\ 1 + GPC\ 2 + GPC\ 3 + \cdots + GPC\ n}{n}$$

h) Procesadas las muestras se obtiene la G del Distrito de Pomalca expresado en Kg/ (según tipo – fuente de generación) /día.

4.9.2 Determinación de la composición física de los residuos sólidos

El muestreo de residuos sólidos para la composición física se debe llevar a cabo en el lugar en el que se realiza el pesaje de los residuos sólidos, para esto es importante seguir el siguiente procedimiento:

a) Asegurar la disponibilidad y uso de equipos de protección personal.

b) Verificar que la manta de segregación este colocada en el lugar previsto y que tenga las dimensiones apropiadas con la finalidad de evitar ensuciar el ambiente.

c) Verificar que los sacos de polietileno se encuentren codificados y separados de acuerdo al tipo de generador y fuentes de generación de dónde provienen.

d) Verter el contenido de las bolsas recolectadas en la manta de segregación dispersándolos de manera homogénea.

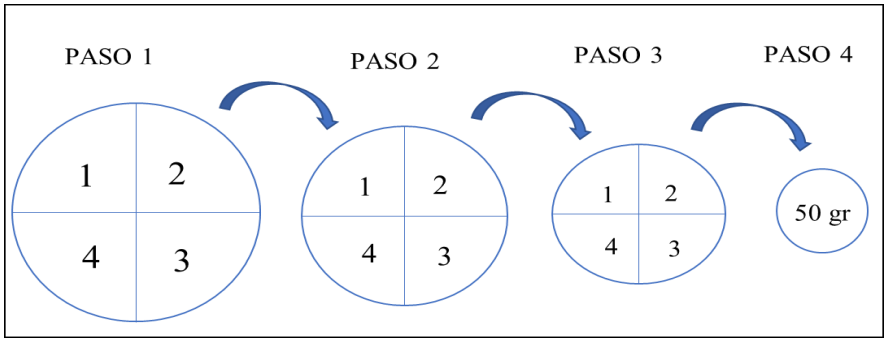
e) La muestra se divide, intentando el fraccionamiento en 04 partes iguales (denominado también método de cuarteo). Dos muestras se eliminan.

f) Con una de las dos partes restantes se realiza la segregación de acuerdo a la matriz de la Guía ficha de registro de pesos.

g) Los residuos segregados se depositan en bolsas o recipientes previamente rotulados.

h) Cada bolsa conteniendo los residuos segregados son pesados y los resultados registrados en la ficha de registros de pesos.

Figura 3: Diagramación de la técnica cuarteo



Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

Los residuos sólidos a segregar se dividen por su tipo de utilización en aprovechables y no aprovechables, condición que varía según el mercado local de comercialización de residuos sólidos.

Tabla 22: Tipos de residuos sólidos a considerar

Tipo de Residuos de Sólido
1. Residuos aprovechables
1.1. Residuos Orgánicos
Residuos de alimentos (restos de comida, cáscaras, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)
Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares)
Otros orgánicos (estiércol de animales menores, huesos y similares)
1.2. Residuos Inorgánicos
1.2.1 Papel
Blanco
Periódico
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)
1.2.2 Cartón
Blanco (liso y cartulina)
Marrón (corrugado)
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)
1.2.3 Vidrio
Transparente
Otros colores (marrón-ámbar, verde, azul, entre otros)
Otros (vidrio de ventana)
1.2.4 Plástico
PET-Tereftalato de polietileno (1) (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)
PEAD-Polietileno de alta densidad (2) (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante)
PEBD-Polietileno de baja densidad (4) (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)

PP-Polipropileno (5) (baldes, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers)
PS-Poliestireno (6) (tapas cristalinas de Cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla)
PVC-Policloruro de vinilo (3) (Tuberías de agua, desagüe y eléctricas)
1.2.5 Tetra Brik (envases multicapa)
1.2.6 Metales
Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros)
Acero
Fierro
Aluminio
Otros Metales
1.2.7 Textiles (telas)
1.2.8 Caucho, cuero, jebe
1.2.9 Residuos no reaprovechables
Bolsas plásticas de un solo uso
Residuos sanitarios (Papel higiénico, pañales, toallas sanitarias, excretas de mascotas)
Pilas
Tecnopor (poliestireno expandido)
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros)
Restos de medicamentos
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros
Otros residuos no categorizados

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

4.9.3 Determinación de la densidad

Con la última parte restante se determina la densidad sin compactación de los residuos recogidos para lo que se acondiciona a un cilindro de metal de 11 kg de peso (W1), 230 litros. 58 cm de diámetro (D) Y 88 cm de altura (h).

El pesaje se realiza con una balanza de plataforma.

Se procede de la siguiente manera:

a) Se verifica la cantidad de sacos (muestras) y los pesos anotados.

b) Se coloca el contenido de los sacos en el cilindro.

c) Se deja libre aproximadamente 10 cm de altura.

d) Se levanta el cilindro hasta aproximadamente 10 a 15 cm de altura y se deja caer tres veces consecutivas con la finalidad de homogenizar la muestra y llenar los espacios vacíos.

e) Se mide la altura libre y por diferencia se obtiene la altura de los residuos.

f) Se pesa el cilindro lleno (W2) y por diferencia se obtiene el peso de los residuos (W), descontando el peso del tanque metálico.

g) Finalmente se divide el peso de los residuos (W) entre el volumen del recipiente (V) obteniendo finalmente la densidad.

h) Se aplicó la siguiente fórmula sugerida:

$$\mathbf{Vr} = \boldsymbol{\pi}\left(\frac{\mathbf{D}}{\mathbf{2}}\right)^{\mathbf{2}} \mathbf{x}(\mathbf{Hf} - \mathbf{Ho})$$

Siendo:

Π: Constate (3.1416)

Vr: Volumen de residuos

D: Diámetro del cilindro

Hf: Altura que alcanzan los residuos en el cilindro

Ho: Altura basal no ocupada por los residuos

4.9.4 Determinación de la humedad

La muestra para determinar el parámetro de humedad se recolecta de acuerdo a las recomendaciones de la Guía.

Se tomó 1 kg de muestra del segundo y cuarto día, una muestra por día.

La muestra de generador no domiciliario (mercado) se trata de la siguiente manera:

e) Fraccionamiento de los residuos sólidos orgánicos.

f) Depósito de las muestras en recipientes herméticos.

g) Etiquetado de cada una de las muestras.

h) Traslado a laboratorio referencial.

5. Presentación de Resultados de Estudio

5.1 Resultados de la caracterización domiciliaria

5.1.1 Generación per cápita (GPC) de los residuos domiciliarios

La generación Per Cápita (GPC) total de los residuos sólidos domiciliarios de la zona urbana del distrito de Pomalca de 0.45 Kg/hab./día.

La proyección de la generación total de residuos sólidos domiciliarios del año 2019 de la zona urbana del distrito de Pomalca es de 10.144 toneladas para una población urbana proyectada de 22 543.19 habitantes (adjudicando un crecimiento del GPC anual de 1%). Es importante tener en consideración: no se considera la zona rural, ni sector industrial.

Tabla 23: Tamaños de muestra para diversas cantidades de generadores no domiciliarios

Año	Población Proyectada	Proyección GPC Domiciliario (kg/hab/día)	Proyección Generación diaria de residuos sólidos (Tn/día)	Proyección Generación anual de residuos sólidos (Tn/año)
2019	22 543.19	0.450	10.144	3 702.56
2020	22 768.62	0.455	10.360	3 781.40
2021	22 996.31	0.459	10.555	3 852.58
2022	23 226.27	0.464	10.777	3 933.61
2023	23 458.53	0.469	11.002	4 015.37
2024	23 693.12	0.474	11.231	4 099.32
2025	23 930.05	0.479	11.462	4 183.63
2026	24 169.35	0.484	11.698	4 269.77
2027	24 411.04	0.489	11.937	4 357.01
2028	24 655.15	0.494	12.180	4 445.70
2029	24 901.71	0.498	12.401	4 526.37

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

5.1.2 Densidad de residuos sólidos domiciliarios

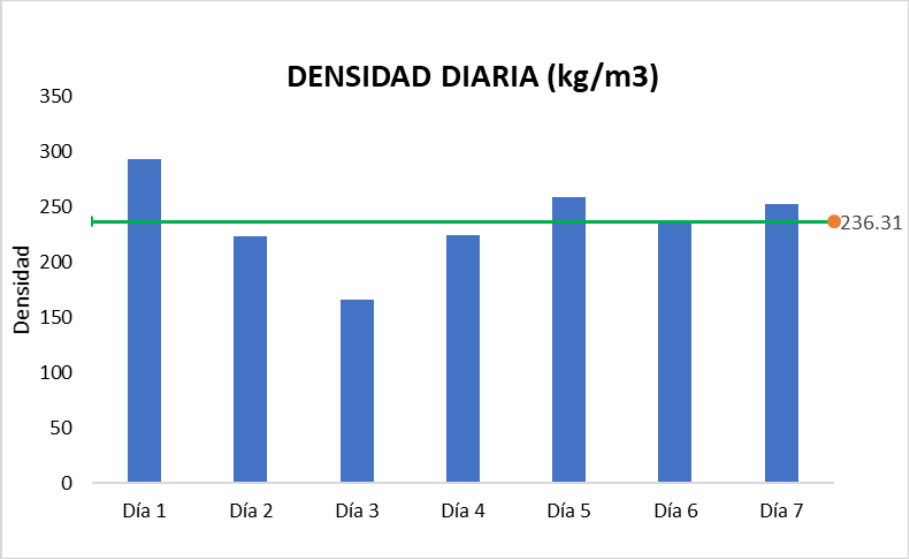
La densidad de los residuos sólidos domiciliarios en la zona urbana del distrito de Pomalca es de 236.31 kg/m3

Tabla 24: Densidad de los residuos domiciliarios de la zona urbana del distrito de Pomalca

Parámetro	Densidad Diaria (kg/m3)							Densidad Promedio (kg/m3)
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
Densidad (S)	293.33	223.46	165.52	223.90	258.63	236.68	252.65	236.31

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

Diagrama 3: Densidad diaria de la caracterización de RSM 2019 del distrito de Pomalca



Fuente: Elaboración propia con la fuente de la valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

5.1.3 Composición física de los residuos sólidos domiciliarios

Los residuos sólidos domiciliarios de la zona urbana del distrito de Pomalca, tienen la siguiente composición: los residuos sólidos aprovechables representan un 77.51%; dentro de ellos se encuentran los residuos orgánicos (materia orgánica, follaje, huesos, entre otros) representa un 58.01% y los residuos inorgánicos (papel, cartón, vidrio, plástico, tetra, metales, entre otros) representan un 19.50%. Así mismo, los residuos sólidos no reaprovechables (bolsas plásticas de un solo uso, residuos sanitarios, tierra, piedras, tecnopor, residuos inertes, restos de golosinas, envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros) representa un 22.49%.

Tabla 25: Tamaños de muestra para diversas cantidades de generadores no domiciliarios

Tipo de residuo sólido	Composición %
1. Residuos aprovechables	77.51%
1.1.Residuos Orgánicos	58.01%
Residuos de alimentos (restos de comida, cáscaras, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	45.13%
Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares)	3.99%
Otros orgánicos (estiércol de animales menores, huesos y similares)	8.88%

1.2.Residuos Inorgánicos	19.50%
1.2.1Papel	3.26%
Blanco	1.35%
Periódico	052%
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)	1.39%
1.2.2Cartón	3.95%
Blanco (liso y cartulina)	0.90%
Marrón (corrugado)	1.80%
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)	1.26%
1.2.3Vidrio	4.34%
Transparente	2.12%
Otros colores (marrón-ámbar, verde, azul, entre otros)	2.15%
Otros (vidrio de ventana)	0.06%
1.2.4Plástico	6.24%
PET-Tereftalato de polietileno (1) (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	1.87%
PEAD-Polietileno de alta densidad (2) (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante)	2.25%
PEBD-Polietileno de baja densidad (4) (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)	1.13%
PP-Polipropileno (5) (baldes, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers)	0.61%
PS-Poliestireno (6) (tapas cristalinas de Cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla)	0.29%
PVC-Policloruro de vinilo (3) (Tuberías de agua, desagüe y eléctricas)	0.08%
1.2.5Tetra Brik (envases multicapa)	0.00%
1.2.6Metales	1.71%
Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros)	1.60%
Acero	0.00%
Fierro	0.08%
Aluminio	0.03%
Otros Metales	0.00%
1.2.7Textiles (telas)	0.00%

1.2.8 Caucho, cuero, jebe	0.00%
1.2.9 Residuos no reaprovechables	22.49%
Bolsas plásticas de un solo uso	6.37%
Residuos sanitarios (Papel higiénico, pañales, toallas sanitarias, excretas de mascotas)	6.62%
Pilas	0.14%
Tecnopor (poliestireno expandido)	1.43%
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros)	5.80%
Restos de medicamentos	1.19%
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros	0.94%
Otros residuos no categorizados	0.00%
TOTAL	100.00%

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

Tabla 26: Resumen de la composición física de los residuos sólidos domiciliaros de la zona urbana del distrito de Pomalca.

Tipo de Residuo Sólido	Composición %
Residuos aprovechables	77.51
Residuos Orgánicos	58.01
Residuos Inorgánicos	19.50
Residuos no reaprovechables	22.49
TOTAL (R. aprovechables y no reaprovechables)	**100.00**

Fuente: Elaboración propia con la fuente de la valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

Diagrama 4: Composición física de los residuos sólidos domiciliaros

Fuente: Elaboración propia con la fuente de la valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

5.1.4 Humedad de los residuos sólidos domiciliarios

El grado de humedad promedio de las muestras analizadas en esta caracterización 2019 de los residuos sólidos domiciliarios de la zona urbana del distrito de Pomalca es de 39.5%.

5.2 Resultados de la caracterización no domiciliaria y especial

5.2.1 Generación per cápita (GPC) de los residuos no domiciliarios

La generación diaria del conjunto de establecimiento/día en la zona urbana del distrito de Pomalca es de 1.51kg/día y al año de 553 052.1 tn/año.

La GPC promedio obtenido es de 2.06 kg/establecimiento/día

5.2.1.1 Generación de establecimientos comerciales

Tabla 27: Generación per cápita (GPC) de establecimientos comerciales

N° de Establecimientos	Generación en Comercio kg/Estb./día	Generación kg/día	Generación Total Tn/día
100	2.06	206	0.206

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

5.2.1.2 Generación de restaurantes

Tabla 28: Generación per cápita (GPC) de restaurantes

N° de Establecimientos	Generación en Restaurant kg/Rest./día	Generación kg/día	Generación Total Tn/día
15	36.14	542.10	0.542

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

5.2.1.3 Generación de mercado

Tabla 29: Generación per cápita (GPC) de mercado

N° de Establecimientos	Generación en Mercado kg/Rest. /día	Generación kg/día	Generación Total Tn/día
1	425.29	425.29	0.43

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

5.2.1.4 Generación de hospedajes

Tabla 30: Generación per cápita (GPC) de hospedaje

N° de Establecimientos	Generación en Hospedaje	Generación	Generación Total
20	5.86	117.2	0.12

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

5.2.1.5 Generación de institución educativa

Tabla 31: Generación per cápita (GPC) de institución educativa

N° de Establecimientos	Generación en Inst. Educt. kg/Inst.Educt. /día	Generación kg/día	Generación Total Tn/día
16	22.83	365.28	0.37

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

5.2.1.6 Generación de institución pública

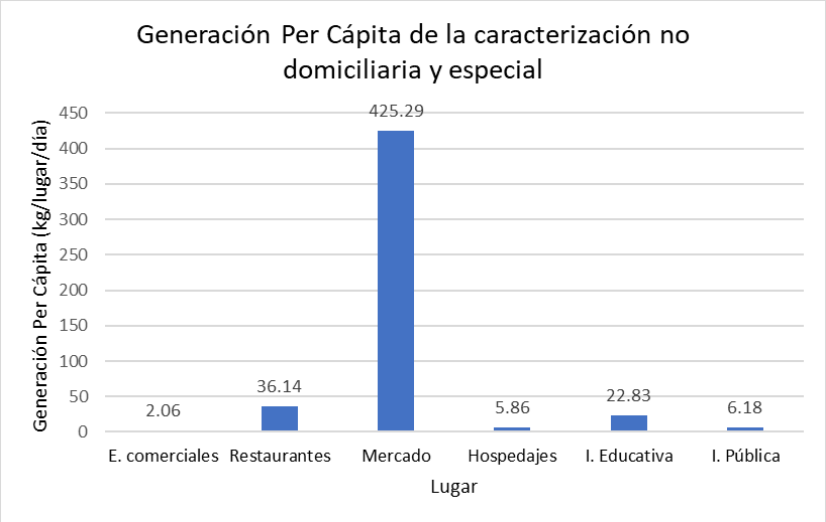
Tabla 32: Generación per cápita (GPC) de institución pública

N° de Establecimientos	Generación en Inst. Publ. kg/Inst.Publ. /día	Generación kg/día	Generación Total Tn/día
5	6.18	30.90	0.0309

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

5.2.2 Resumen de la Generación per cápita (GPC) de los residuos no domiciliarios

Diagrama 5: Generación per cápita (GPC) de los residuos no domiciliarios y especial



Fuente: Elaboración propia con la fuente de la valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

5.2.3 Densidad de residuos no domiciliarios

5.2.3.1 Densidad de los residuos sólidos de establecimientos comerciales

Tabla 33: Densidad de los residuos sólidos de establecimientos comerciales

Parámetro	Densidad Diaria (kg/m3)							Densidad Promedio (kg/m3)
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
Densidad (S)	180.34	115.62	115.04	134.01	181.78	122.88	135.03	140.67

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

5.2.3.2 Densidad de los residuos sólidos de hoteles

Tabla 34: Densidad de los residuos sólidos de hoteles

Parámetro	Densidad Diaria (kg/m3)							Densidad Promedio (kg/m3)
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
Densidad (S)	116.46	118.48	97.96	82.22	110.97	77.34	135.81	105.61

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

5.2.3.3 Densidad de los residuos sólidos de mercado

Tabla 35: Densidad de los residuos sólidos de mercado

Parámetro	Densidad Diaria (kg/m3)							Densidad Promedio (kg/m3)
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
Densidad (S)	361.61	340.37	339.01	345.76	349.10	330.69	333.83	342.91

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

5.2.3.4 Densidad de los residuos sólidos de restaurant

Tabla 36: Densidad de los residuos sólidos de restaurant

Parámetro	Densidad Diaria (kg/m3)							Densidad Promedio (kg/m3)
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
Densidad (S)	222.16	333.07	276.16	282.41	231.58	364.86	350.55	294.4

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

5.2.3.5 Densidad de los residuos sólidos de institución educativa

Tabla 37: Densidad de los residuos sólidos de institución educativa

Parámetro	Densidad Diaria (kg/m3)							Densidad Promedio (kg/m3)
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
Densidad (S)	58.23	54.78	44.47	67.00	57.78	0.00	0.00	56.45

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

5.2.3.6 Densidad de los residuos sólidos de institución pública

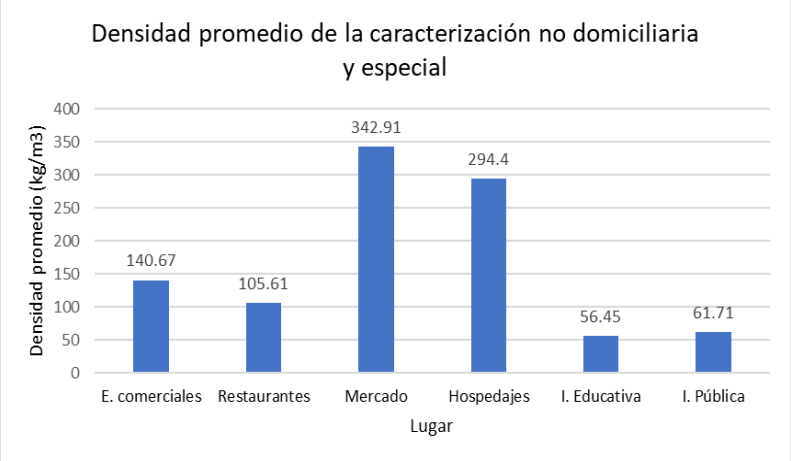
Tabla 38: Densidad de los residuos sólidos de institución pública

Parámetro	Densidad Diaria (kg/m3)							Densidad Promedio (kg/m3)
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
Densidad (S)	41.47	57.03	53.91	69.12	62.05	52.12	96.30	61.71

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

5.2.4 Resumen de la densidad de la caracterización no domiciliaria y especial

Diagrama 6: Densidad promedio de la caracterización de los residuos sólidos no domiciliaria y especial



Fuente: Elaboración propia con la fuente de la valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

5.2.5 Composición física de los residuos sólidos domiciliarios

5.2.5.1 Composición física de los residuos sólidos de establecimientos comerciales

Tabla 39: Resumen de la composición física de los residuos sólidos de establecimientos comerciales

Tipo de Residuo Sólido	Composición %
Residuos aprovechables	73.67
Residuos Orgánicos	3.41
Residuos Inorgánicos	70.26
Residuos no reaprovechables	26.33
TOTAL (R. aprovechables y no reaprovechables)	**100.00**

Fuente: Elaboración propia con la fuente de la valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

5.2.5.2 Composición física de los residuos sólidos de hoteles

Tabla 40: Resumen de la composición física de los residuos sólidos de hoteles

Tipo de Residuo Sólido	Composición %
Residuos aprovechables	63.34
Residuos Orgánicos	8.22
Residuos Inorgánicos	55.12
Residuos no reaprovechables	36.66
Total (R. aprovechables y no reaprovechables)	**100.00**

Fuente: Elaboración propia con la fuente de la valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

5.2.5.3 Composición física de los residuos sólidos de restaurantes

Tabla 41: Resumen de la composición física de los residuos sólidos de restaurantes

Tipo de Residuo Sólido	Composición %
Residuos aprovechables	81.72
Residuos Orgánicos	52.33
Residuos Inorgánicos	29.39
Residuos no reaprovechables	18.28
Total (R. aprovechables y no reaprovechables)	**100.00**

Fuente: Elaboración propia con la fuente de la valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

5.2.5.4 Composición física de los residuos sólidos de institución educativa

Tabla 42: Resumen de la composición física de los residuos sólidos de institución educativa

Tipo de Residuo Sólido	Composición %
Residuos aprovechables	78.03
Residuos Orgánicos	9.34
Residuos Inorgánicos	68.69
Residuos no reaprovechables	21.97
Total (R. aprovechables y no reaprovechables)	**100.00**

Fuente: Elaboración propia con la fuente de la valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

5.2.5.5 Composición física de los residuos sólidos de institución pública

Tabla 43: Resumen de la composición física de los residuos sólidos de institución educativa

Tipo de Residuo Sólido	Composición %
Residuos aprovechables	58.91
Residuos Orgánicos	13.33
Residuos Inorgánicos	45.57
Residuos no reaprovechables	41.09
Total (R. aprovechables y no reaprovechables)	**100.00**

Fuente: Elaboración propia con la fuente de la valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

5.2.6 Humedad de los residuos sólidos no domiciliarios

Humedad de los residuos sólidos del mercado

El grado de humedad promedio de las muestras analizadas en esta caracterización 2019 de los residuos sólidos no domiciliarios de la zona urbana del distrito de Pomalca, en este caso procedentes del mercado es de 61.5%.

6. Resultados generales de la caracterización de residuos sólidos

6.1.1 Generación total y generación per cápita municipal

- La generación total de los residuos sólidos en la zona urbana del distrito de Pomalca es de: 11 831 kg/día
- La generación total de los residuos sólidos domiciliaria en la zona urbana del distrito de Pomalca es de: 10 144 kg/día

- La generación total de los residuos sólidos no domiciliaria y especial en la zona urbana del distrito de Pomalca es de: 1 686.770 kg/día
- La generación per cápita domiciliarios en la zona urbana del distrito de Pomalca es de: 0.45 kg/habitante/día.
- La generación per cápita total en la zona urbana del distrito de Pomalca es de: 0.52 kg/habitante/día.

Tabla 44: Resultados generales de caracterización 2019

Generación Total (Tn/día)	
Generación Domiciliaria	10.144
Generación no Domiciliaria y especial	1.687
Total	**11.831**

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

Tabla 45: Generación per cápita (GPC) de los residuos no domiciliarios y especial

Lugar	Generación Per Cápita (kg/lugar/día)
E. comerciales	2.06
Restaurantes	36.14
Mercado	425.29
Hospedajes	5.86
I. Educativa	22.83
I. Pública	6.18

Fuente: Elaboración propia con la fuente de la valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

6.1.2 Densidad suelta de residuos sólidos municipales

- Densidad suelta de los residuos sólidos municipales en la zona urbana domiciliaria del distrito de Pomalca es de 236.31 kg/m3.

Tabla 46: Densidad promedio de la caracterización de los residuos sólidos no domiciliaria y especial

Lugar	Densidad promedio (kg/m3)
E. comerciales	140.67
Restaurantes	105.61
Mercado	342.91
Hospedajes	294.4
I. Educativa	56.45
I. Pública	61.71

Fuente: Elaboración propia con la fuente de la valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

6.1.3 Composición general de los residuos sólidos municipales

Tabla 47: Composición general de los residuos sólidos municipales

Tipo de Residuo Sólido	Composición %					
	Domiciliaria	No domiciliaria y especial				
		Establecimientos Comerciales	Hoteles	Restaurantes	Institución Educativa	Institución Públicas
Residuos aprovechables	77.51%	73.67%	63.34%	81.72%	78.03%	58.91%
Residuos no aprovechables	22.49%	26.33%	36.66%	18.28%	21.97%	41.09%

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019

Tabla 48: Composición general de los residuos sólidos municipales domiciliaria (kg)

	Tipo de Residuo sólido	Composición %	Generación (kg)
1	**Residuos aprovechables**	77.51	7862.614
1.1	**Residuos Orgánicos**	58.01	4561.103
1.2	**Residuos Inorgánicos**	19.50	1533.210
1.2.1	Papel	3.26	49.983
1.2.2	Cartón	3.95	60.562
1.2.3	Vidrio	4.34	66.541
1.2.4	Plástico	6.24	95.672
1.2.5	Tetra bik (envases multicapa)	0.00	0.000
1.2.6	Metales	1.71	26.218
1.2.7	Textiles (telas)	0.00	0.000
1.2.8	Caucho, cuero, jebe	0.00	0.000
2	**Residuos no reaprovechables**	22.49	2281.386
	Total	**100.00**	**10144.00**

Fuente: Elaboración propia con la fuente de la valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

Tabla 49: Composición general de los residuos sólidos municipales domiciliaria (Tn)

	Tipo de Residuo sólido	Composición %	Generación (Tn)
1	**Residuos aprovechables**	77.51	7.863
1.1	**Residuos Orgánicos**	58.01	4.561
1.2	**Residuos Inorgánicos**	19.50	1.533
1.2.1	Papel	3.26	0.050
1.2.2	Cartón	3.95	0.061
1.2.3	Vidrio	4.34	0.067
1.2.4	Plástico	6.24	0.096
1.2.5	Tetra bik (envases multicapa)	0.00	0.000
1.2.6	Metales	1.71	0.026
1.2.7	Textiles (telas)	0.00	0.000
1.2.8	Caucho, cuero, jebe	0.00	0.000
2	**Residuos no reaprovechables**	22.49	2.281
	TOTAL	**100.00**	**10.144**

Fuente: Elaboración propia con la fuente de la valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019

Tabla 50: Composición general de los residuos sólidos municipales domiciliaria y no domiciliaria

Generación de Residuos por Origen	Generación (kg/Estb/día)	Generación (kg)
Residuos domiciliarios Urbanos	0.45	10144
Residuos de comercios	2.06	206
Residuos de Mercados	425.29	425.29
Residuos de Restaurantes	36.14	542.1
Residuos de hospedajes	5.86	117.2
Residuos de Entidades Públicas	6.18	30.9
Residuos de Instituciones educativas	22.83	365.28
TOTAL	498.81	11830.77

Fuente: Elaboración propia con la fuente de la valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

7. Conclusiones

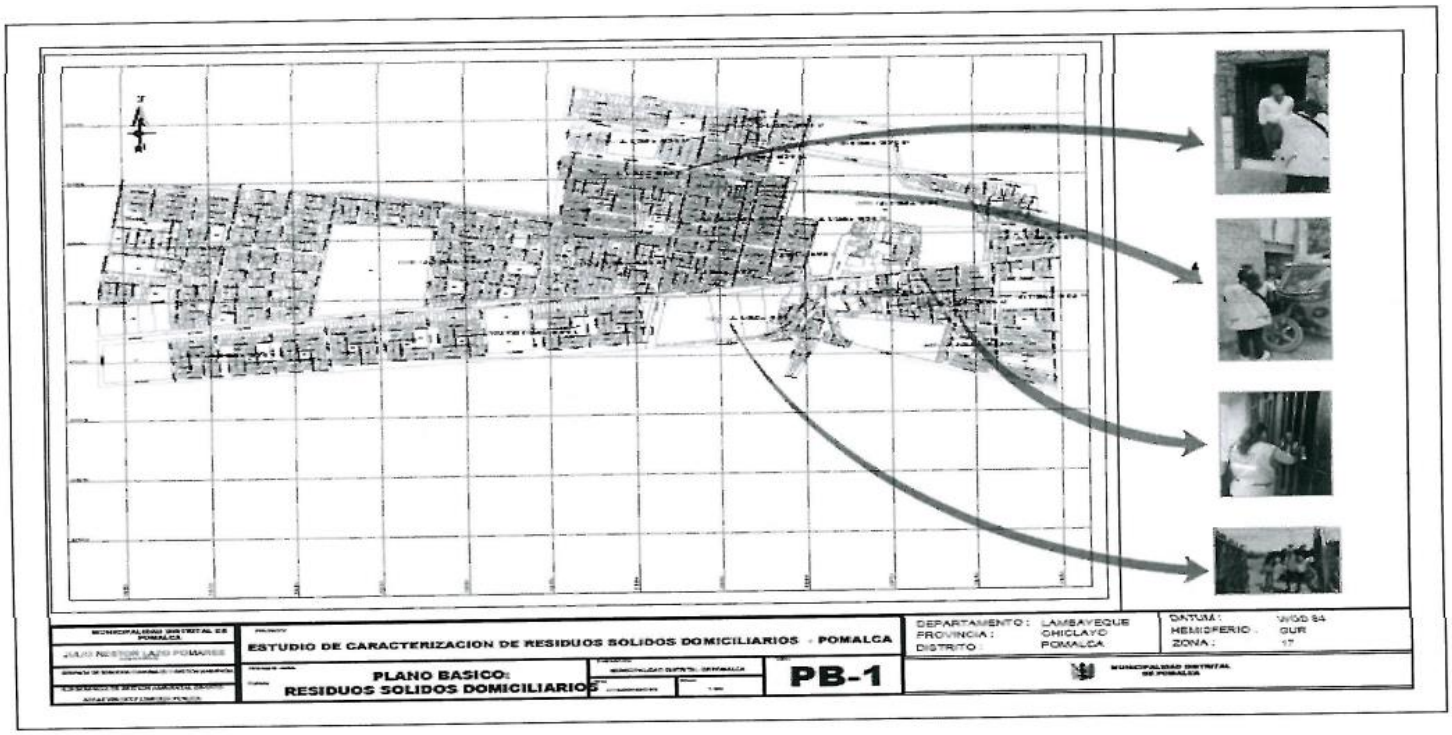
- La generación total de los residuos sólidos domiciliaria en la zona urbana del distrito de Pomalca es de: 10 144 kg/día.
- La generación total de los residuos sólidos no domiciliaria y especial en la zona urbana del distrito de Pomalca es de: 1 686.770 kg/día.
- La generación total de los residuos sólidos en la zona urbana del distrito de Pomalca es de: 11 830.77 kg/día
- La generación per cápita domiciliarios en la zona urbana del distrito de Pomalca es de: 0.45 kg/habitante/día.
- La generación per cápita total en la zona urbana del distrito de Pomalca es de: 0.52 kg/habitante/día.
- Densidad suelta de los residuos sólidos municipales en la zona urbana domiciliaria del distrito de Pomalca es de 236.31 kg/m3.
- La composición de los residuos sólidos: residuos aprovechables es de 77.51% de los cuales tenemos los residuos orgánicos con 58.01% y residuos inorgánicos con 19.50%, para los residuos no reaprovechables tenemos un 22.49% al año 2019.

8. Recomendaciones

- Se debe realizar capacitaciones a todo el personal involucrado en estudio de caracterización de Residuos Sólidos Municipales.
- Se debe calibrar los instrumentos a utilizar para el estudio
- Se debe realizar un proceso serio y ordenado
- Se debe contar con los equipos de protección personal al momento de la segregación
- La caracterización que se utilice de base debe ser actualizada en un rango no mayor de 5 años según lo que dice el MINAM.

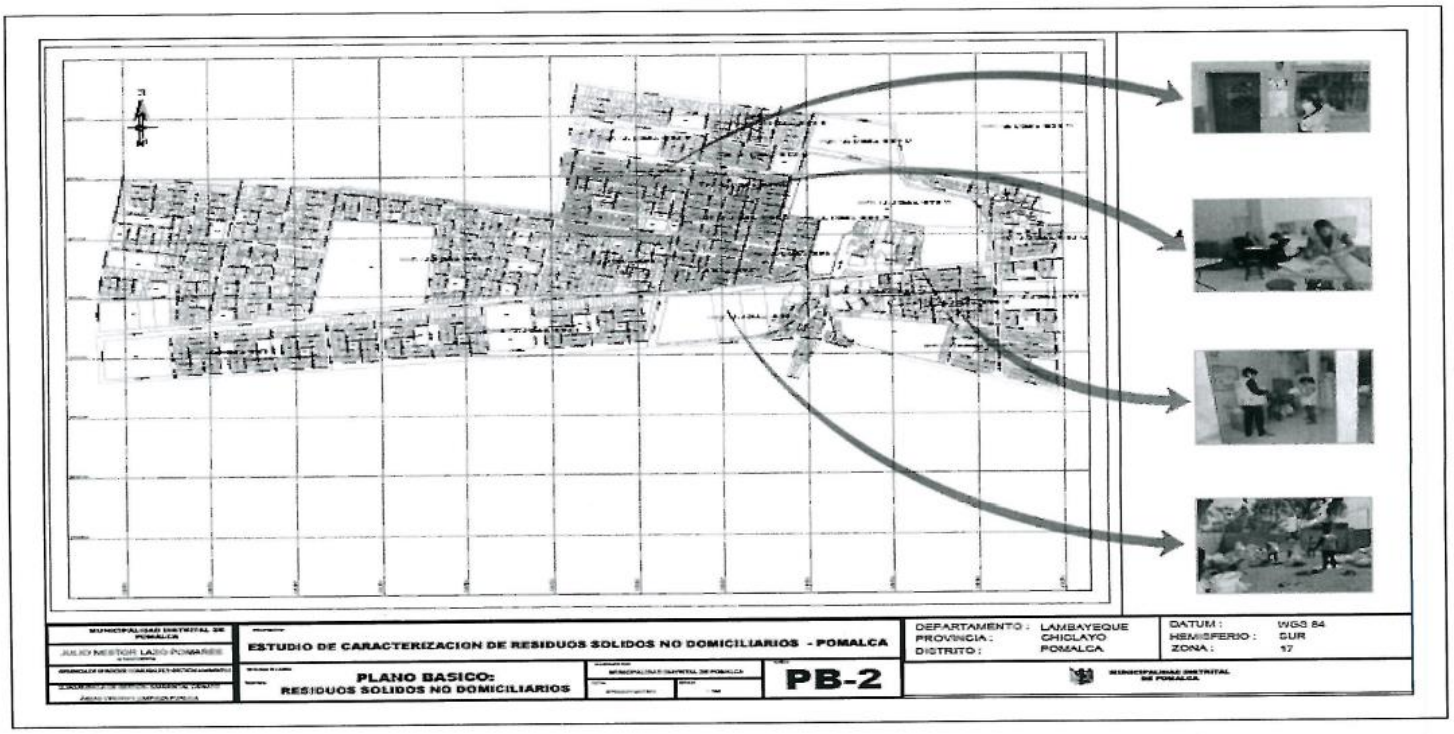
9. Anexos:

Figura 4: Ruta de Residuos Sólidos Domiciliarios



Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

Figura 5: Ruta de Residuos Sólidos no Domiciliarios



Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

Figura 6: Empadronamiento

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

Figura 7: Recolección

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

Figura 8: Almacenamiento temporal y pesaje

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

Figura 9: Segregación

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

Figura 10: Parámetro de densidad

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

Tabla 51: Determinación de la densidad domiciliaria

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DOMICILIARIA						
Día 1	Cálculo del Volumen				Peso (kg)	Densidad Diaria (Kg/m³)
	D (m)	Ho (m)	Hf (m)	V Residuos (m³)		
Toma 1	0.58	0.12	0.88	0.201	58.90	293.33

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD						
Día 2	Cálculo del Volumen				Peso (kg)	Densidad Diaria (Kg/m³)
	D (m)	Ho (m)	Hf (m)	V Residuos (m³)		
Toma 1	0.58	0.15	0.88	0.19	43.10	223.46

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD						
Día 3	Cálculo del Volumen				Peso (kg)	Densidad Diaria (Kg/m³)
	D (m)	Ho (m)	Hf (m)	V Residuos (m³)		
Toma 1	0.58	0.21	0.88	0.18	29.30	165.52

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD						
Día 4	Cálculo del Volumen				Peso (kg)	Densidad Diaria (Kg/m³)
	D (m)	Ho (m)	Hf (m)	V Residuos (m³)		
Toma 1	0.58	0.17	0.88	0.19	42.00	223.90

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD						
Día 5	Cálculo del Volumen				Peso (kg)	Densidad Diaria (Kg/m³)
	D (m)	Ho (m)	Hf (m)	V Residuos (m³)		
Toma 1	0.58	0.13	0.88	0.20	51.25	258.63

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD						
Día 6	Cálculo del Volumen				Peso (kg)	Densidad Diaria (Kg/m³)
	D (m)	Ho (m)	Hf (m)	V Residuos (m³)		
Toma 1	0.58	0.13	0.88	0.20	46.90	236.68

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD						
Día 7	Cálculo del Volumen				Peso (kg)	Densidad Diaria (kg/m³)
	D (m)	Ho (m)	Hf (m)	V Residuos (m³)		
Toma 1	0.58	0.11	0.88	0.20	51.40	252.65

PARÁMETRO	DENSIDAD DIARIA (kg/m³)							DENSIDAD PROMEDIO kg/m³
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	
DENSIDAD (S)	293.33	223.46	165.52	223.90	258.63	236.68	252.65	236.31

Fuente: Valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

Propuesta del Plan de Gestión de Residuos Sólidos Municipales

1. Objetivo

Realizar la propuesta del plan de gestión de los Residuos Sólidos del distrito de Pomalca para hallar la precipitación máxima y caudal o la máxima descarga de diseño, para su posterior utilización en el diseño del drenaje pluvial y obtención de lixiviados.

2. Situación actual del manejo de residuos sólidos en Pomalca

Hasta la fecha Pomalca viene trabajando con un sistema de recolección de residuos sólidos tradicional, mediante los carros de recolección de Residuos Sólidos Municipales. Ello lo realiza mediante los siguientes vehículos: camión compactador, camión volquete y cinco motos furgonetas, de la cuales una moto carguera está en zona de espera como repuesto en caso cualquier otra no se alcance. El camión compactador hace su recorrido por Pomalca centro, San Juan, Nuevo San Juan, Corredor, Miraflores y La unión, estas zonas lo hace en diferentes viajes. El resto de lugares es intervenido por las motos cargueras. Tienen un camión volquete, sin embargo, se encuentra en estado inoperativo. En el siguiente cuadro se puede observar esta distribución.

Tabla 52: Distribución de la recolección de Residuos Sólidos en Pomalca

Movilidad	Rutas	Horas de viajes
Camión compactador	Pomalca Centro San Juan y Nuevo San Juan	1er viaje (9-9:30 am aprox)
	Corredor y Miraflores La unión	2do Viaje (12-12:30 pm aprox)
Moto carguera	Resto del sector de Pomalca	Viajes intercalados

Fuente: Entrevista a supervisor de la recolección de Residuos Sólidos

A continuación, se muestra el recorrido de unidades en zona rural de Pomalca y el recorrido de la motocarguera 02.

Figura 11: Recorridos de unidades Zona Rural

Fuente: Municipalidad de Pomalca

Figura 12: Ruta de recorrido de la motocarguera 02

Fuente: Municipalidad de Pomalca

La capacidad de estas movilidades, su matrícula, año, motor, tripulación, conservación se puede observar en el siguiente cuadro, proporcionada por la municipalidad de Pomalca.

Donde se observa la cantidad total trabajadores en el recojo de los residuos sólidos es de 19 personas entre choferes y obreros. Cada mencionar que los trabajadores se turnan en sus labores.

Tabla 53: Características de los vehículos recolectores

VEHÍCULO	MATRÍCULA	CAPACIDAD	AÑO	MOTOR	TRIPULACIÓN	CONSERVACIÓN
CAMIÓN COMPACTADOR	EAA-988	15.0 m3	2018	06 CILINDROS	CHOFER 02 02 OBREROS	Regular
CAMIÓN VOLQUETE	ED-35	4.5 m3	1998	04 CILINDROS	…….	Malogrado
MOTO FURGÓN	EB-8446	2.00 m3	2015	200	CHOFER 01 02 OBREROS	Regular
FURGONETA	1	2.00 m3	2018	200	CHOFER 01 02 OBREROS	Regular
FURGONETA	2	2.00 m3	2018	200	CHOFER 01 02 OBREROS	Regular
FURGONETA	3	2.00 m3	2018	200	CHOFER 01 02 OBREROS	Regular
FURGONETA	4	2.00 m3	2018	200	CHOFER 01 02 OBREROS	Regular

Fuente: Plan de manejo de Residuos Sólidos del distrito de Pomalca 2021-2025

Figura 13: Camión compactador dejando los Residuos Sólidos en botadero

Fuente: propia

Con respecto al horario del personal de la recolección de Residuos Sólidos. Los trabajadores que utilizan la compactadora entran antes con respecto a los de las motocargueras, porque la compactadora entra por la zona centro de Pomalca entre otros sitios, pero dicha zona centro

tiene que estar evacuada antes posible, porque por allí se aglomera de personas y además se tiene un mercado cerca, estos trabajadores acaban su labor a las 12 o 12:30 pm, luego están descansando. En cambio, el personal de la moto carguera se distribuye en los otros sectores de Pomalca.

En el turno tarde solo laboran dos trabajadores en lo que es recolección de residuos sólidos. Estos van a los dos mercados de Pomalca. Y se utiliza solamente una motocarguera. Ese mismo día y hora del turno tarde que recogen los residuos sólidos se va a votar al botadero, nada queda para el día siguiente.

Tabla 54: Horario de trabajadores de recolección de Residuos sólidos

	Maquinaria o movilidad	Horas de trabajo	Horario de trabajo
Trabajador	Compactadora	5:30 am - 1:30 pm	De lunes a domingo
	Motocarguera	6:00 am - 2:00 pm	De lunes a domingo
		3:00 pm - 6:00 pm	De lunes a domingo
	TOTAL	8 / 3 horas	Descansan un día a la semana

Fuente: Entrevista al personal del trabajo

Los implementos de los trabajadores de recolección de Residuos Sólidos son los siguientes.

Tabla 55: Implementos de trabajadores de recolección de R. S

	Maquinaria o movilidad	Implementos de trabajo
Trabajador	Compactadora	Guantes, lentes, gorra o sombrero con logotipo de la municipalidad, uniforme de trabajo.
	Motocarguera	

Fuente: Entrevista al personal del trabajo

Por otro lado, la distribución catastral actual del distrito de Pomalca según el último Censo del INEI considera en dos tipos de centros Poblados: urbanos y rurales. Por ende, la distribución del distrito de Pomalca es:

Centros Poblados Urbanos:

Pomalca, San Antonio y Collud

Centro Poblado Rurales:

El Invernillo, El Chorro, El Combo, Las Mercedes, Las Palmeras, La Aviación, San Pablo, Ventarrón, Boro, Casa de Madera, Cafetal, Buenos Aires, San Agustín, Colon, San Miguel

Tabla 56: División Política urbana y rural del distrito de Pomalca

Sector	Caracterísiticas	Distancia a la ciudad capital (km)	Ubicación	Población
URBANOS				
POMALCA	CIUDAD CAPITAL	0	-----	18,047
SAN ANTONIO	CENTRO POBLADO	1.2	SUR	1,646
COLLUD	CENTRO POBLADO	3	SUR	580
RURALES				
TUTUMO	CENTRO POBLADO	8	ESTE	4
COFRADIA	CENTRO POBLADO	15	NORTE	44
INVERNILLO	CENTRO POBLADO	0.5	SUR	470
EL CHORRO	CENTRO POBLADO	0.5	ESTE	551
EL COMBO	CENTRO POBLADO	5	ESTE	179
LAS MERCEDES	CENTRO PPBLADO	1.8	ESTE	19
LAS PALMERAS	CENTRO PPBLADO	1.4	SUR	187
PAMPA DE AVIACION	CENTRO POBLADO	3	SUR	68
SAN PABLO	CENTRO POBLADO	14	SUR	363
VENTARRON	CENTRO POBLADO	4	SUR-OESTE	217
BORO	CENTRO POBLADO	2	ESTE	148
CASA DE MADERA	CENTRO POBLADO	4	ESTE	296
CAFETAL	CENTRO POBLADO	8	SUR	30
BUENOS AIRES	CENTRO POBLADO	10	SUR	79
SAN AGUSTIN	CENTRO PO LADO	10	SUR	26
COLON	CENTRO POBLADO	1	ESTE	49
RAMA CUSTODIO (DESAGUADERO)	CENTROPOBLADO	15	SUR	78
SAN MIGUEL	CENTRO POBLADO	13.5	NORTE	13

Fuente: Plan de manejo de Residuos Sólidos del distrito de Pomalca 2021-2025

3. Sistema de Valorización en Pomalca

3.1 Valorización de Residuos Orgánicos

En la actualidad Pomalca cuenta con una planta de tratamiento de Residuos Orgánicos en vías de crecimiento, aún es pequeña. A partir de los residuos orgánicos recolectados en los mercados, y materiales agregados, como bazofia obtenida del ganado vacuno, poda de árboles, entre otros, son sometidos a un proceso biológico o descomposición., allí se recolecta los Residuos Orgánicos, esto con la intención de cumplir con la META 3 propuesta por el Ministerio del Ambiente (MINAM).

Tabla 57: Ubicación de la planta de Valorización

Nombre de la Planta de Valorización	Coordenadas (UTM) WGS84			Dirección y referencia
	Zona	Este	Norte	
Planta de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos	17 M.	633939	92485966A	Al costado de la laguna de oxidación, cerca al botadero de Pomalca

Fuente: Municipalidad distrital de Pomalca

Figura 14: Pilas de compostaje de la Municipalidad de Pomalca.

Fuente: Municipalidad de Pomalca

3.2 Valorización de Residuos Inorgánicos

Esta labor, era realizada antes por recicladores al paso, generando que al momento de reciclar en los puntos críticos de Pomalca dejaban esparcido los residuos sólidos, a la intemperie generando contaminación mayor. Es una de las razones por las cuales se organizó y se hizo un convenido con asociaciones de recicladores. Para lograr esta meta la municipalidad hizo un

convenio con tres asociaciones de recicladores, en las cuales realizan el reciclaje en el botadero a cielo abierto de Pomalca.

De esta forma cumplen con la Meta 2 propuesta por el Ministerio del Ambiente (MINAM). Sin embargo, aún estos recicladores se ven perjudicados dado que el reciclaje lo hacen en el basurero de Pomalca, estando expuestos directamente a la contaminación, cortes, bacterias, que pueda perjudicar su salud.

Figura 15: Recicladores de Residuos Sólidos de Pomalca

Fuente: propia

En el siguiente cuadro se puede observar los tipos de residuos que son recolectados para posteriormente ser vendidos por cantidad, esta labor de recolectar lo realizan de lunes a domingo. Ellos tienen una motocarguera donde pueden llevar los residuos recolectados del día.

Tabla 58: Tipos de Residuos inorgánicos reciclados

N°	Tipo de Residuos	Proceso
1	Chatarra	Recolectado
		Comercializado
2	Cartón	Recolectado
		Comercializado
3	Papel blanco	Recolectado
		Comercializado
4	Papel de color	Recolectado
		Comercializado
5	Papel periódico	Recolectado
		Comercializado
6	Plástico duro	Recolectado
		Comercializado
7	botella de gaseosa (PET cristal)	Recolectado
		Comercializado

Fuente: Municipalidad distrital de Pomalca

4. Manejo de Residuos Sólidos en Pandemia en Pomalca

A razón de la pandemia que atacó a toda la humanidad por el aislamiento social debido a la emergencia sanitaria Covid 19 en el mes de marzo del 2020. El manejo y recolección de Residuos Sólidos se vio también afectado en el distrito de Pomalca. Dado que se restringió todo tipo de negocios por tiempo largo, así como el uso peatonal y vehicular de la población, esto en todo el inicio del año 2020. Ya a mediados del año 2021 empezaron los negocios a reabrirse y de a pocos se empezó nuevamente con el comercio y a circular la economía. En este año 2022 ya las restricciones son menores, el aforo a todo negocio es al 100%, sin embargo, aún es necesario de portar mascarilla alcohol.

Dado a esta situación el Ministerio de Salud (MINSA) aprobó que la recolección de residuos sólidos municipales sea realizada de forma separada. Los residuos como mascarillas, protector facial, y los relacionado al evento sanitario se disponga en bolsas de color rojo. Así mismo, se coloque una solución de lejía con agua, y se aisle en un transporte, hasta un destino final, posteriormente se incineraba estos, siendo separados de lo son contaminados. Es válido mencionar que el personal encargado usaba uniforme adecuado siendo posteriormente descartable.

5. Propuesta de Manejo de Residuos Sólidos en Pomalca

La propuesta de este plan de manejo de Residuos Sólidos es la realización de la segregación desde la fuente, tanto en residuos aprovechables como lo son los orgánicos e inorgánicos, así como los residuos no aprovechables. Esto se podrá realizar gracias al compromiso y suma de fuerzas tanto de la municipalidad de Pomalca mediante capacitaciones sobre la segregación en la fuente y las empresas que puedan apoyar, como la población que es el conjunto que inicia la generación de Residuos de la ciudad.

5.1 Concientización a la Población

Esta primera etapa ayudará a la recolección de los RSM. Este proceso es importante, dado que generará conciencia en la población del problema que se ocasiona al momento de mezclar todos los residuos y no segregando desde la fuente, al fin y a cabo la población es el ente generador de los residuos y por ende debe saber la problemática que se genera por no segregar.

5.2 Segregación desde la Fuente

La NTP.900.058 nos da la clasificación de los residuos sólidos mediante colores, esta nueva actualización ingresó en vigencia en el año 2019. Esta nos menciona y específica los siguiente: el color azul será para residuos como el papel y cartón, el color blanco será para los residuos plásticos, el color amarillo será para los residuos metálicos, el color marrón será los residuos orgánicos, el color plomo será para el vidrio, el color rojo será para los residuos considerados como peligrosos (incluye a los residuos del Covid 19) y el color negro para los residuos no aprovechables.

Figura 16: Contenedores clasificados para cada Residuos Sólidos

Fuente: NTP 900.058 – 2019

Como se puede observar para los Residuos Municipales se gestionará mediante el color verde para residuos aprovechables, color negro para residuos no aprovechables, color marrón para Residuos Orgánicos y finalmente color rojo para residuos peligrosos.

Estos Residuos peligrosos y del ámbito no municipal se propone segregar y ser evacuados empresas terceras para su posterior tratamiento.

Los residuos inorgánicos serán dispuestos todos en una misma fuente, en la planta de reciclaje propuesta en este proyecto se realizará la separación.

5.3 Identificación de puntos críticos

Es importante mencionar que se ha percibido la poca conciencia de los pobladores del distrito de Pomalca con respecto a la sostenibilidad ambiental, al desechar sus residuos sólidos en diferentes horarios, generando un impacto ambiental negativo, que teniendo en cuenta el crecimiento poblacional y desarrollo urbano que se puede observar en el distrito ha

ocasionado un deterioro del paisaje y de localidad de vida, por la falta de conciencia conllevando una falta de cultura relacionado al manejo de los Residuos Sólidos domiciliarios.

En el distrito de Pomalca, a similitud de otros distritos se detectan zonas críticas donde se aprecia la acumulación de Residuos Sólidos, ocasionados muchas veces por malos e irresponsables vecinos arrojan Residuos Sólidos formando puntos críticos y transformándolos en botaderos informales, estas malas prácticas la realizan por las noches o madrugadas.

Esto generalmente se da en los alrededores de Pomalca, o en los pueblos jóvenes del mismo. Sin embargo, también estaban empezando a acumular los residuos sólidos en la misma ciudad, generando contaminación ambiental en la zona.

Figura 17: Punto crítico de Residuos Sólidos

Fuente: propia

Así mismo se presenta los puntos críticos de acumulación de residuos sólidos y la cantidad de estos reportado por la municipalidad, estos deben ser limpiados y darle la solución para que no siga la acumulación de estos.

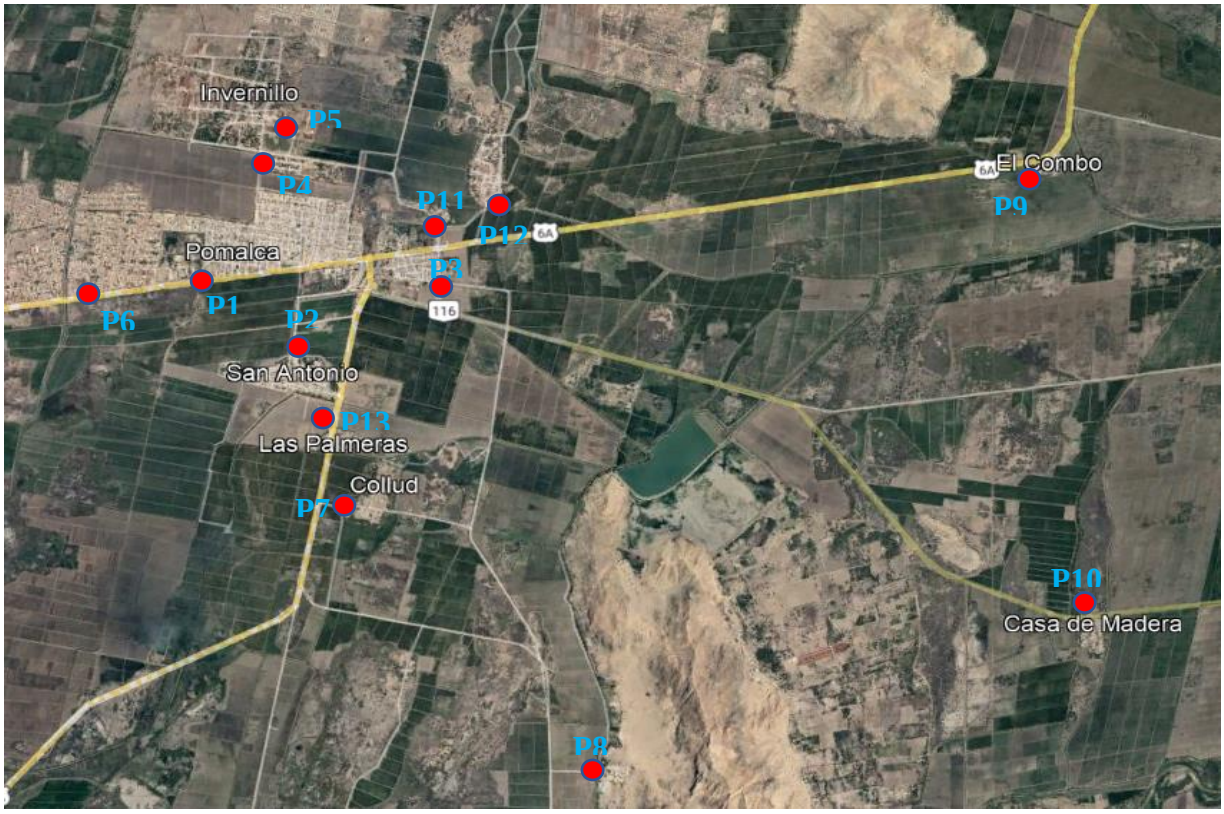
Tabla 59: Puntos críticos de Residuos Sólidos en Pomalca

ÍTEM	ZONAS AFECTADAS	M3
1	PERIFERIA DE LA LOCALIDAD DE POMALCA	915.00
2	CENTRO POBLADO "SAN ANTONIO"	915.00
3	CENTRO POBLADO "SAN ISIDRO - SAN BORJA"	225.00
4	CENTRO POBLADO "TORRES BELÓN"	375.00
5	CENTRO POBLADO "EL INVERNILLO"	30.00
6	CENTRO POBLADO "LA UNIÓN"	90.00
7	CENTRO POBLADO "COLLUD"	45.00
8	CENTRO POBLADO "VENTARRÓN"	30.00
9	CENTRO POBLADO "EL COMBO"	90.00
10	CENTRO POBLADO "CASA DE MADERA"	45.00
11	CENTRO POBLADO "EL LINO"	195.00
12	CENTRO POBLADO "EL CHORRO"	90.00
13	LOTES BALDÍOS	270.00
	TOTAL	**3,300.00**

Fuente: Municipalidad distrital de Pomalca

De acuerdo a los puntos críticos encontrados en el distrito de Pomalca, por la acumulación de los R. S, por las malas prácticas y cultura de algunos pobladores se ha podido ubicar como se puede observar.

Figura 18: Ubicación de puntos críticos de R. S en Pomalca



Fuente: propia

5.4 Eliminación de puntos críticos de Residuos Sólidos

La municipalidad de Pomalca ha venido realizando la limpieza de estos puntos críticos, disminuyendo grandemente la contaminación y acumulación de Residuos Sólidos. Esta iniciativa debe ir acompañado con la concientización sobre el manejo de Residuos sólidos, generando cultura en la población, de la mano con una drástica multa a las personas que se les observa generando estos cúmulos de Residuos Sólidos en el distrito.

Figura 19: Limpieza de puntos críticos de R. S

Fuente: Municipalidad distrital de Pomalca

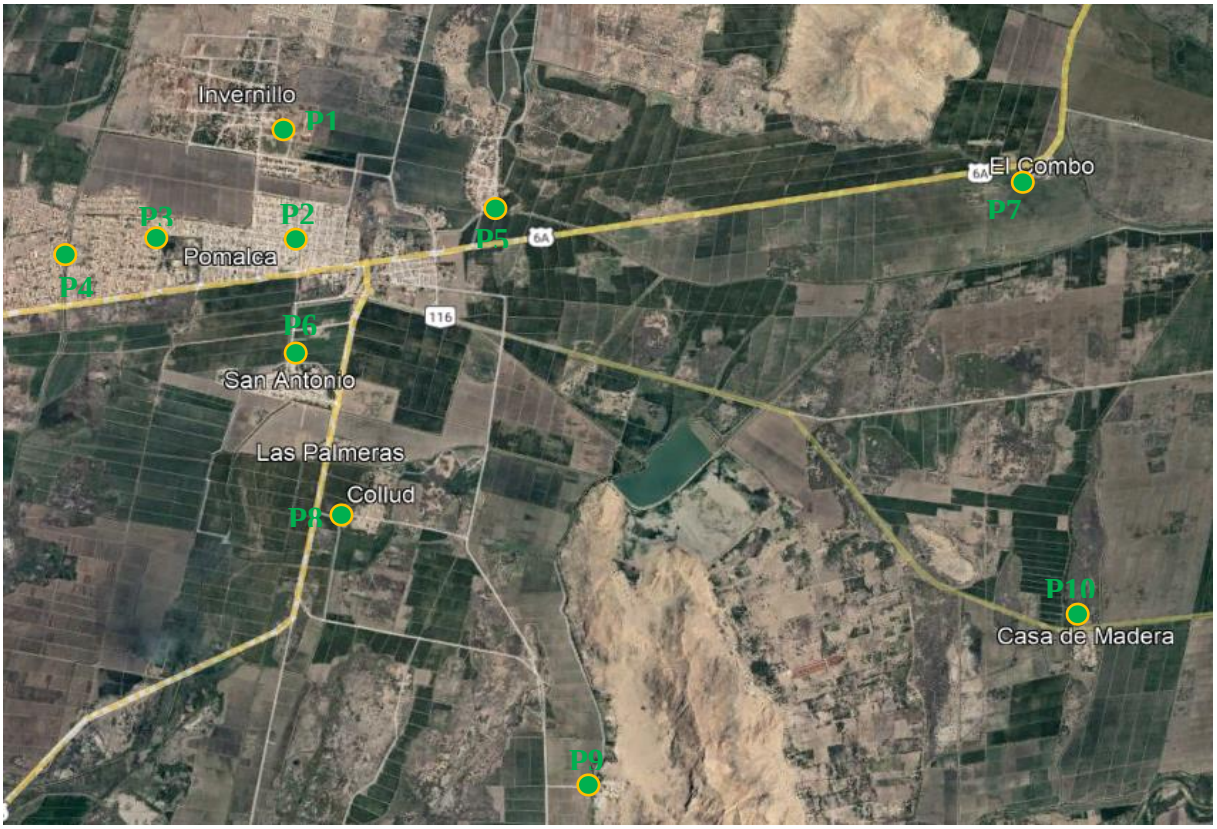
Figura 20: Limpieza de puntos críticos de R. S

Fuente: Municipalidad distrital de Pomalca

5.5 Puntos de acopio de Residuos sólidos en el distrito

La propuesta es colocar puntos de acopio en los diferentes lugares del distrito, de esta manera se evitará contaminar el medio ambiente, segregando desde la fuente de las calles. El camión compactador respectivo pasará y podrá llevar los Residuos Sólidos.

Figura 21: Puntos de acopio de R. S en Pomalca



Fuente: propia

Estos puntos críticos serán reducidos a 10 puntos ecológicos de acopio de Residuos sólidos.

Tabla 60: Puntos ecológicos de acopio

Item	Puntos de Acopio	Contenedores			
P1	Centro Poblado "El Invernillo"	R. Orgánicos	R. Inorgánicos	R. No aprovechables	R. Peligrosos
P2	Centro de Pomalca	R. Orgánicos	R. Inorgánicos	R. No aprovechables	R. Peligrosos
P3	Urbanización "20 de Enero"	R. Orgánicos	R. Inorgánicos	R. No aprovechables	R. Peligrosos
P4	Centro Poblado " La Unión"	R. Orgánicos	R. Inorgánicos	R. No aprovechables	R. Peligrosos
P5	Centro Poblado " El Chorro"	R. Orgánicos	R. Inorgánicos	R. No aprovechables	R. Peligrosos
P6	Centro Poblado "San Antonio"	R. Orgánicos	R. Inorgánicos	R. No aprovechables	R. Peligrosos
P7	Centro Poblado " El Combo"	R. Orgánicos	R. Inorgánicos	R. No aprovechables	R. Peligrosos
P8	Centro Poblado " Collud"	R. Orgánicos	R. Inorgánicos	R. No aprovechables	R. Peligrosos
P9	Centro Poblado " Ventarrón"	R. Orgánicos	R. Inorgánicos	R. No aprovechables	R. Peligrosos
P10	Centro Poblado " Casa de Madera"	R. Orgánicos	R. Inorgánicos	R. No aprovechables	R. Peligrosos

Fuente: propia

5.5.1 Contenedores en los puntos críticos

Los contenedores propuestos estarán ubicados en lugares que se conserve la integridad del mismo, para de esa forma se realice el manejo se Residuos Sólidos adecuado y ordenado. De

acuerdo a lo normado para residuos municipales utilizaremos los colores: Verde, marrón, negro y rojo, para residuos inorgánicos, orgánicos, no aprovechables y peligrosos respectivamente.

Es válido tener en cuenta que el recojo de Residuos Sólidos es diario, tanto para la generación en la fuente de los hogares como en los puntos ecológicos.

Con respecto a los Residuos no municipales, estos deberán ser recolectados desde la fuente de cada hogar, para ser designado a una empresa externa correspondiente para su manejo.

Tabla 61: Contenedores utilizados para los puntos de acopio

Item	Puntos de Acopio	contenedores
P1	Centro Poblado "El Invernillo"	Se colocará 04 contenedores en cada punto de acopio ecológico, estos de acuerdo al color normado, color verde, marrón, negro y rojo para Residuos inorgánicos, orgánicos, no aprovechables y peligrosos respectivamente
P2	Centro de Pomalca	
P3	Urbanización "20 de Enero"	
P4	Centro Poblado " La Unión"	
P5	Centro Poblado " El Chorro"	
P6	Centro Poblado "San Antonio"	
P7	Centro Poblado " El Combo"	
P8	Centro Poblado " Collud"	
P9	Centro Poblado " Ventarrón"	
P10	Centro Poblado " Casa de Madera"	

Fuente: propia

Tabla 62: Cantidad de contenedores en puntos de acopio ecológicos

P. Acopio	Capacidad volumétrica (L)	Cantidad	
		Por P. Acopio (Und)	Total (Und)
10	120	4	40

Fuente: propia

Tabla 63: Costo de contenedores

Nº Contenedores Inorgánicos	Nº Contenedores Orgánicos	Nº Contenedores No aprovechables	Nº Contenedores Peligrosos	Total, de Contenedores	Precio Contenedor de plástico 120 lts c/u	Costo total
10	10	10	10	40	S/. 245	S/. 9,800

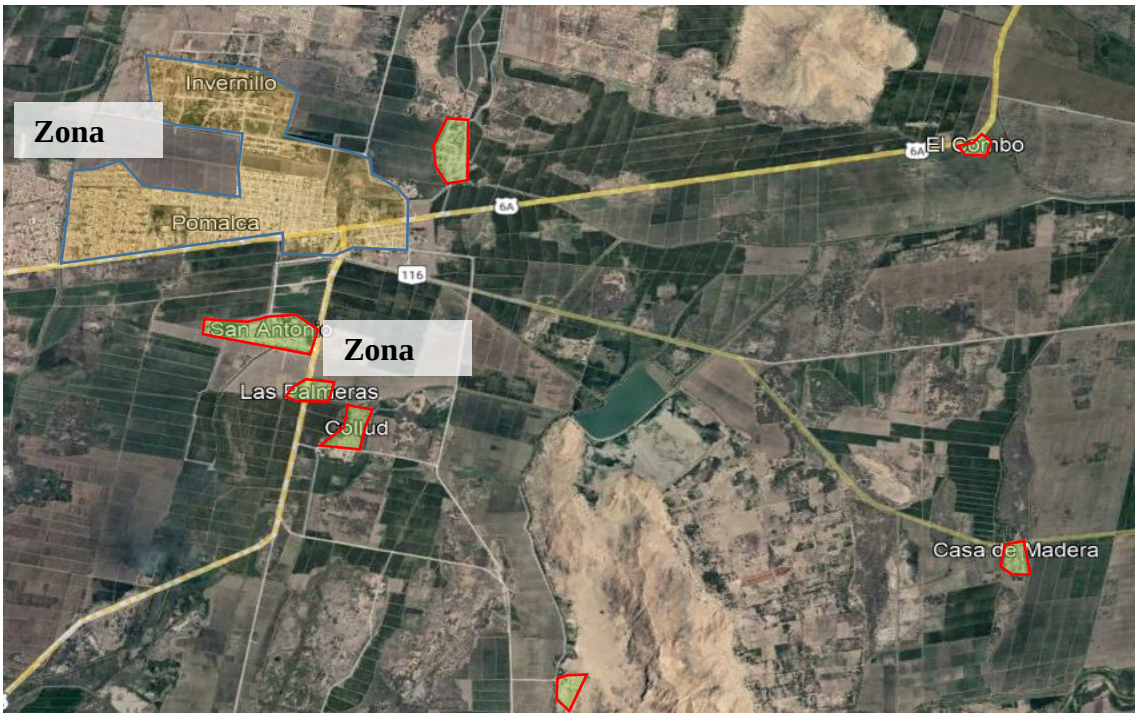
Fuente: propia

5.6 Zonificación de la recolección de Residuos Sólidos

Se propone estas dos zonas de Recolección de Residuos Sólidos Municipales, básicamente la zona de color amarillo con azul es Pomalca Ciudad Capital con sus colindantes, zona 01 y la

zona de color verde con rojo sus centros poblados o anexos de Pomalca, zona 02. Como se puede observar el distrito de Pomalca tiene sus anexos que se encuentran alrededor de Pomalca, y se debe de considerar en esta Recolección de Residuos sólidos.

Figura 22: Zonificación de recolección de R. S en Pomalca



Fuente: propia

5.7 Camiones recolectores de Residuos Sólidos

Así mismo, la generación per cápita es de 0.46 kg/hab/día del total de los residuos domiciliarios y no domiciliarios, la composición de los residuos orgánicos es 6.18 ton/día, inorgánicos es 2.89 ton/día, residuos no aprovechables es 2.77 ton/día.

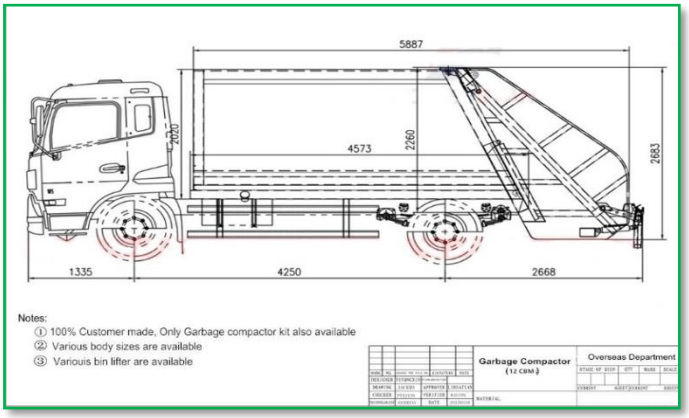
Tabla 64: Generación de residuos sólidos domiciliarios en Pomalca

Datos previos			A. Compostaje		A. Reciclaje		A. Relleno	
			Aprovechable				No aprovechable	
Generación Total	Tn/día	%	Materia Orgánica		Materia Inorgánica			
			Tn/día	%	Tn/día	%	Tn/día	%
Generación Domiciliaria	10.144	85.743%	5.885	58.010	1.978	19.500	2.281	22.490
Generación no Domiciliaria y Especial	1.687	14.257%	0.292	17.326	0.908	53.808	0.487	28.866
Total	**11.831**	**100%**	**6.177**	**52.209**	**2.886**	**24.391**	**2.768**	**23.399**

Fuente: propia

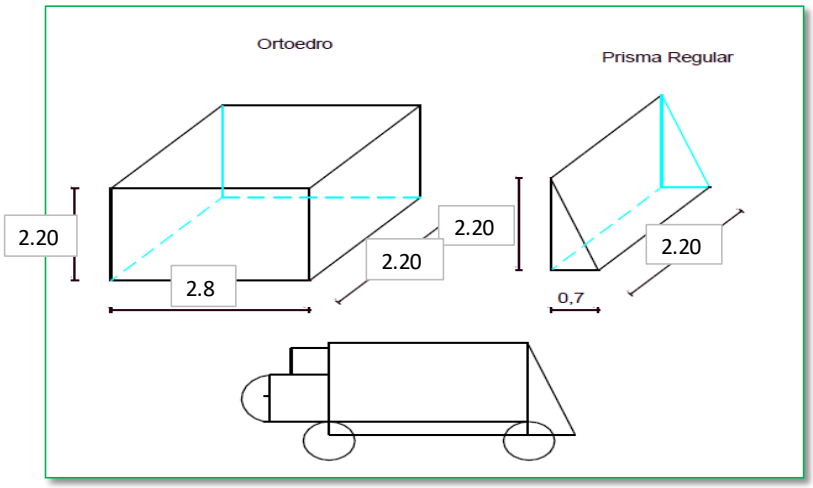
El camión compactador que se propone es de 15 m3 con una densidad de compactación de 0.5 ton/m3, nos da una capacidad de 7.5 toneladas. Como se puede observar la composición máxima tiene la generación de Residuos Orgánicos es de 6.18. Entonces el camión compactador de 7.5 ton abastecerá a la recolección de los residuos.

Figura 23: Dibujo técnico de camión recolector



Fuente: propia

Figura 24: Dimensiones del camión recolector



Volumen	cantidad	unidad
Vol ortoedro=	14	m3
Vol prisma=	1.694	m3
Vol Total=	15	m3

m3	Densidad (Ton/m3)	Ton
15	0.5	7.5

m3	Densidad (Ton/m3)	Ton
10	0.5	5

Fuente: propia

- Para los Residuos Orgánicos se utilizará un camión compactador de 15 m3, teniendo una densidad de 0.5 ton/m3 nos da una capacidad de 7.5 ton. Con un personal de 4 trabajadores en cada turno.
- Para los Residuos Inorgánicos se utilizará un camión compactador de 10 m3, teniendo una densidad de 0.5 ton/m3 nos da una capacidad de 5 ton. Con un personal de 4 trabajadores en cada turno.
- Para los Residuos no aprovechables se utilizará un camión compactador de 10 m3, teniendo una densidad de 0.5 ton/m3 nos da una capacidad de 5 ton. Con un personal de 4 trabajadores en cada turno.
- Para los residuos no municipales o de tipo peligroso, se tendrá sus contenedores aparte y toda la gestión de estas será realizado por una empresa externa encargada especial de su tratamiento y disposición final.

5.8 Horario de Recolección de Residuos Sólidos

El horario de los camiones compactadores será en dos turnos de 05:00 a 12:00 pm y de 12:00 a 07: 00 pm, para poder abarcar las dos zonas propuestas de recolección de Residuos Sólidos.

- El primer turno será para la recolección de los Residuos orgánicos que es en mayor cantidad.
- El segundo turno será para la recolección de los Residuos Inorgánicos y los residuos no aprovechables.

Estos residuos son llevados a las plantas de tratamiento, ingresando al área de acopio o recepción de cada planta bien sea de compostaje o reciclaje. Así mismo los residuos no aprovechables van directo al Rellano Sanitario.

6. Conclusiones

- Se colocará 10 puntos de acopio ecológico para la segregación.
- Se calculó para los 10 puntos un total de 40 contenedores de 120 litros
- Se colocará contenedores para Residuos inorgánicos, orgánicos, no aprovechables y peligroso.
- Los colores adoptados para el manejo de Residuos Sólidos son: Verde para materia inorgánica, marrón para materia orgánica, negro materia no aprovechable y rojo para materia peligrosa.
- Se propone la segregación de Residuos Sólidos en la fuente de cada hogar y mediante los puntos de acopio establecidos.
- Se plasmó dos zonas de recolección y dos turnos de trabajo en el distrito de Pomalca.
- El primer turno de trabajo es de 05:00 a 12:00 pm es para R. Orgánicos y el segundo turno es de 01:00 a 07:00 pm para los R. Inorgánicos y n aprovechables.
- Se obtuvo mediante la caracterización de Residuos Sólidos Municipales 2019 la siguiente composición: R. orgánicos 6.18 ton/día, R. inorgánicos 2.89 ton/día y R. no aprovechables 2.77 ton/día.
- Se propone un camión compactador de 7.5 ton para la recolección de Residuos orgánicos. Y para los R. Inorgánico y no aprovechable un camión compactador de 5 ton para cada tipo de Residuo.

7. Recomendaciones

- Es importante tener la cantidad de generación de Residuos Sólidos que nos da la caracterización de la misma.
- Tener en cuenta las características actuales del distrito, como el área de catastro, los centros poblados, los puntos críticos y demás.
- Seguir los colores de la Norma 900.058 actualizada en el 2019 para la segregación de los Residuos Sólidos.

8. Anexos

Tabla 65: Movilidad de los residuos sólidos, número de personas que van en cada una de ellas, municipalidad del distrito de Pomalca, 2021.

Maquinaria a utilizar, número de personas y ocupaciones

Maquinaria o movilidad	Número de movilidad	Número de personas por movilidad	Número de personas totales	Ocupación	Herramientas que van con las movilidades
Compactadora	1	3	3	1 conductor 2 recolectores	Escoba. Manta
Moto carguero	4	2	8	1 conductor 1 recolector	Escoba. Manta. Rastrillo
	1	-	-	-	
TOTAL	**6**	-	**11**	-	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 66: Número de viajes de cada movilidad, municipalidad del distrito de Pomalca, 2021.

NÚMERO DE VIAJES POR CADA MOVILIDAD

Maquinaria o movilidad	Número de movilidad	Número de viajes, por una movilidad	Número de viajes totales	Tiempo de viaje (Ir-dejar-regresar)
Compactadora	1	2	2	25-30 minutos
Moto carguero	4	4	16	60 minutos
TOTAL	**5**		**18**	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 67: Rutas para recolección de residuos sólidos municipalidad del distrito de Pomalca, 2021.

RUTA	Unidad	Frecuencia	Turno	Horario	Repaso
CERCADO DE POMALCA	CAMIÓN COMPACTADOR	DIARIA	DIURNO	5:30 A.M a 1:30 P.M	--
SECTOR 20 ENERO - C.P. LA UNIÓN - C.P EL LINO- C.P. SAN ANTONIO	CAMIÓN COMPACTADOR	DIARIA	DIURNO	5:30 A.M a 1:30 PM	--
CONDOMINIO SOL POMALCA - C.P. TORRES BELON - C.P. EL COMBO - C.P. COLLUD - OTROS	CAMIÓN COMPACTADOR	DIARIA	DIURNO	6:00 A.M a 2:00 P.M	--
09 DE OCTUBRE - NUEVO HORIZONTE - ELIAS AGUIRRE - TUPAC AMARU	MOTOFURGÓN PLACA EB-5505 MARCA ZONGSHEN	DIARIA	DIURNO	6:00 A.M a 2:00 P.M	SI
RECOGO DE RESIDUOS CAMAL	MOTOFURGÓN 1	DIARIA	DIURNO	6:00 A.M a 2:00 P.M	SI
MERCADO DE ABASTOS	MOTOFURGÓN 2	DIARIA	TARDE	6:00 A.M a 2:00 P.M	--

Fuente: Municipalidad distrital de Pomalca.

Figura 25: Movilidades para trasladar los residuos sólidos del distrito de Pomalca.

Fuente: Propia

Figura 26: Residuos sólidos esparcidos en el distrito de Pomalca.

Fuente: propia

Figura 27: Botadero a cielo abierto del distrito de Pomalca.

Fuente: propia.

Figura 28: Visita al botadero para conocer la realidad, distrito de Pomalca.

Fuente: propia

Estudio de Selección del Área

1. Objetivo

Realizar el estudio de selección del área de la zona usada como botadero de residuos sólidos y otra área opcional para el diseño de la infraestructura para el tratamiento de residuos sólidos del distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

2. Ubicación del distrito de Pomalca

El lugar de estudio e influencia se encuentra ubicado en el distrito de Pomalca situándose al norte de la costa del Perú, a 770 km. de la capital del Perú y a 7 km. de la ciudad de Chiclayo, Región de Lambayeque; localizado entre las coordenadas geográficas 6 44′ 01″ y 6 49′ 01″ de latitud sur 79 42′ 59″ y 79 48′ 09″ de longitud oeste del meridiano de Greenwich y a 48 m.s.n.m". El distrito de Pomalca tiene una superficie de 8 035 hectáreas, es decir, 80.35 km2, con una altitud de 48 m.s.n.m y un clima árido. Rango de temperatura entre 17°C a 31°C. La temperatura promedio del distrito es de 27.9°C. Pertenece a la cuenca Chancay – Lambayeque. Limita por el norte con Picsi, por el sur con Tumán, Reque y Monsefú, por el este con Tumán y por el oeste con Chiclayo y José Leonardo Ortiz [1].

3. Metodología del estudio

3.1 Alternativas para el área de disposición final

- **Alternativa 01**

Esta alternativa para la proyección de la infraestructura de tratamiento de residuos sólidos, se encuentra ubicada en el distrito de Pomalca. En la actualidad funciona de botadero a cielo abierto. Tiene 27 has de superficie. Con una antigüedad de 18 años. Es válido mencionar, que anteriormente ese terreno pertenecía a la empresa Agroindustrial Pomalca. Sin embargo, en la actualidad se encuentra dentro de la jurisdicción del distrito de Pomalca.

- **Alternativa 02**

Esta alternativa 02 para la proyección de la infraestructura de tratamiento de residuos sólidos, se encuentra ubicada en el distrito de Pomalca. En la actualidad está desocupado, siendo esta utilizada como sembrío de caña de azúcar. Tiene 23.02 has de superficie. Es válido mencionar, que anteriormente ese terreno pertenece a la empresa Agroindustrial Pomalca. Y es destinada para cultivos de caña de azúcar.

3.2 Criterios y factores para ubicar el área del relleno sanitario

Los criterios utilizados para la selección del área del relleno sanitario se basan en la Ley prevista por el Ministerio del Ambiente a través de su Decreto Supremo D. S 014-2017 [2]. Así mismo, están vigentes en su Guía para el diseño y la construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales, MINAM [3].

1. **Distancia a la población más cercana (m)**

   En la tabla N°28 de la Guía del MINAM que se encuentra en la parte de Anexos, nos menciona que la distancia mínima a la población más cercana al relleno sanitario debe ser mayor o igual a 500 m.

   Tabla 68: Distancia a la población más cercana (m)

Distancia a la población más cercana (m)	
Alternativa 01	En esta zona cumple con este criterio, porque la distancia mínima a la población más cercana es 2574.95m (>500 m requeridos).
Alternativa 02	La alternativa 02 cumple con este criterio, porque la distancia mínima a la población más cercana es 518.78m (>500 m requeridos).

   Fuente: propia

2. **Distancia a Granjas de crianza de animales (m)**

   En la tabla N°28 de la Guía del MINAM que se encuentra en la parte de Anexos, nos menciona que la distancia mínima a granjas de crianza de animales más cercana debe ser mayor o igual a 500 m.

   Tabla 69: Distancia a Granjas de crianza de animales (m)

Distancia a Granjas de crianza de animales (m)	
Alternativa 01	En esta zona cumple con este criterio, porque la distancia a granjas de crianza de animales más cercana es 4716.87 m (>500 m requeridos).
Alternativa 02	La alternativa 02 cumple con este criterio, porque la distancia a granjas de crianza de animales más cercana es 781.04 m (>500 m requeridos).

   Fuente: propia

3. **Distancia a Fuentes de aguas superficiales, zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos (m)**

   En la tabla N°28 de la Guía del MINAM que se encuentra en la parte de Anexos, nos menciona que la distancia mínima a fuentes de agua superficiales, zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos (m) más cercana debe ser mayor o igual a 500 m.

   Tabla 70: Distancia a fuentes de aguas superficiales, zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos (m)

Distancia a fuentes de aguas superficiales, zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos (m)	
Alternativa 01	En esta zona cumple con este criterio, porque la distancia a fuentes de aguas superficiales, zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos más cercana es 734m (>500 m requeridos).
Alternativa 02	No se halla embalses, represas, obras hidroeléctricas, pero sí extracción de agua para mantenimiento del cementerio de Pomalca a distancia de 654 m (>500 m requeridos).

   Fuente: propia

4. **Distancia a Fallas geológicas**

   En la tabla N°28 de la Guía del MINAM que se encuentra en la parte de Anexos, nos menciona que la distancia mínima a fallas geológicas más cercana debe ser mayor o igual a 500 m. En anexos se presenta el mapa de fallas geológicas del Perú y del distrito de Pomalca, donde se visualiza la no existencia de fallas geológicas.

   Tabla 71: Distancia a Fallas geológicas

Distancia a Fallas geológicas	
Alternativa 01	No presenta fallas geológicas en la zona del proyecto.
Alternativa 02	No presenta fallas geológicas en esta alternativa 02.

   Fuente: propia

5. **Vulnerabilidad de desastres naturales (inundaciones, deslizamientos)**

Para delimitar este factor se ha tomado como referencia los datos proporcionados por el INGEMMET, mediante su aplicación GEOCATMIN [4], encontrados en la parte de anexos.

Tabla 72: Vulnerabilidad de desastres naturales (inundaciones, deslizamientos)

Vulnerabilidad de desastres naturales (inundaciones, deslizamientos)	
Alternativa 01	No presenta vulnerabilidades en la zona del proyecto.
Alternativa 02	No presenta vulnerabilidades en esta alternativa 02.

Fuente: propia

6. **Infraestructuras existentes (embalses, represas, obras hidroeléctricas, entre otros)**

Tabla 73: Infraestructuras existentes (embalses, represas, obras hidroeléctricas, entre otros)

Infraestructuras existentes (embalses, represas, obras hidroeléctricas, entre otros)	
Alternativa 01	No se halla embalses, represas, obras hidroeléctricas, pero sí lagunas de oxidación a distancia de 734m.
Alternativa 02	No se halla embalses, represas, obras hidroeléctricas, pero sí planta de energía eléctrica a distancia de 1345.21m.

Fuente: propia

7. **Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje (m)**

En la tabla N°28 de la Guía del MINAM que se encuentra en la parte de Anexos, nos menciona que la distancia mínima a aeropuertos o pistas de aterrizaje más cercana debe ser mayor o igual a 13 000 m. Sin embargo, puede haber una excepción, nos menciona que esta distancia podría ser menor, siempre que lo permita por la autoridad competente.

Tabla 74: Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje (m)

Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje (m)	
Alternativa 01	El aeropuerto se encuentra a una distancia de 4771.40 m del área del proyecto.
Alternativa 02	El aeropuerto se encuentra a una distancia de 7861.37 m de la alternativa 02.

Fuente: propia

8. Área de terreno (m2)

Según la Guía del MINAM para un relleno sanitario Semimecanizado le corresponde un área mínima de 10 ha, esta infraestructura de residuos sólidos contendrá: área de reciclaje, área de compostaje, relleno sanitario, áreas auxiliares.

Tabla 75: Área de terreno (m2)

Área de terreno (m2)	
Alternativa 01	Esta alternativa 01 tiene un área de 27 ha (>10ha mínimo).
Alternativa 02	Esta alternativa 02 tiene un área de 23.2ha (>10ha mínimo).

Fuente: propia

9. Vida útil

Según la Guía del MINAM la vida útil de una infraestructura de residuos sólidos debe superar los 10 años como mínimo. Y esta edad le corresponde un área mínima de 10has

Tabla 76: Vida útil

Vida útil	
Alternativa 01	Esta alternativa tiene un área de 27 ha, la cual se proyecta para una vida útil de 20 años (>10 años).
Alternativa 02	Esta alternativa tiene un área de 23.2 ha, la cual se proyecta para una vida útil de 20 años (>10 años).

Fuente: propia

10. Dirección predominante del viento (contraria a la población más cercana)

Para analizar este factor se utilizó la herramienta virtual de Windfinder [5]. El cual en su plataforma nos brinda el sentido del viento. Esto se puede visualizar en Anexos.

Tabla 77: Dirección predominante del viento (contraria a la población más cercana)

Dirección predominante del viento (contraria a la población más cercana)	
Alternativa 01	El sentido del viento es en Noroeste (NO), lo olores estarían en dirección a los campos, no afectando directamente a la población. Además, la distancia a la población más cercana es de 2587.87m.
Alternativa 02	El sentido del viento es en Noroeste (NO), lo olores estarían en dirección a los campos, no afectando a la población.

Fuente: propia

Las posibles soluciones es tener un perímetro de cercado vivo, es decir mediante árboles y plantas de la zona. Así mismo, se puede tener una malla de perímetro del relleno sanitario. Cubrir con material de cobertura periódicamente para evitar la salida de malos olores.

11. Pendiente del terreno (topografía)

Tabla 78: Pendiente del terreno (topografía)

Pendiente del terreno (topografía)	
Alternativa 01	Pendientes bajas, superficies relativamente llanas.
Alternativa 02	Pendientes bajas, superficies relativamente llanas.

Fuente: propia

12. Geología del suelo (permeabilidad)

Según la Guía del MINAM, los suelos con estratos areno limosos y areno arcillosos y demás de granulometría bien distribuida (tipo afirmado) son los adecuados.

Tabla 79: Geología del suelo (permeabilidad)

Geología del suelo (permeabilidad)	
Alternativa 01	Tiene suelo con estratos areno arcillosos, areno limosos y arcillas, es por ello que su permeabilidad está en rango de moderado a lenta.
Alternativa 02	Tiene suelo areno gravoso, su permeabilidad está en rango de rápido a moderado.

Fuente: propia

13. Profundidad de la Napa freática (m)

Tabla 80: Profundidad de la Napa freática (m)

Profundidad de la Napa freática (m)	
Alternativa 01	No se encuentra su nivel freático hasta una profundidad considerable.
Alternativa 02	No se tiene esta información.

Fuente: propia

14. Posibilidad del material de cobertura

Tabla 81: Posibilidad del material de cobertura

Posibilidad del material de cobertura	
Alternativa 01	Tiene una cobertura fácil de extraer, existe acceso a material para cobertura. Material areno arcillosos y areno limoso, bueno para ser material de cobertura.
Alternativa 02	Tiene una cobertura de arena con grabas.

Fuente: propia

15. Cuenta con barrera sanitaria Natural

Según la Guía del MINAM nos dice que esta barrera natural puede ser cerros o elevaciones naturales que posibilitan un buen aislamiento. Así mismo, se complemente con cercos perimétricos, y cercos vivos.

Tabla 82: Cuenta con barrera sanitaria Natural

Cuenta con barrera sanitaria Natural	
Alternativa 01	No cuenta con barrera natural. Sin embargo, con cercos artificiales y vivos, además la distancia a la población más cercana ayuda a que las partículas no las perjudiquen.
Alternativa 02	La alternativa 02. No cuenta con barrera natural.

Fuente: propia

16. Accesibilidad al área (distancia a vía de acceso principal km)

Este factor es apropiado para calcular los costos que involucran en el transporte de los residuos sólidos. Va desde la generación de los residuos hasta la plata de tratamiento de residuos sólidos.

Tabla 83: Accesibilidad al área (distancia a vía de acceso principal km)

Accesibilidad al área (distancia a vía de acceso principal km)	
Alternativa 01	Esta alternativa tiene una distancia de 4.29 km. Del distrito de Pomalca hacia la infraestructura de tratamiento de residuos sólidos.
Alternativa 02	Tiene una distancia de 4.43 km. Del distrito de Pomalca hacia la alternativa 02.

Fuente: propia

17. Uso actual del suelo y área de influencia

Tabla 84: Uso actual del suelo y área de influencia

Uso actual del suelo y área de influencia	
Alternativa 01	Botadero de residuos sólidos a cielo abierto de la MDP.
Alternativa 02	No tiene uso actual, es usado para cultivos de caña de azúcar.

Fuente: propia

18. Opinión Pública

Tabla 85: Opinión Pública

Opinión Pública	
Alternativa 01	Los pobladores más cercanos a la zona, están de cuerdo que se realice una infraestructura de tratamiento de residuos sólidos, para que ya no haya un botadero a cielo abierto que no tiene control y contamina.
Alternativa 02	No se cuenta con la opinión más cercana de la zona.

Fuente: propia

19. Área natural protegida por el estado

Tabla 86: Área natural protegida por el estado

Área natural protegida por el estado	
Alternativa 01	No existe área natural protegida en el área de proyecto.
Alternativa 02	No existe área natural protegida en la alternativa 02.

Fuente: propia

20. Área arqueológica

Tabla 87: Área arqueológica

Área arqueológica	
Alternativa 01	No existe presencia arqueológica en el área de proyecto.
Alternativa 02	Está cerca a zonas arqueológicas, ver anexo.

Fuente: propia

21. Propiedad del terreno

Tabla 88: Propiedad del terreno

Propiedad del terreno	
Alternativa 01	Municipalidad distrital de Pomalca.
Alternativa 02	Propiedad privada.

Fuente: propia

3.3 Evaluación de los criterios de selección del área

Para dicha evaluación se consideró dos (02) alternativas para la disposición final de residuos sólidos y por ende la planta de tratamiento de residuos sólidos. Estas alternativas se encuentran ubicadas en el distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque. Mediante la Guía del MINAM se evaluará los diferentes criterios antes expuestos.

3.3.1 Valorización de los criterios de selección del área

Esta calificación o valorización se realizará de acuerdo a la Guía del MINAM y a su reglamento del Decreto Legislativo N°1278 (Ley de Gestión Integral de Residuos sólidos) [1]. Como se puede observar en el cuadro siguiente, las valorizaciones serán de: 01 (malo), 03(regular) y 05 (bueno), esto dependerá de cada criterio a evaluar y qué tanto de rango podamos calificar de acuerdo a su cumplimiento. Posterior a ello se multiplicará con un valor ponderado ya definido para cada criterio evaluado, se sumará la columna (ponderado x calificación) de cada alternativa, para obtener el puntaje total de cada alternativa.

Tabla 89: Calificación de las alternativas de selección del área

Grados	Puntaje
Malo	1
Regular	3
Bueno	5

Fuente: Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales.

3.3.2 Selección de la mejor propuesta

Obteniendo el puntaje total de cada alternativa, se elegirá la que obtuvo mayor valor. La alternativa ganadora deberá superar los 195 puntos. En la siguiente tabla se podrá visualizar los rangos que puede alcanzar de acuerdo al puntaje. Así mismo, se calificará en terreno no aceptable, aceptable y aceptable de primera opción.

Tabla 90: Rangos de calificación de las alternativas de selección del área

Puntaje ponderado total		Calificación
0	195	Terreno No aceptable - Malo (*)
195	355	Terreno aceptable - Bueno
355	+	Terreno Aceptable de Primera Opción - Muy bueno
*La alternativa ganadora debe superar los 195 puntos		

Fuente: Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales.

3.3.3 Matriz de puntaje para cada criterio de las alternativas

Tabla 91: Asignación de puntaje para cada criterio

Ítem	Criterios de selección	Ley DL N° 1278 y su Reglamento DS N° 014-2017	Puntaje (A)	Puntaje (C)
1	Distancia a la Población más cercana (m)	> 500 (*)	5	3
2	Distancia a Granjas de Crianza de animales (m)	> 500 (*)	5	5
3	Distancia a Fuentes de agua superficiales, zonas de pantanos, humedades o recarga de acuíferos (m)	> 500 (*)	5	5
4	Distancia de Fallas geológicas	> 500 (*)	5	5
5	Vulnerabilidad de desastres naturales (inundaciones, deslizamientos)		5	5
6	Infraestructuras existentes (embalses, represas, obras hidroeléctricas, entre otros)		3	5
7	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje (m)	> 13000 (*)	1	3
8	Área de terreno (m2)		5	5
9	Vida útil	<= a 3-5años (**)	5	5
10	Dirección predominante del viento (contraria a la población más cercana)		1	5
11	Pendiente del terreno (topografía)		5	3
12	Geología del suelo (permeabilidad)		5	3
13	Profundidad de la napa Freática (m)		3	3
14	Posibilidad del material de cobertura		5	3
15	Cuenta con barrera sanitaria Natural		1	1
16	Accesibilidad al área (distancia a vía de acceso principal km)		5	5
17	Uso actual del suelo y área de influencia		5	3
18	Opinión Pública		5	3
19	Área natural protegida por el estado		5	5
20	Área arqueológica		5	3
21	Propiedad del terreno		5	3

Fuente: propia

Tabla 92: Calificación para cada criterio de cada alternativa

Ítem	Criterios de selección	Ponderado (B)	Puntaje AxB	Puntaje CxB
1	Distancia a la Población más cercana (m)	6	30	18
2	Distancia a Granjas de Crianza de animales (m)	6	30	30
3	Distancia a Fuentes de agua superficiales, zonas de pantanos, humedades o recarga de acuíferos (m)	6	30	30
4	Distancia de Fallas geológicas	6	30	30
5	Vulnerabilidad de desastres naturales (inundaciones, deslizamientos)	6	30	30
6	Infraestructuras existentes (embalses, represas, obras hidroeléctricas, entre otros)	5	15	25
7	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje (m)	5	5	15
8	Área de terreno (m2)	5	25	25
9	Vida útil	5	25	25
10	Dirección predominante del viento (contraria a la población más cercana)	4	4	20
11	Pendiente del terreno (topografía)	4	20	12
12	Geología del suelo (permeabilidad)	4	20	12
13	Profundidad de la napa Freática (m)	4	12	12
14	Posibilidad del material de cobertura	3	15	9
15	Cuenta con barrera sanitaria Natural	4	4	4
16	Accesibilidad al área (distancia a vía de acceso principal km)	4	20	20
17	Uso actual del suelo y área de influencia	4	20	12
18	Opinión Pública	5	25	15
19	Área natural protegida por el estado	5	25	25
20	Área arqueológica	5	25	15
21	Propiedad del terreno	4	20	12
Total		100	430	396

Fuente: propia

Tabla 93: Calificación de las alternativas de selección del área

Puntaje ponderado total		Calificación	Alternativa A	Alternativa B
0	195	Terreno No aceptable - Malo (*)	NO ES EL CASO	NO ES EL CASO
195	355	Terreno aceptable - Bueno	NO ES EL CASO	NO ES EL CASO
355	+	Terreno Aceptable de Primera Opción - Muy bueno	CUMPLE	CUMPLE
*La alternativa ganadora debe superar los 195 puntos				

Fuente: Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales.

4. Conclusiones

- En relación al proceso de evaluación, puntaje y calificación de los criterios establecidos por el Ministerio del Ambiente, se presenta en la siguiente tabla el cuadro resumen de la evaluación y su resultado.

Tabla 94: Calificación de las alternativas para selección del área

Alternativa	Calificación	Puntaje
Alternativa 01	Terreno Aceptable de Primera Opción - Muy bueno	430
Alternativa 02	Terreno Aceptable de Primera Opción - Muy bueno	396

Fuente: propia

- Las dos alternativas cumplen con la calificación de **Terreno Aceptable de Primera Opción – Muy bueno**. Dado que su puntaje pasa los 355.
- El área con mayor puntaje es la **alternativa 01**, con 430 puntos, con un área total de 27ha a cargo de la jurisdicción de la municipalidad de Pomalca.

5. Recomendaciones

- Se recomienda realizar el estudio de selección del área para realizar un mejor proyecto.
- Se recomienda tener dos o más opciones de áreas para la disposición final.
- Seguir la Guía y Norma del MINAM utilizando las herramientas necesarias.

6. Referencias

[1] M. D. d. Pomalca, “Geografía”, Municipalidad distrital de Pomalca. http://www.munimdp.gob.pe/datos-generales/geografia/ (acceso: 16 de marzo de 2022).

[2] MINAM, Política Nacional del Ambiente, << D.S. N° 014-2017>>. Lima. Disponible en: https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-014-2017-minam/

[3] Ministerio del Ambiente, Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales, Perú, Guía, 2021. [En línea]. Disponible en: https://aulaambiental.minam.gob.pe/guia-para-el-diseno-y-construccion-de-infraestructuras-para-disposicion-final-de-residuos-solidos-municipales/

[4] Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, GEOCATMIN, Perú, aplicación, 2020. [En línea]. Disponible en: https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/

[5] WINDFINDER, Alemania, aplicación, 2020. [En línea]. Disponible en: https://es.windfinder.com/#16/-6.7526/-79.7683

7. Anexos

Tabla 95: Lista de criterios de selección del área para una infraestructura final de residuos sólidos municipales.

ITEM	CRITERIOS DE SELECCIÓN	DL N° 1278 Y SU REGLAMENTO DS N° 014 -2017
1	Distancia a la Población más cercana (m)	>500(*)
2	Distancia a granja de crianza de animales (m)	>500(*)
3	Distancia a fuentes de agua superficiales, zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos (m)	>500(*)
4	Distancia a fallas geológicas	
5	Vulnerabilidad a desastres naturales (inundaciones, deslizamientos)	
6	Infraestructuras existentes (embalses, represas, obras hidroeléctricas, entre otros)	
7	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje (m)	>13 000(*)
8	Área del terreno (m^2)	
9	Vida útil	
10	Dirección predominante del viento (contraria a la población más cercana)	3 ó 10 años(**) Mínimo 15 años (***)
11	Pendiente del terreno (topografía)	
12	Geología del suelo (permeabilidad)	
13	Profundidad de la napa freática (m)	
14	Posibilidad del material de cobertura	
15	Cuenta con barrera sanitaria natural	
16	Accesibilidad al área (distancia a vía de acceso principal km)	
17	Uso actual del suelo y del área de influencia	
18	Opinión pública	
19	Área natural protegida por el Estado	
20	Área arqueológica	
21	Propiedad del terreno	

(*) Por excepción, la autoridad competente podrá permitir su ubicación a distancias menores.

(**) 03 años para celda transitoria
≥ 10 años para relleno sanitario

(***) mínimo 15 años para relleno seco

Fuente: Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales.

Tabla 96: Lista de criterios de selección del área para una infraestructura final de residuos sólidos municipales. Asignación de puntaje.

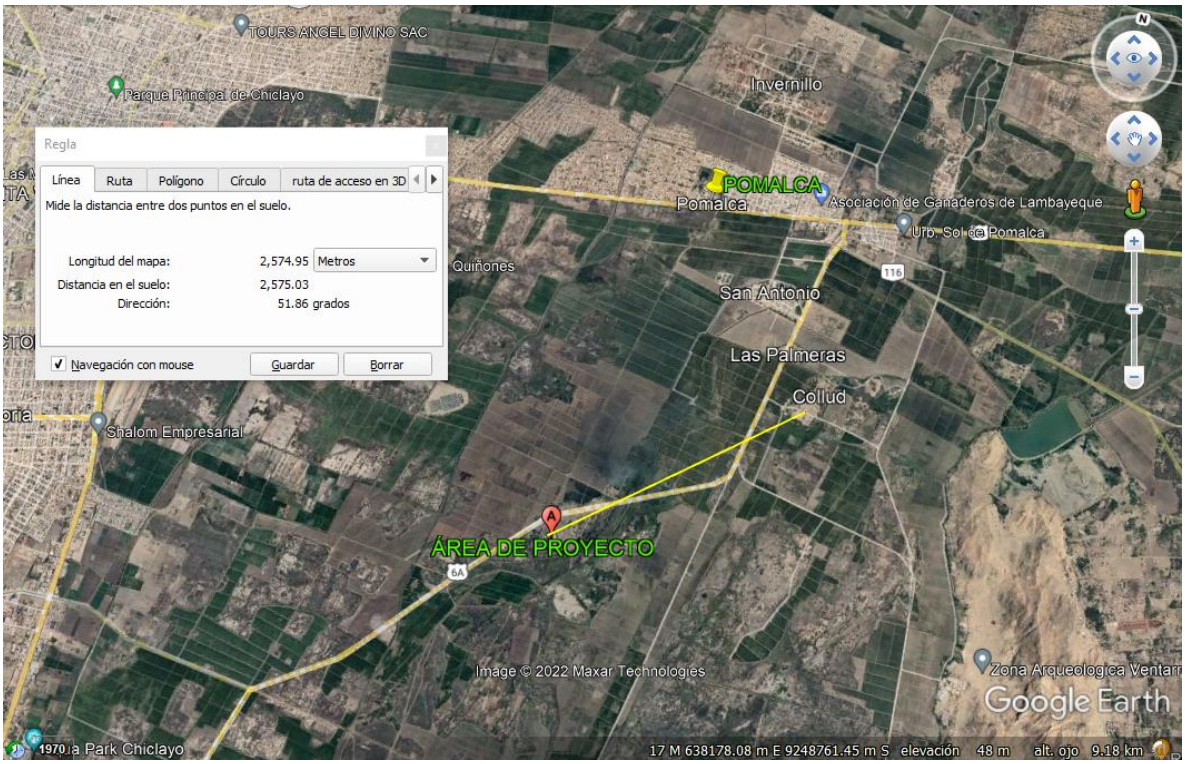
ITEM	CRITERIOS DE SELECCIÓN	DL N° 1278 Y SU REGLAMENTO DS N° 014 -2017	PUNTAJE (A)	
			ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
1	Distancia a la Población más cercana (m)	>500(*)		
2	Distancia a granjas crianza de animales (m)[6]	>500(*)		
3	Distancia a fuentes de agua superficiales, zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos (m)	>500(*)		
4	Distancia a fallas geológicas	>500(*)		
5	Vulnerabilidad a desastres naturales (inundaciones, deslizamientos)			
6	Infraestructuras existentes (embalses, represas, obras hidroeléctricas, entre otros)			
7	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje (m)	>13 000(*)		
8	Área del terreno (m^2)			
9	Vida útil	3 ó 10 años(**) Mínimo 15 años (***)		
10	Dirección predominante del viento (contraria a la población más cercana)			
11	Pendiente del terreno (Topografía)			
12	Geología del suelo (permeabilidad)			
13	Profundidad de la napa freática (m)			
14	Posibilidad del material de cobertura			
15	Cuenta con barrera sanitaria natural			
16	Accesibilidad al área (distancia a vía de acceso principal km)			
17	Uso actual del suelo y del área de influencia			
18	Opinión Pública			
19	Área natural protegida por el Estado			
20	Área arqueológica			
21	Propiedad del terreno			

**	Grados	Puntaje
	Regular	1
	Moderado	3
	Bueno	5

Fuente: Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales.

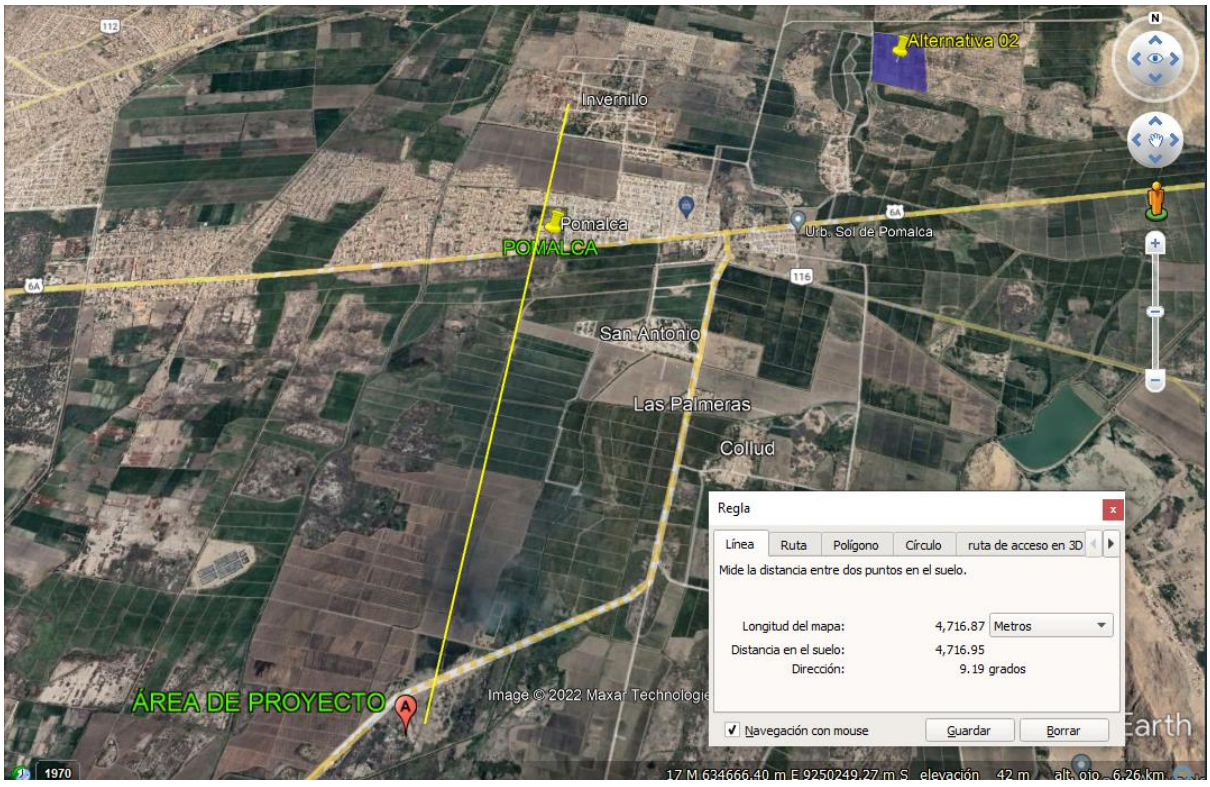
Alternativa 01

Figura 29: Distancia a la población más cercana



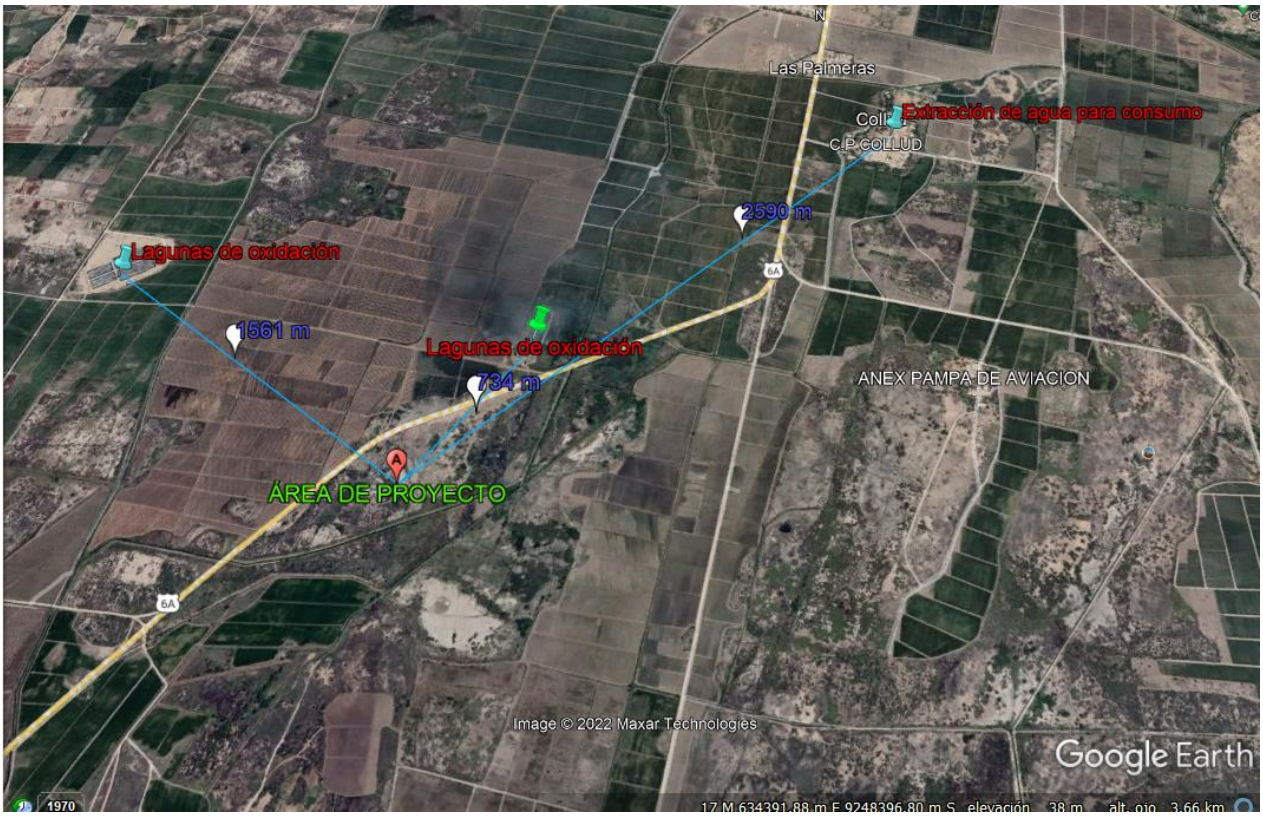
Fuente: Google Earth

Figura 30: Distancia a ganadería más cercana



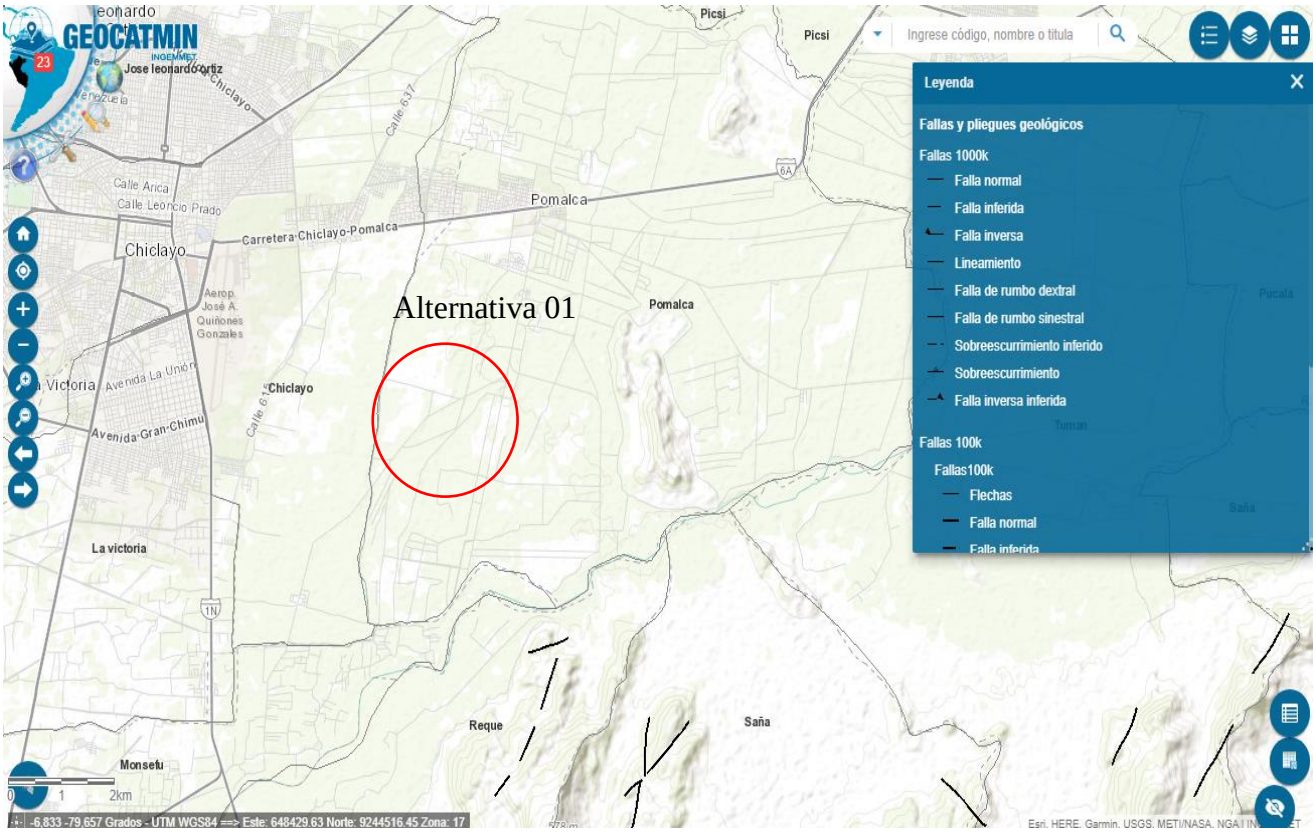
Fuente: Google Earth

Figura 31: Distancia a fuentes de agua superficiales, zonas de pantanos, humedales.



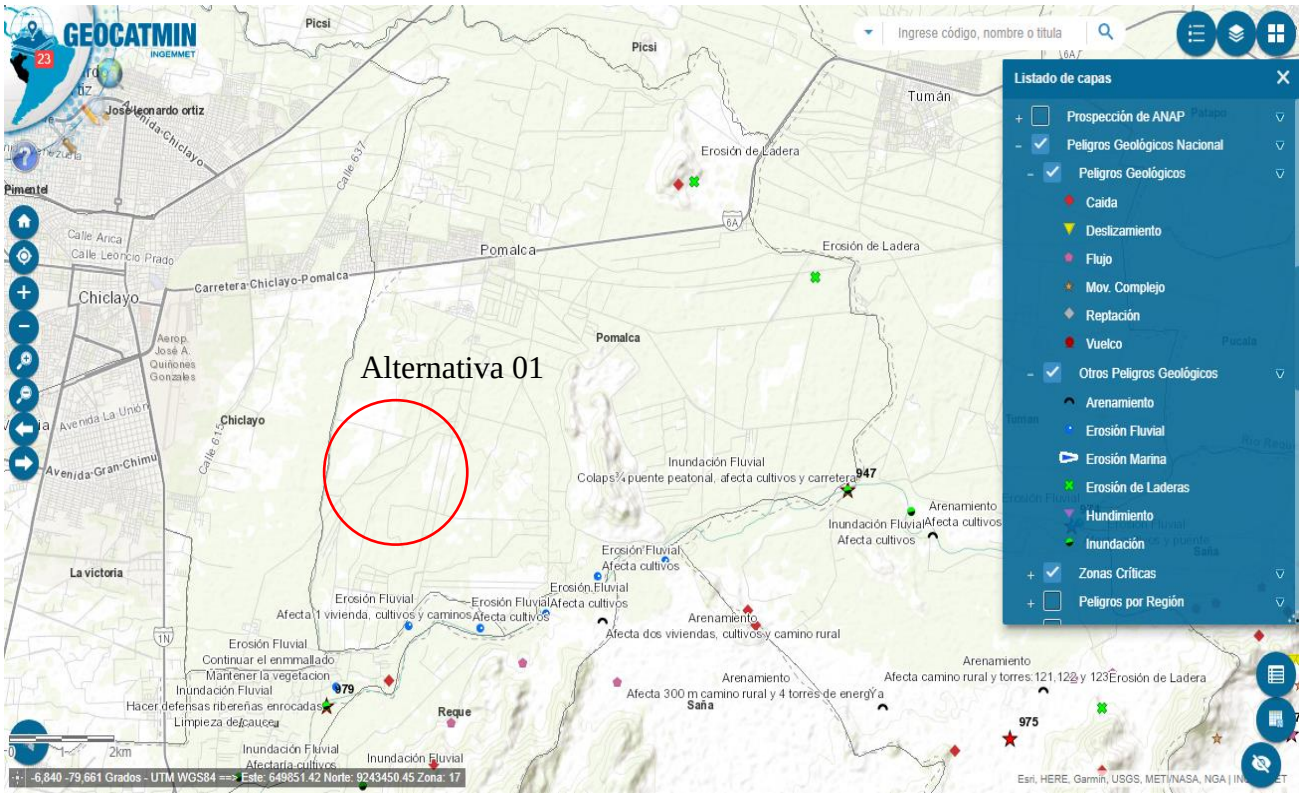
Fuente: Google Earth

Figura 32: Fallas y pliegues geológicas



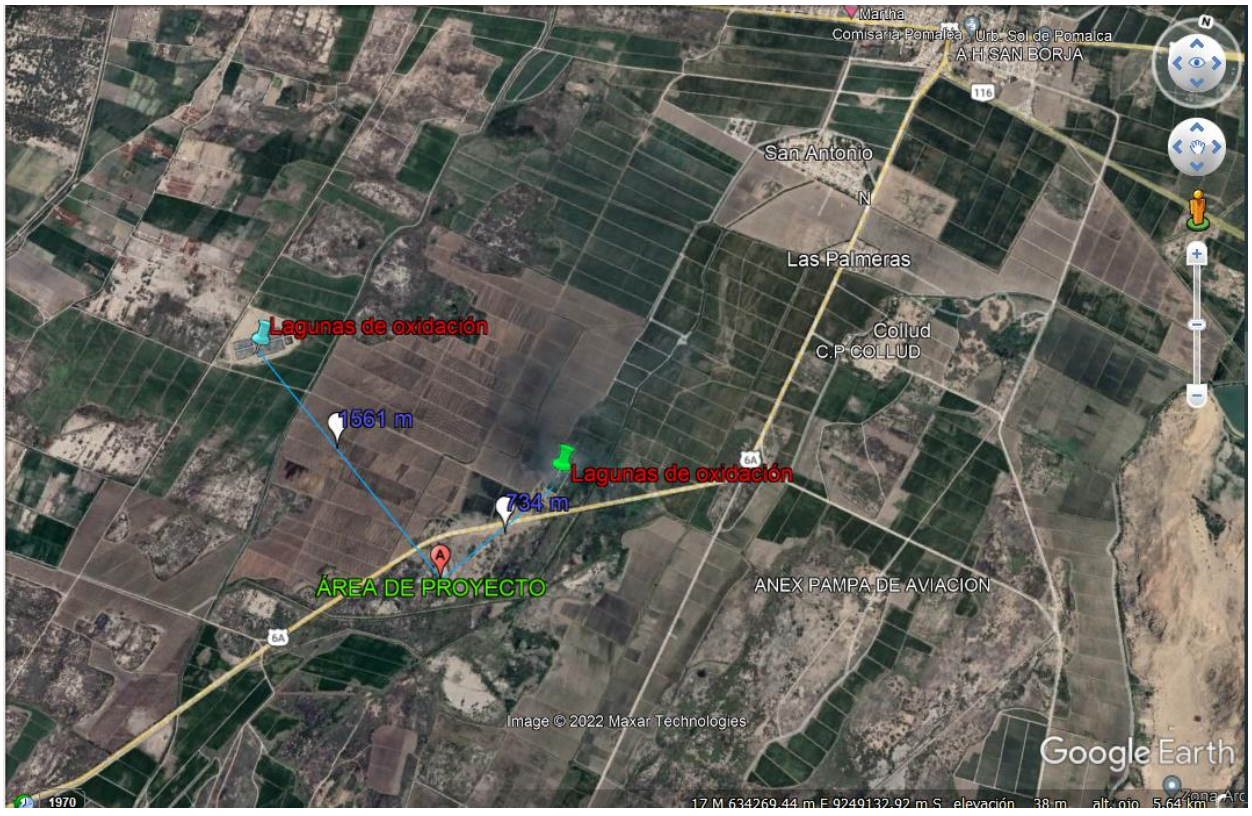
Fuente: INGEMMET

Figura 33: Riesgos geológicos en el distrito de Pomalca



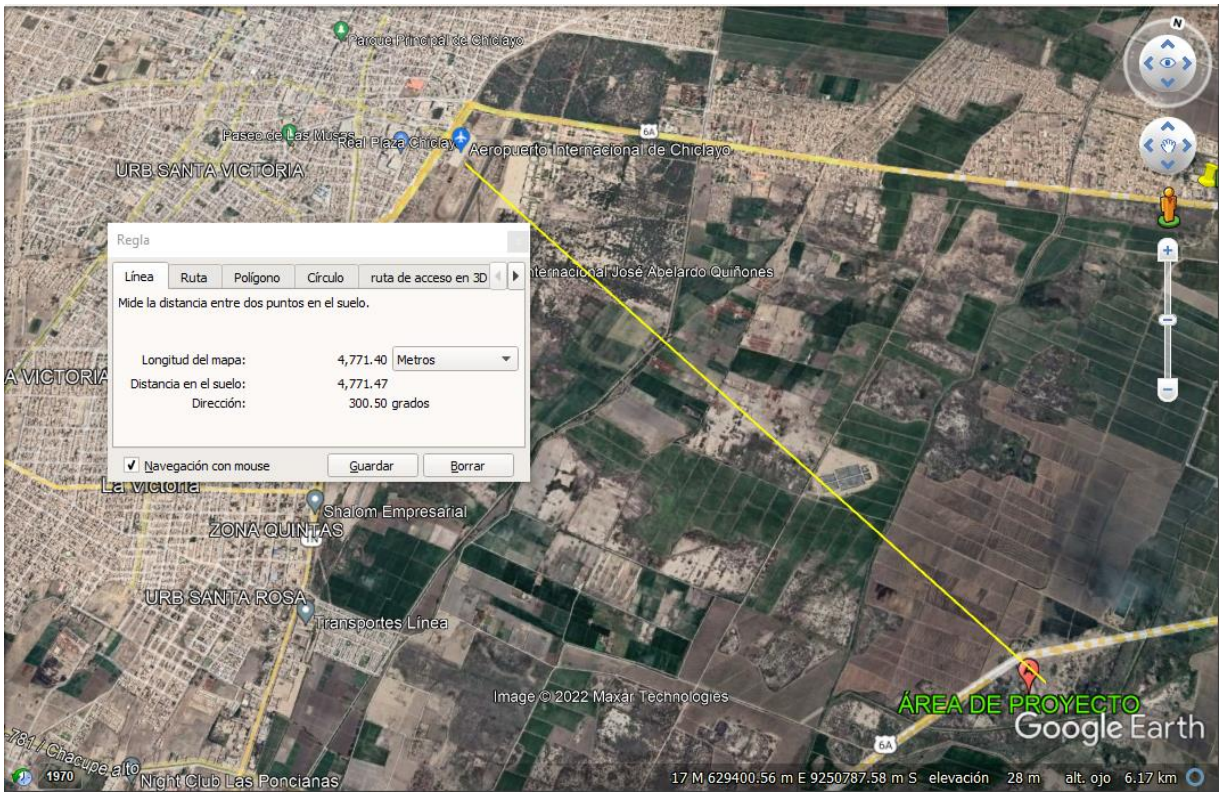
Fuente: INGEMMET

Figura 34: Infraestructuras existentes (embalses, represas, obras hidroeléctricas)



Fuente: Google Earth

Figura 35: Distancia a aeropuerto o pistas de aterrizaje



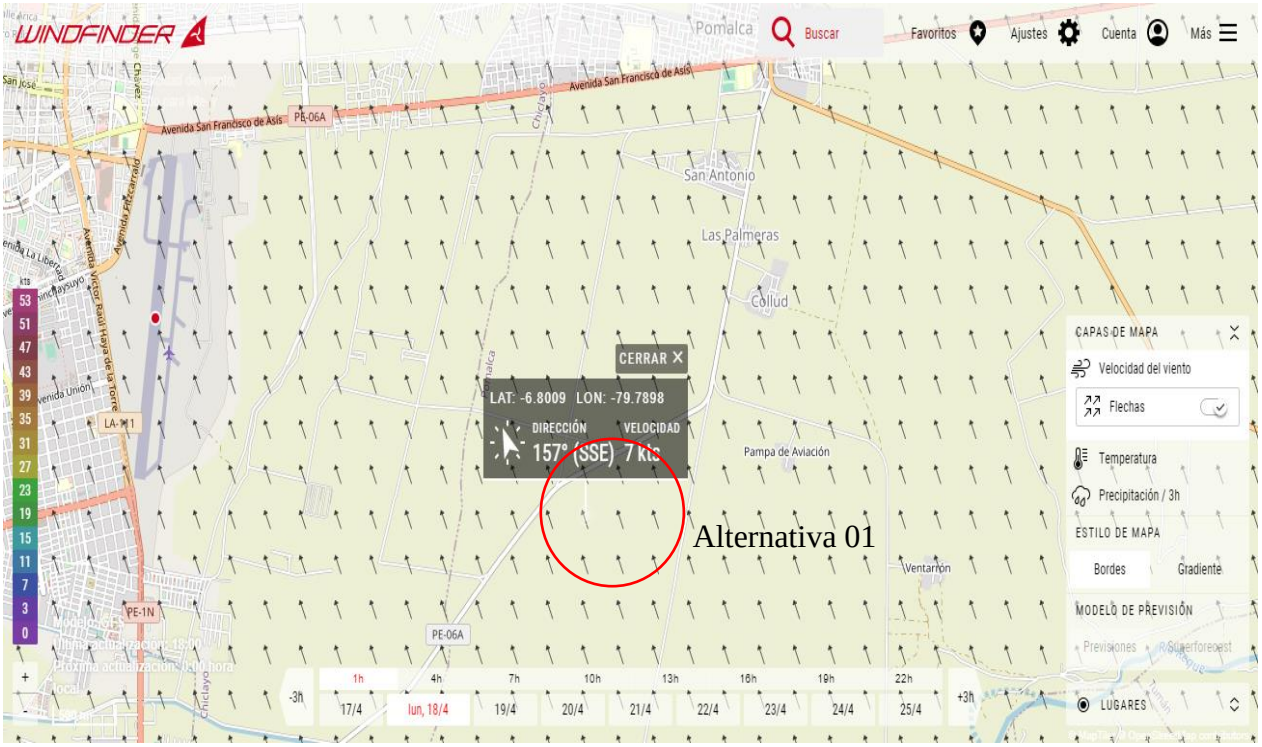
Fuente: Google Earth

Tabla 97: Áreas para relleno sanitario según su clasificación

	CELDA TRANSITORIA Y RELLENO SANITARIO MANUAL (*)	CELDA TRANSITORIA Y RELLENO SANITARIO SEMI MECANIZADO (*)	CELDA TRANSITORIA, RELLENO SANITARIO MECANIZADO (*)Y RELLENO SECO.
	(6t/día)	(50 t/día)	(100 t/día) (800 t/día)
Superficie de terreno para vida útil de 3 años (celda transitoria)	0,25 ha	1,45 ha	3,00 has (15,00 ha)
Superficie de terreno para vida útil de 10 años (Relleno sanitario)	0,75 ha	3,30 ha	(10,00has) (25,00 ha)
Vías, campamento, áreas libres, infraestructura diversa	4,00 ha	5,25 ha	(10,00 has)(10,00 ha)
Superficie mínima recomendable:	**5,00 ha**	**10,00 ha**	**(23,00 ha) (50,00 ha)**

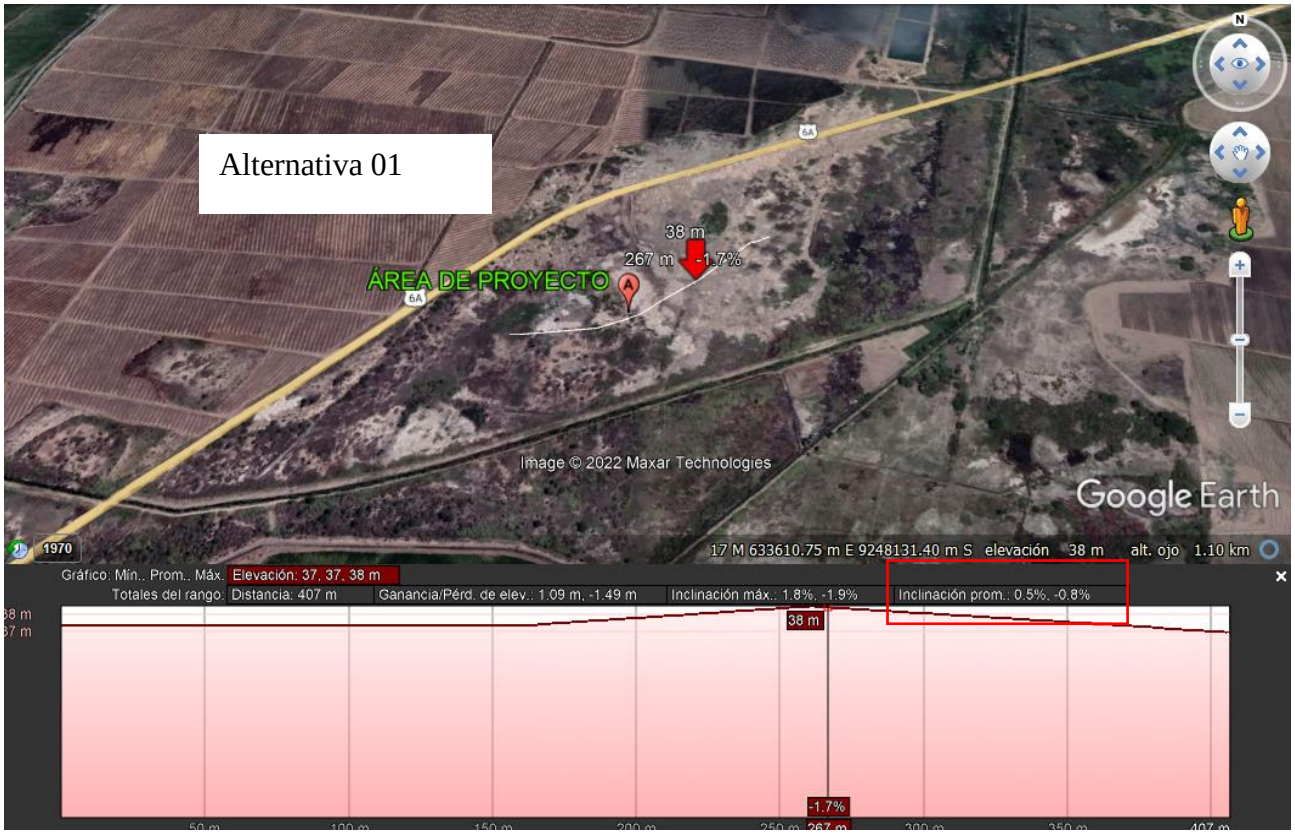
Fuente: Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales.

Figura 36: Dirección predominante del viento en el área del proyecto



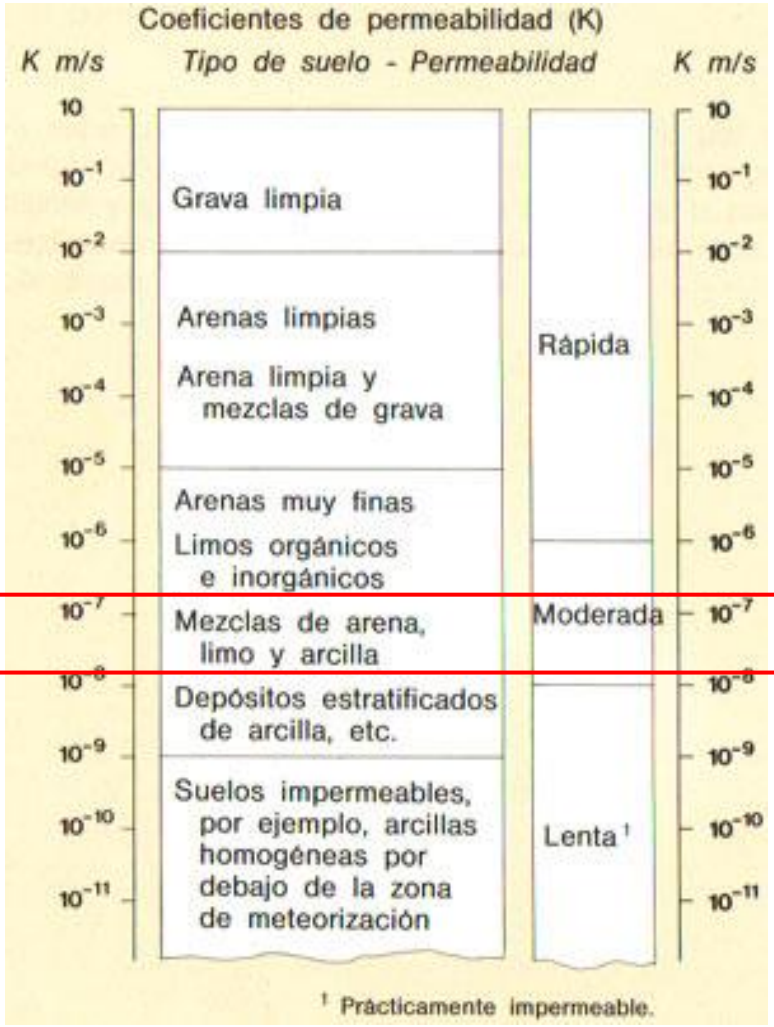
Fuente: WINDFINDER

Figura 37: Pendiente de alternativa 01



Fuente: Google Earth

Figura 38: coeficiente de permeabilidad según suelo



Alternativa 01

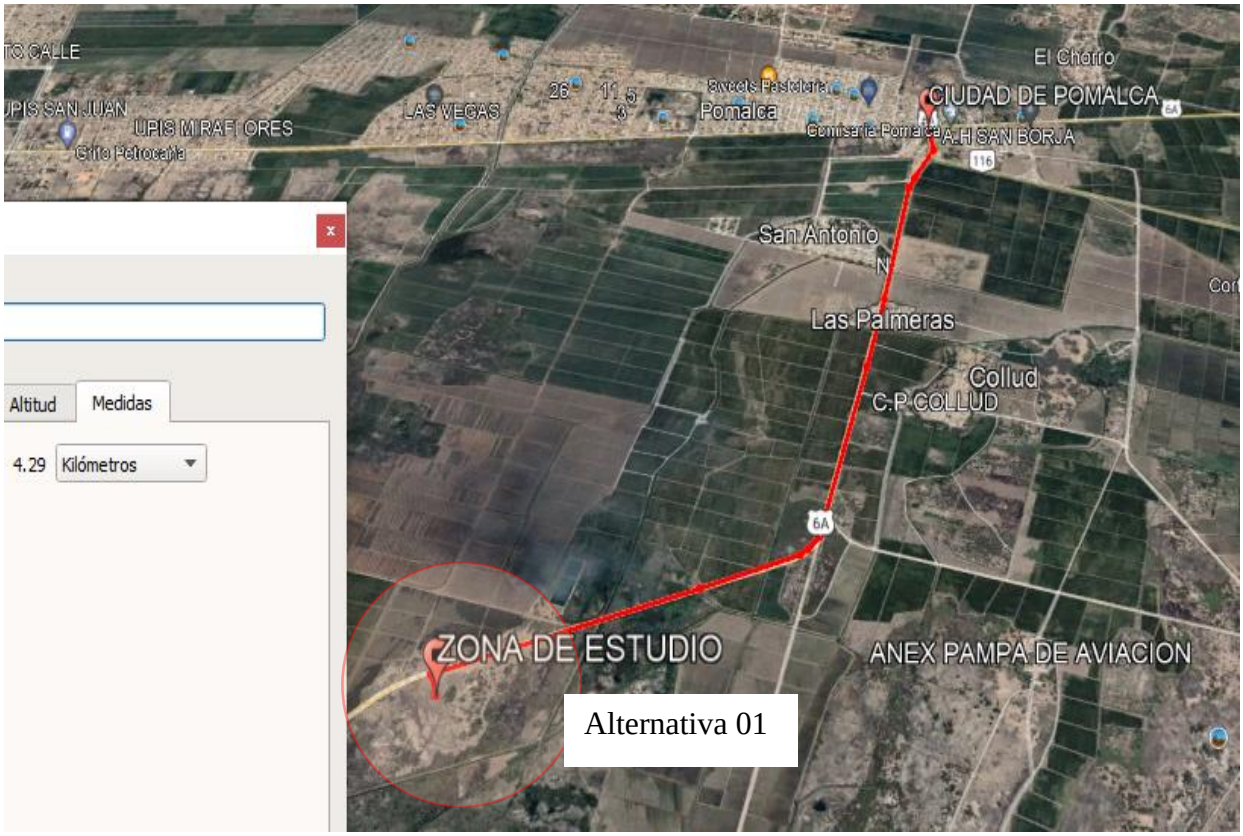
Fuente: La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO

Tabla 98: Tipo de suelo en la alternativa 01, extraído de la mecánica de suelos.

TIPO DE SUELO	DESCRIPCIÓN
SC	ARENAS ARCILLOSAS
SC-SM	ARENAS CON LIMOS Y ARCILLAS
CL	ARCILLAS DE MEDIANA PLASTICIDAD

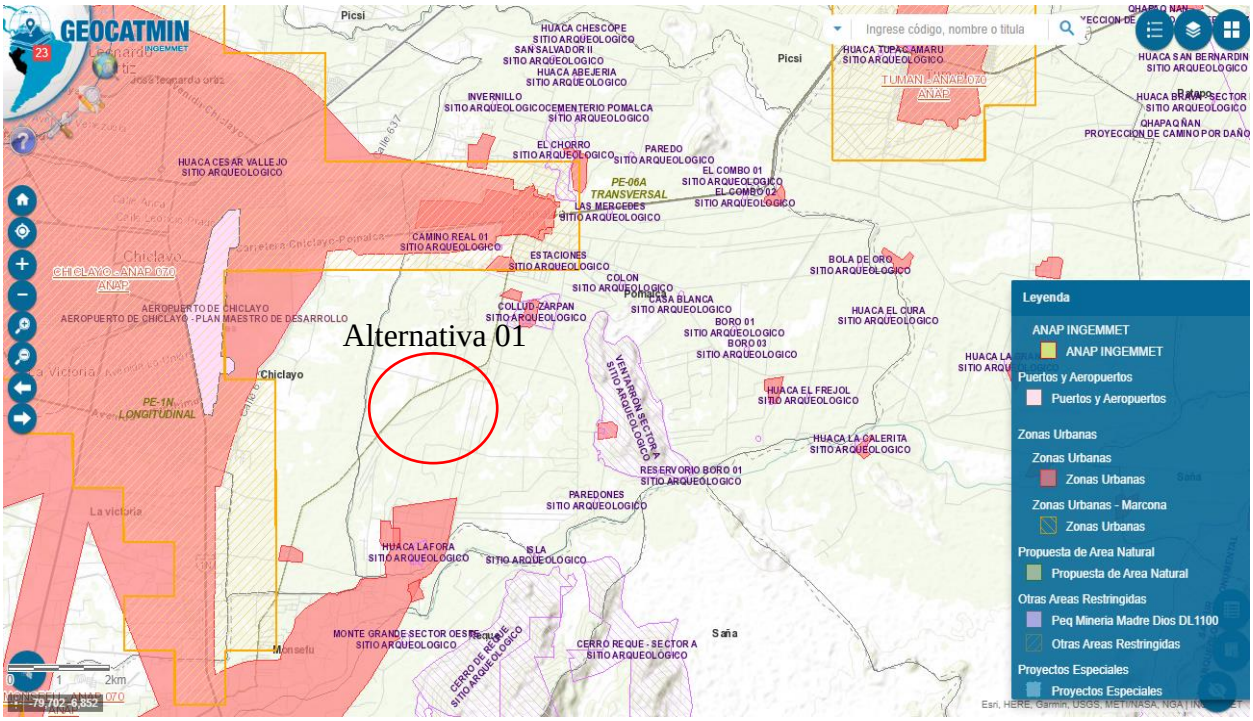
Fuente: propia

Figura 39: Distancia del distrito de Pomalca hacia la zona del proyecto



Fuente: Google Earth.

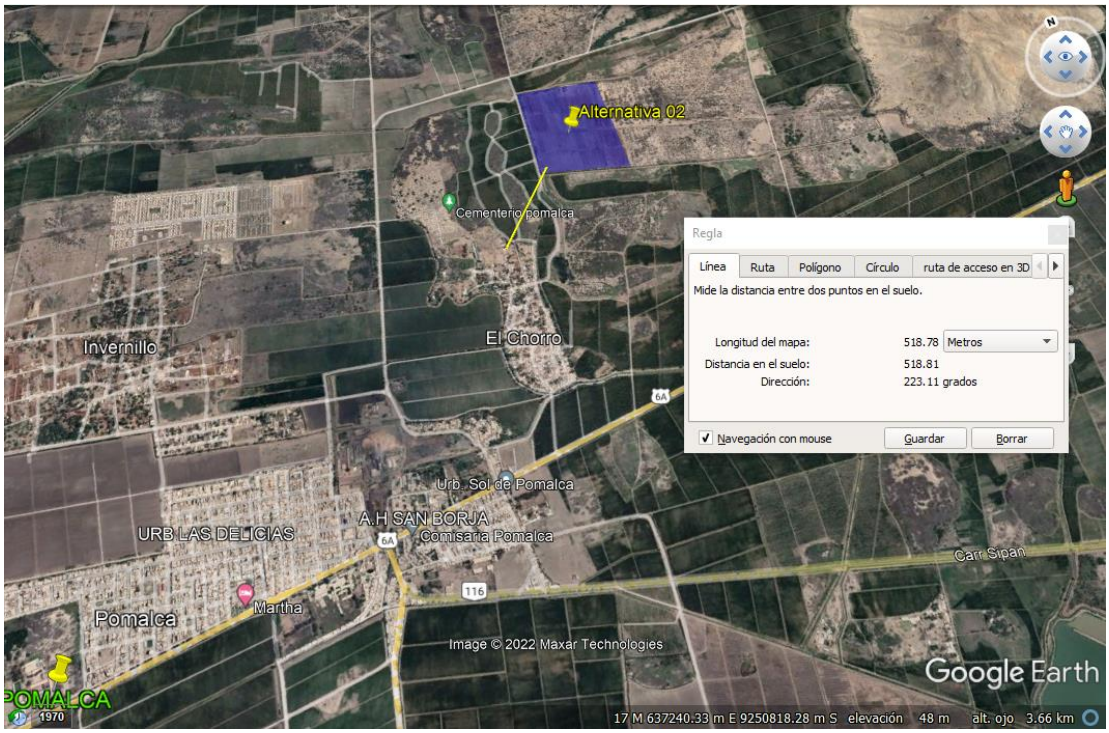
Figura 40: Áreas restringidas y áreas arqueológicas



Fuente: INGEMMET

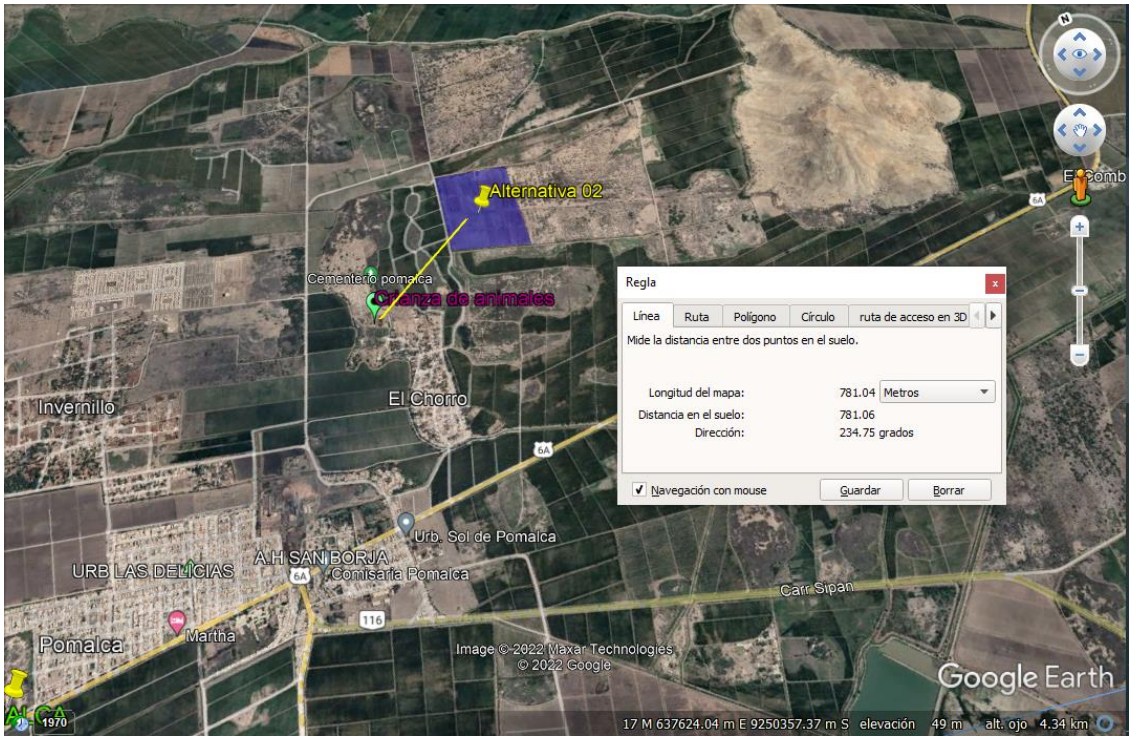
Alternativa 02

Figura 41: Distancia a la población más cercana



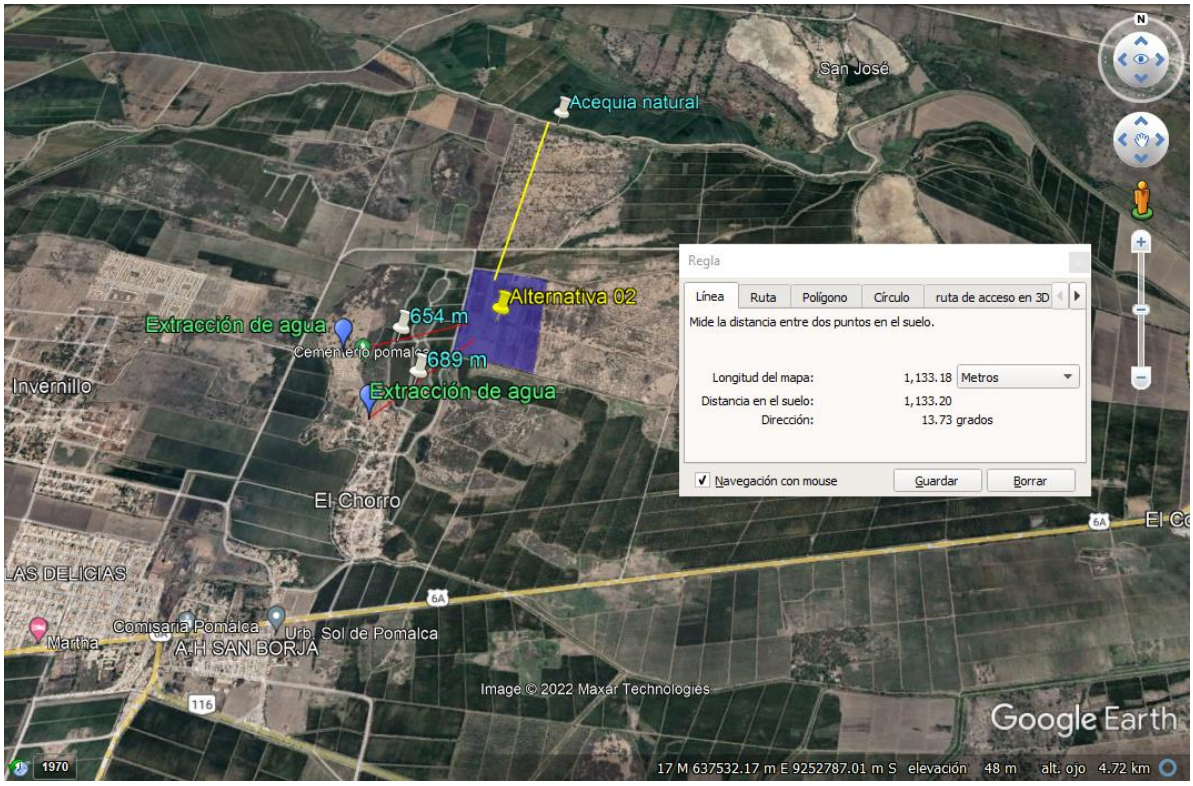
Fuente: Google Earth

Figura 42: Distancia a ganadería más cercana



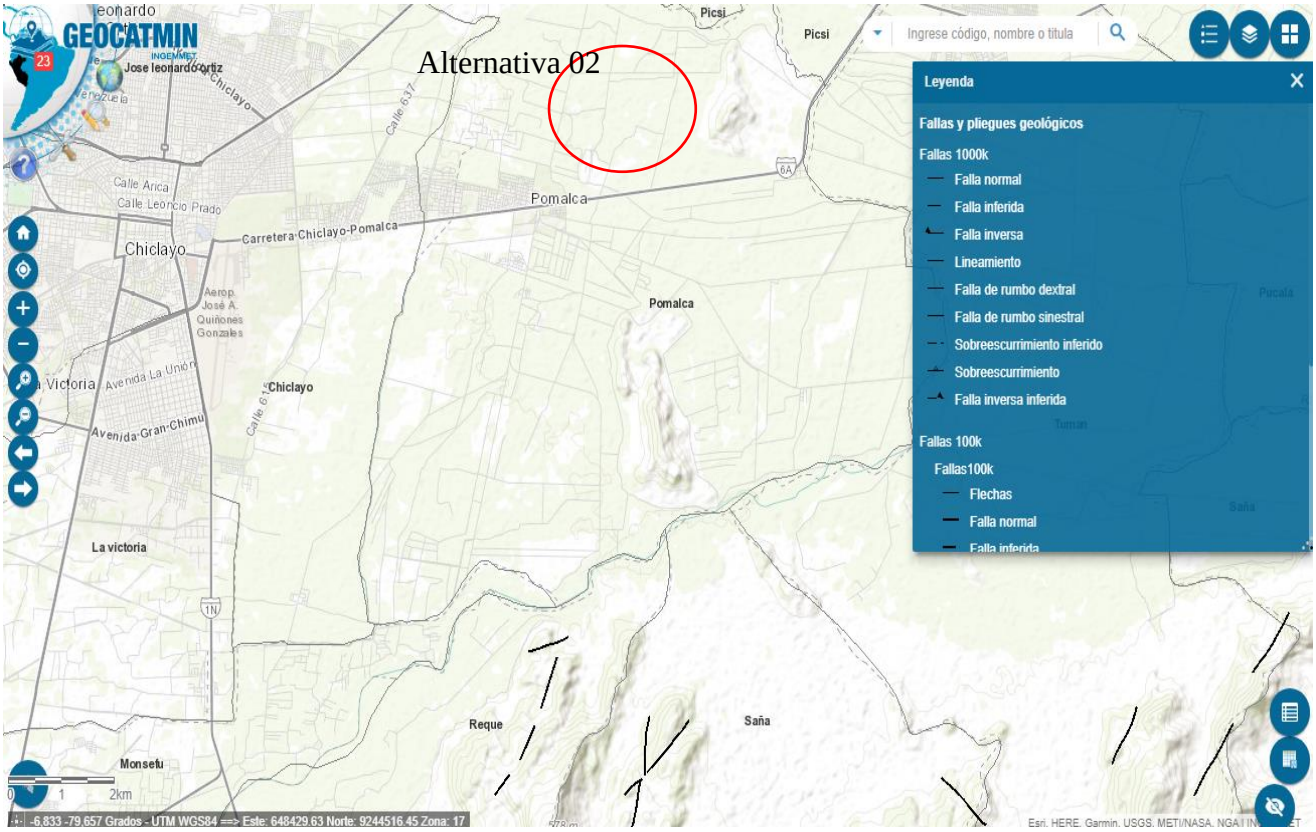
Fuente: Google Earth

Figura 43: Distancia a fuentes de agua superficiales, zonas de pantanos, humedales.



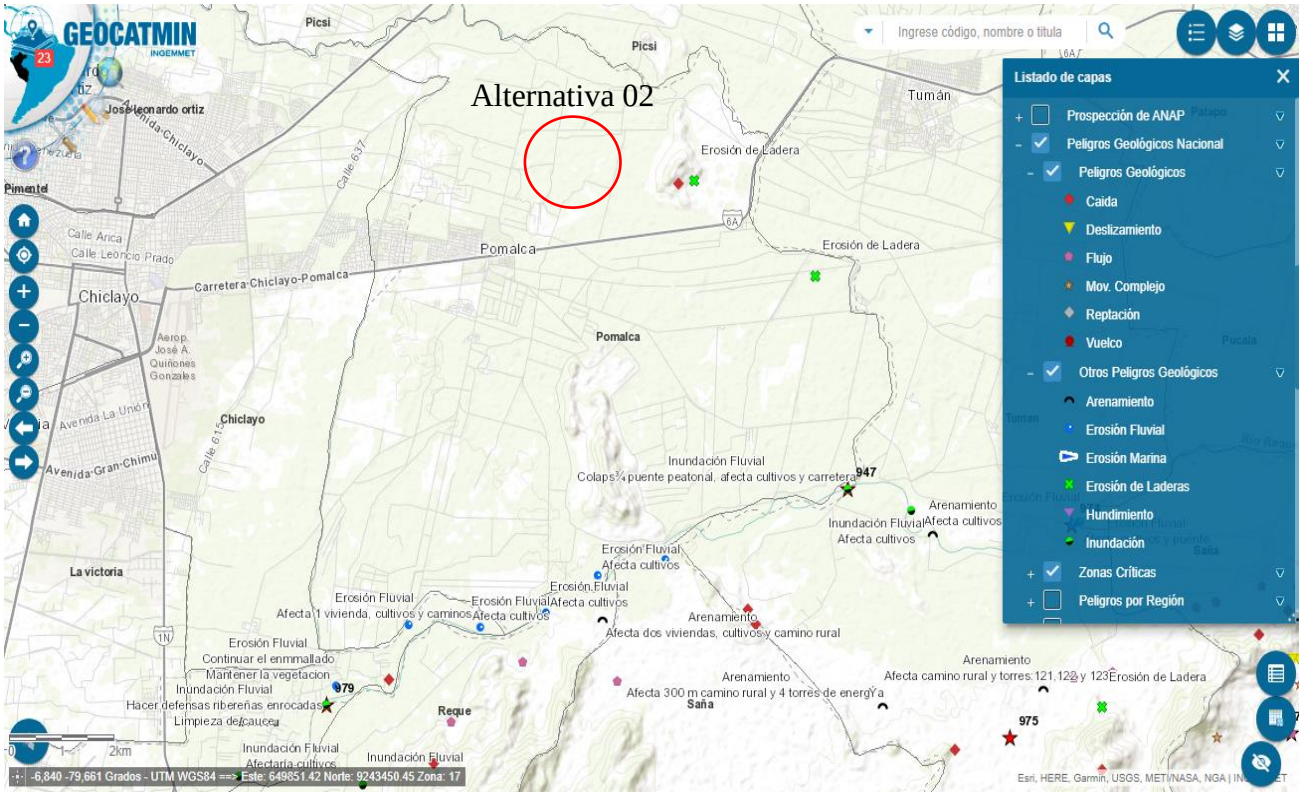
Fuente: Google Earth

Figura 44: Fallas y pliegues geológicas



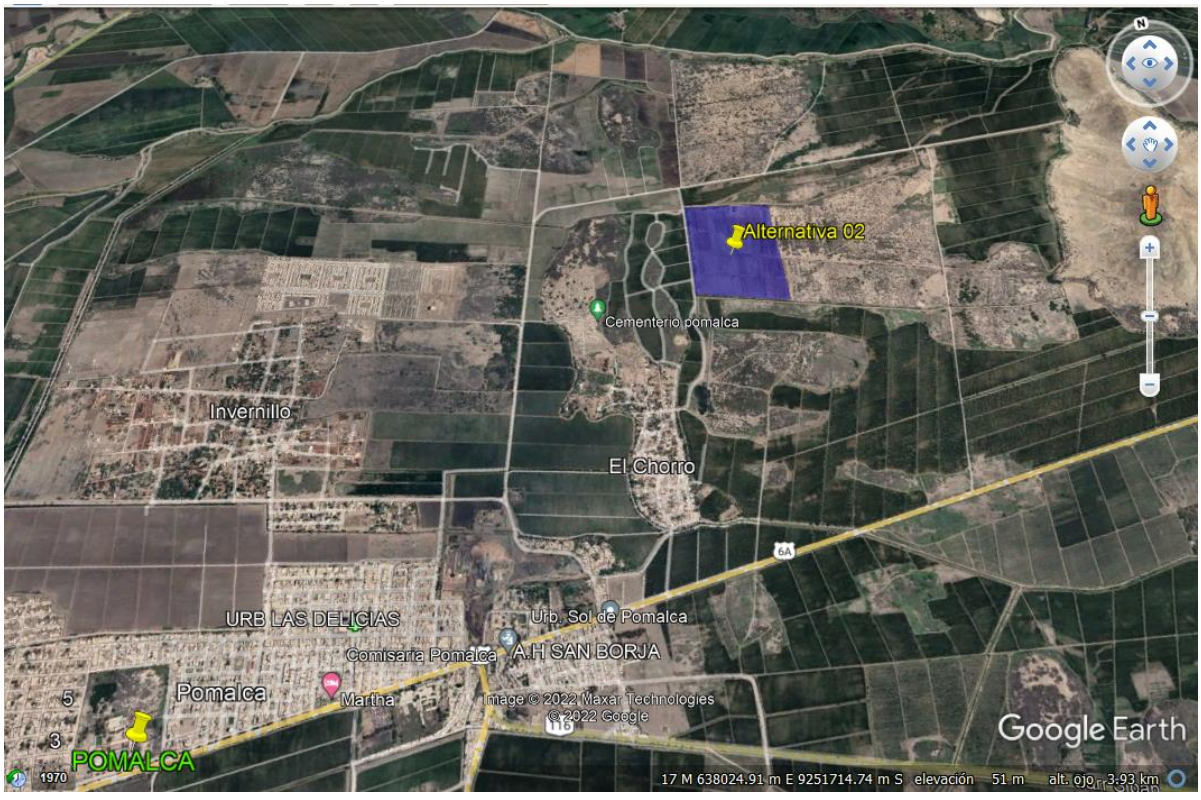
Fuente: INGEMMET

Figura 43: Riesgos geológicos en el distrito de Pomalca



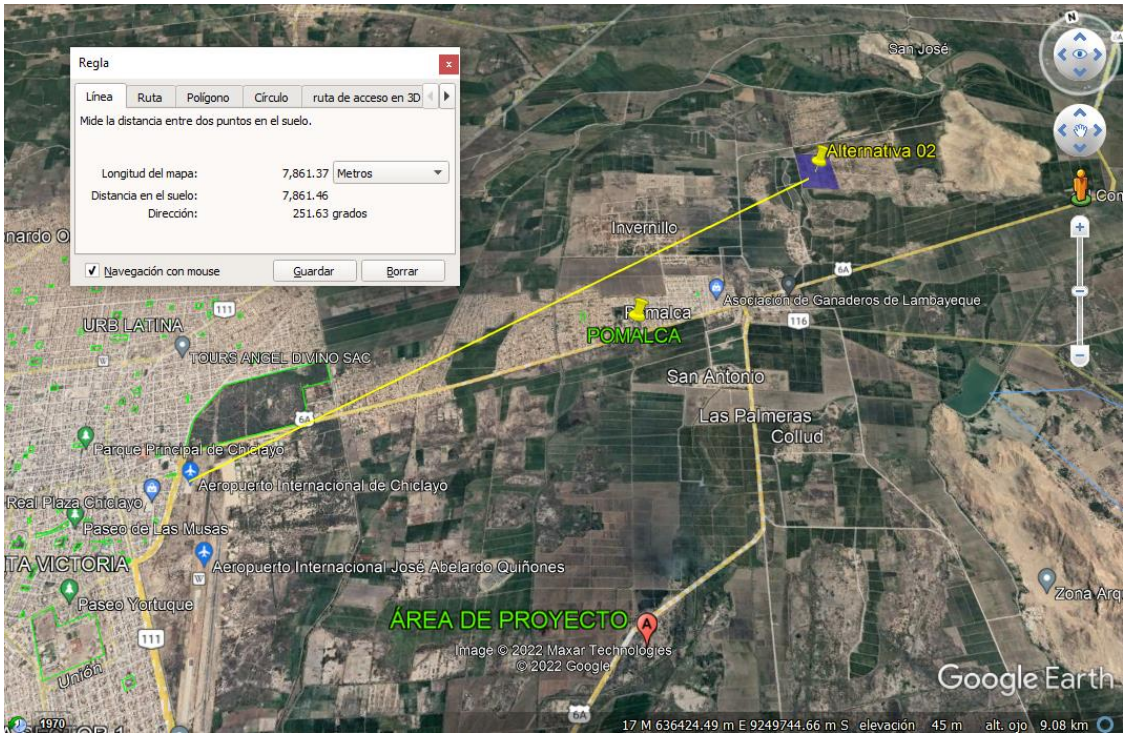
Fuente: INGEMMET

Figura 46: Infraestructuras existentes (embalses, represas, obras hidroeléctricas)



Fuente: Google Earth

Figura 47: Distancia a aeropuerto o pistas de aterrizaje



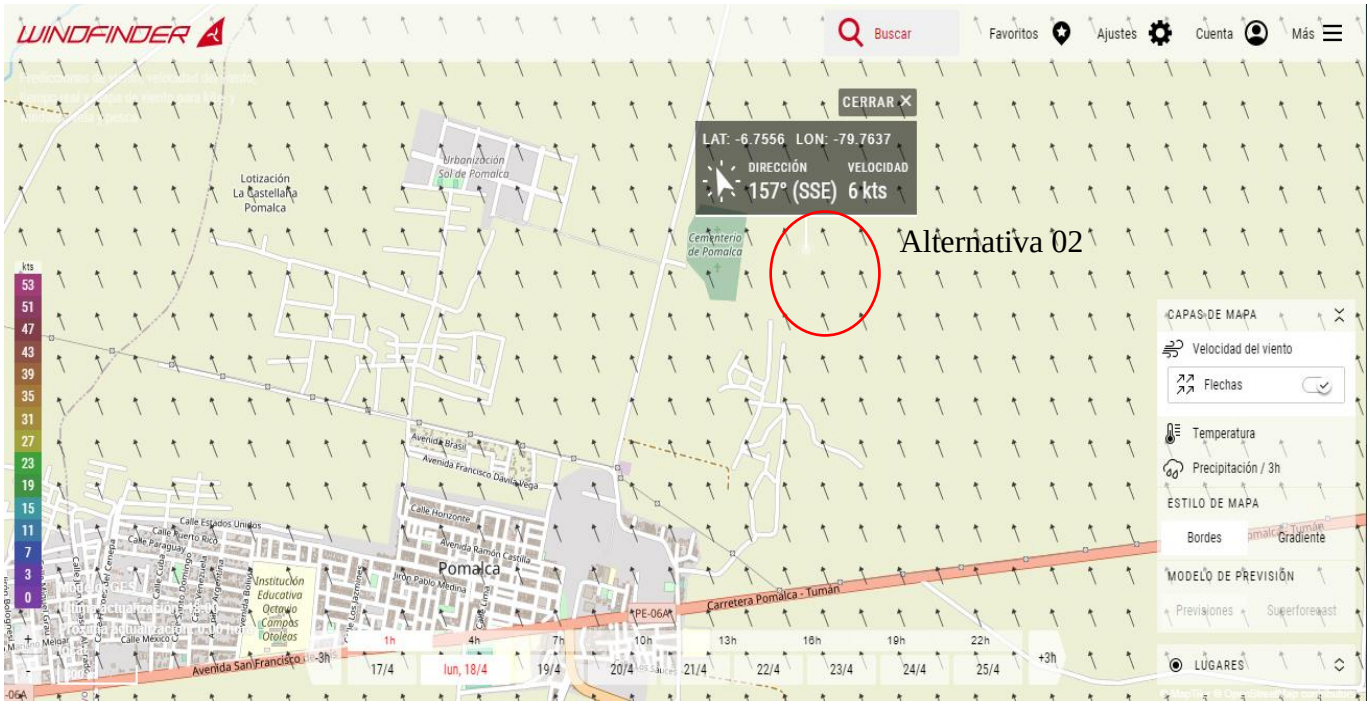
Fuente: Google Earth

Tabla 99: Áreas para relleno sanitario según su clasificación

	CELDA TRANSITORIA Y RELLENO SANITARIO MANUAL (*)	CELDA TRANSITORIA Y RELLENO SANITARIO SEMI MECANIZADO (*)	CELDA TRANSITORIA, RELLENO SANITARIO MECANIZADO (*)Y RELLENO SECO.
	(6t/día)	(50 t/día)	(100 t/día) (800 t/día)
Superficie de terreno para vida útil de 3 años (celda transitoria)	0,25 ha	1,45 ha	3,00 has (15,00 ha)
Superficie de terreno para vida útil de 10 años (Relleno sanitario)	0,75 ha	3,30 ha	(10,00has) (25,00 ha)
Vías, campamento, áreas libres, infraestructura diversa	4,00 ha	5,25 ha	(10,00 has)(10,00 ha)
Superficie mínima recomendable:	**5,00 ha**	**10,00 ha**	**(23,00 ha) (50,00 ha)**

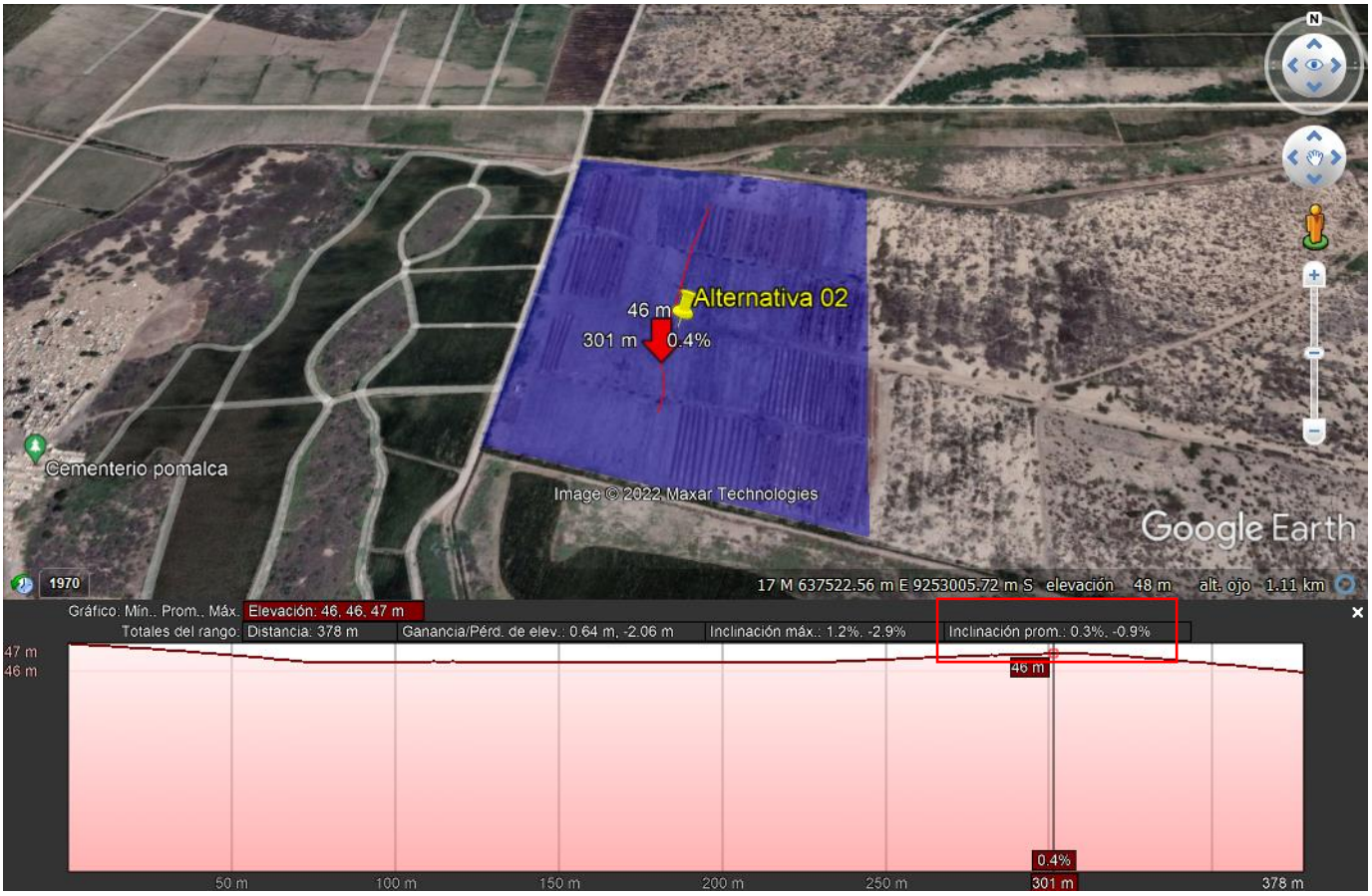
Fuente: Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales.

Figura 48: Dirección predominante del viento en la alternativa 02



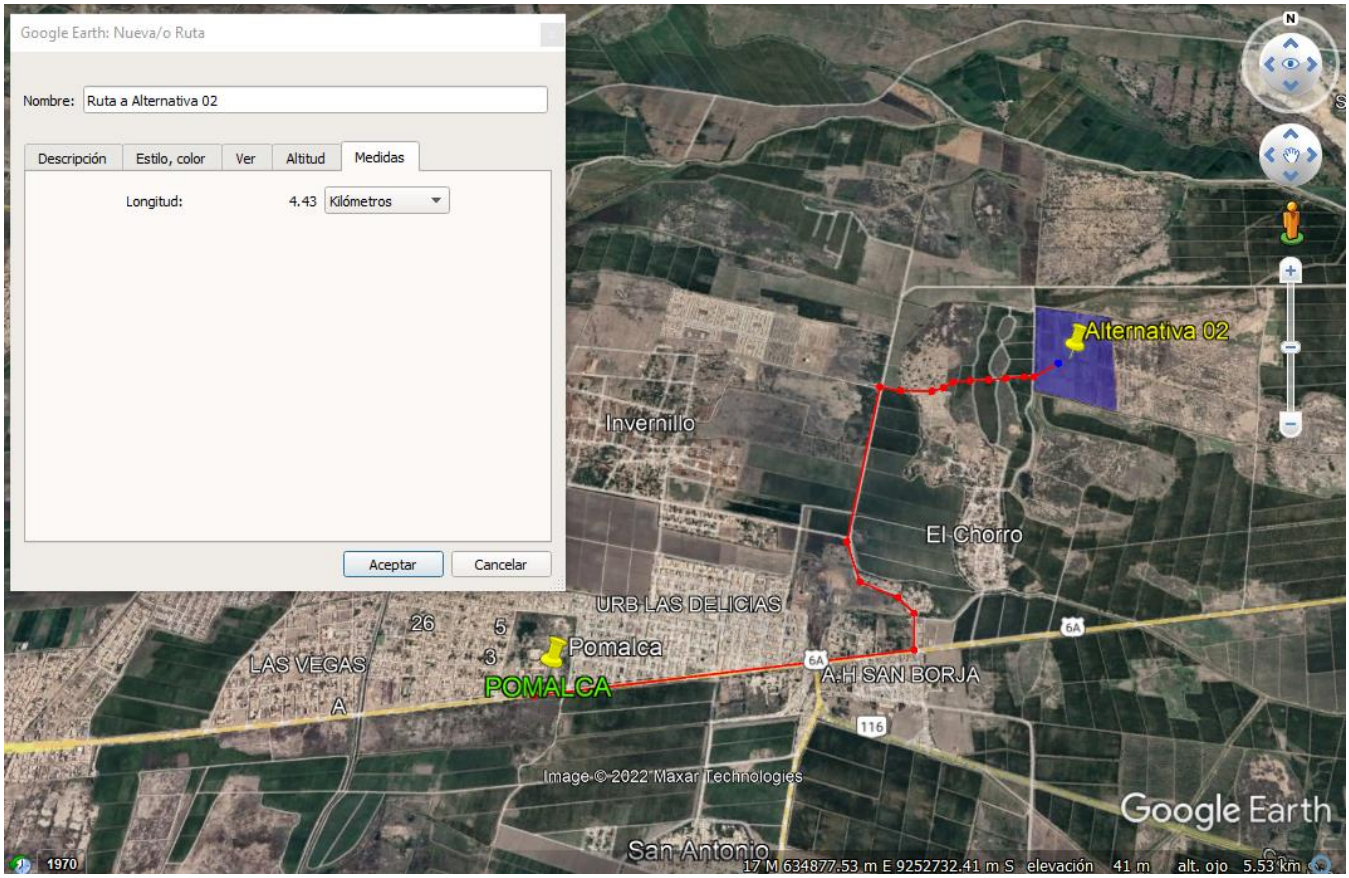
Fuente: WINDFINDER

Figura 49: Pendiente de alternativa 01



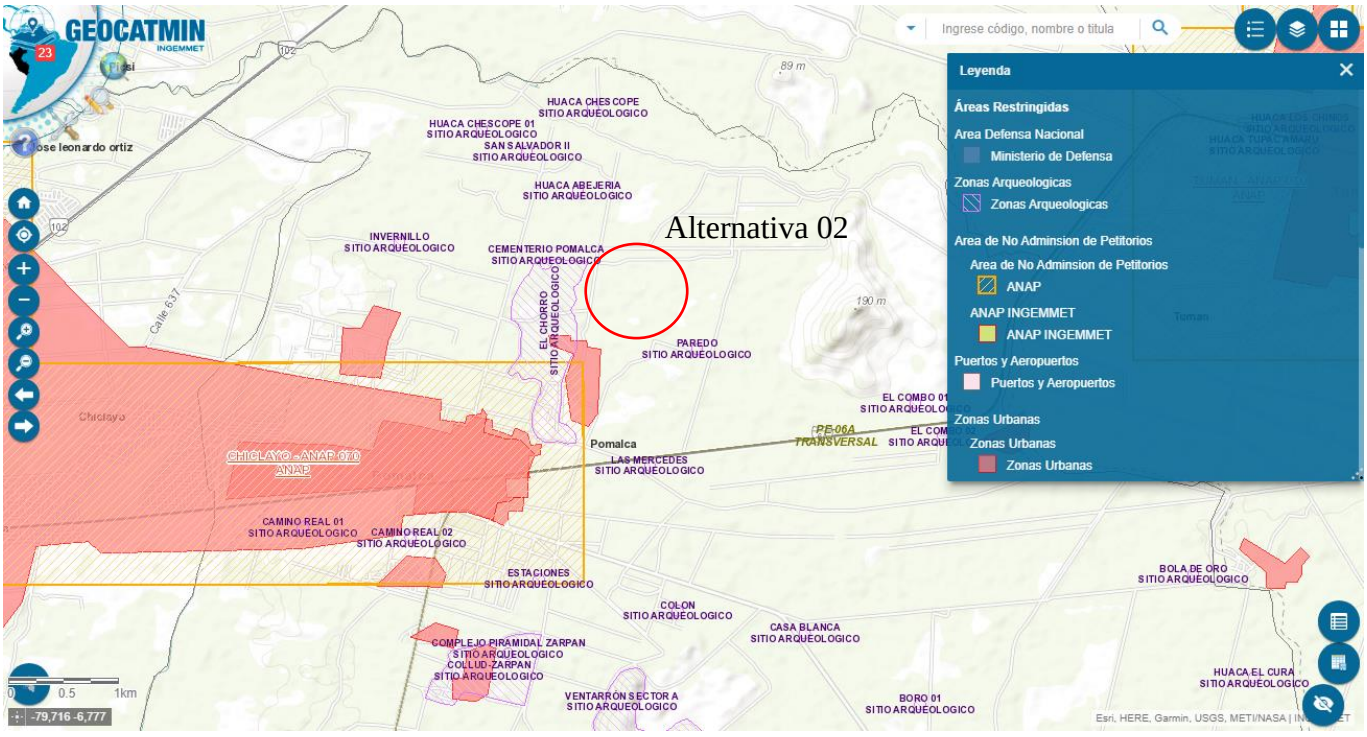
Fuente: Google Earth

Figura 50: Distancia del distrito de Pomalca hacia la zona del proyecto



Fuente: Google Earth.

Figura 51: Áreas restringidas y áreas arqueológicas



Fuente: INGEMMET

ANEXO 05

DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS

1. Objetivo

Realizar los cálculos para el dimensionamiento de las plantas de reciclaje y compostaje para el diseño de la infraestructura para el tratamiento de residuos sólidos del distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque

2. Ubicación

El área de proyecto y por ende de estudio de esta investigación se encuentra ubicado en el distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

3. Metodología

3.1 Parámetros previos

Los datos previos que nos ayudará a dimensionar las plantas de reciclaje y compostaje, como el flujo del destino y los parámetros previos para el proceso. Así mismo, nos ayudará el estudio de caracterización de Residuos Sólidos realizada por la municipalidad del distrito de Pomalca en el año 2019. Con los datos, de generación per cápita, la generación de residuos sólidos diarios, la composición de residuos en aprovechables y no aprovechables.

3.1.1 Dimensiones de áreas

Las áreas que se dimensionarán en este proyecto están relacionadas a los residuos aprovechables (residuos orgánicos e inorgánicos) y los no aprovechables, es por ello que tendremos las siguientes áreas: para el tratamiento de los residuos orgánicos el área de compostaje y para el tratamiento de los residuos inorgánicos el área de reciclaje. Así mismo, para los residuos no aprovechables, se tendrá el área del relleno sanitario.

En la siguiente tabla se presentará la composición em porcentajes y tonelaje que le corresponde a cada tipo de residuos, esta información se estudió y realizó en el año 2019 con su respectiva caracterización de residuos sólidos municipales.

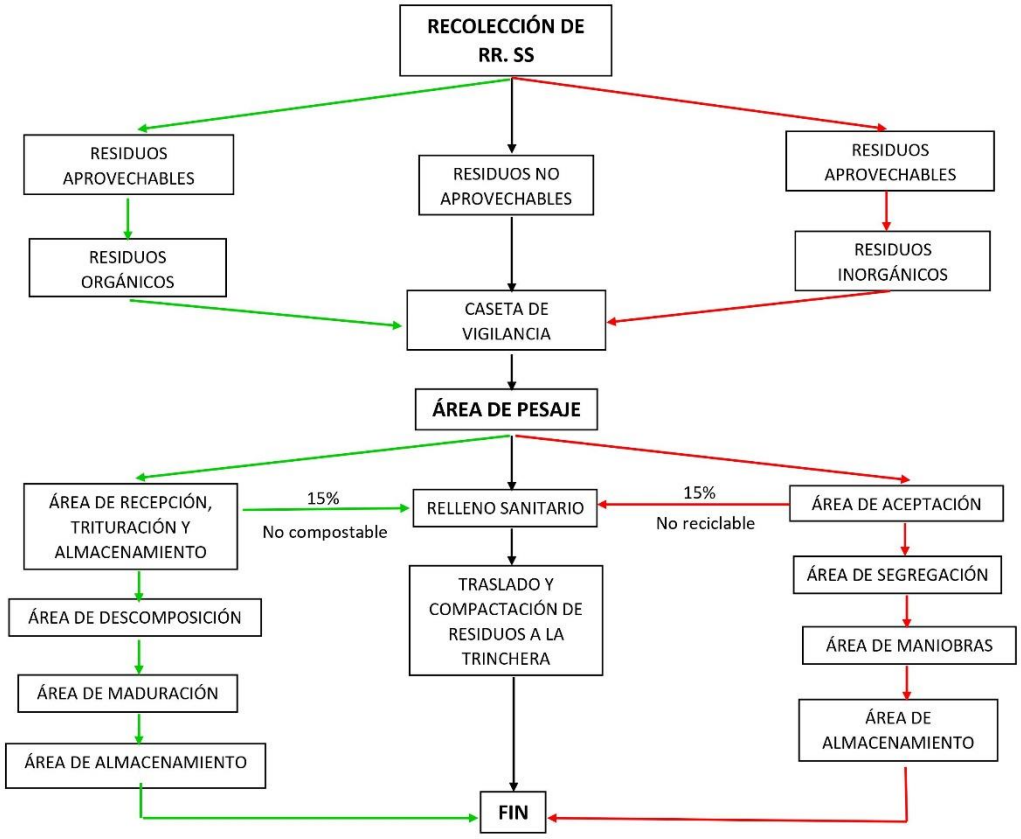
Tabla 1: Distribución de áreas de la planta de tratamiento de RR. SS

Residuos	Áreas
Residuos aprovechables	Planta de Reciclaje
	Planta de Compostaje
Residuos no aprovechables	Relleno Sanitario
	Áreas administrativas y auxiliares

Fuente: propia

3.1.2 Diagrama de flujo

Figura 1: diagrama de flujo



Fuente: propia

3.1.3 Flujo de destino

Teniendo como referencia los residuos domiciliarios y no domiciliarios se obtiene mediante el flujo de destino: el 52.2% será aprovechado a través de una planta de compostaje, el 24.4% será aprovechado a través de una planta de reciclaje y el 23.4% irá como destino final al relleno sanitario.

Tabla 2: Flujo de destino de los residuos sólidos

Datos previos			A. Compostaje		A. Reciclaje		A. Relleno	
			Aprovechable				No aprovechable	
Generación Total	Tn/día	%	Materia Orgánica		Materia Inorgánica			
			Tn/día	%	Tn/día	%	Tn/día	%
Generación Domiciliaria	10.144	85.743%	5.885	58.010	1.978	19.500	2.281	22.490
Generación no domiciliaria y especial	1.687	14.257%	0.292	17.326	0.908	53.808	0.487	28.866
Total	**11.831**	**100%**	**6.177**	**52.209**	**2.886**	**24.391**	**2.768**	**23.399**

Fuente: Elaboración propia con la fuente de la valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

En la siguiente tabla se mostrarán los parámetros que se han utilizado para este proceso de cálculo.

Tabla 3: Parámetros usados en el proceso de cálculo

Parámetros para proceso	Valor	Unidad
Población del año del estudio de caracterización, 2019	25726	hab.
Generación per cápita de residuos sólidos, 2019	0.46	Kg/hab./día
Tasa de crecimiento anual de la generación per cápita de residuos sólidos	1	%
Tasa de crecimiento anual de población	0.99	%

Fuente: Elaboración propia con la fuente de la valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

3.2 Dimensionamiento de la planta de reciclaje (residuos inorgánicos)

La planta de reciclaje que se proyectará está en función a una generación per cápita de 0.112 kg/hab./día para el año 2019 que se realizó el estudio de caracterización de residuos sólidos, con una cantidad de población de 25726 habitantes. Para nuestro año base (año 0), que es el año 2021 se proyectó una generación per cápita de 0.114 kg/hab./día, con una población de 26193 habitantes. Así mismo, teniendo una proyección de 20 años de vida útil, tendremos en el año 2041 una generación per cápita de 0.140 kg/hab./día con una población de 31360 habitantes, esto en base a una tasa de crecimiento poblacional de 0.904% y además de un crecimiento anual de residuos sólidos de 1%. En este intervalo de 20 año se reciclará y procesará aproximadamente 27 950.05 ton de residuos sólidos inorgánicos.

En la siguiente tabla se realizaron los cálculos y se resumen los datos obtenidos para el proceso de dimensionamiento posterior de la planta de tratamiento de residuos inorgánicos aprovechables. Así mismo, se presenta en la tabla la cantidad de residuos sólidos, diaria y anual. Y finalmente se obtiene la cantidad acumulada por la proyección de 20 años de vida útil.

Tabla 4: Cálculo de cantidad de residuos inorgánicos aprovechables para el año 2041.

Proyección de la generación de Residuos Sólidos						
Año	Población (hab.)	Generación Per Cápita (kg/hab./día)	Generación de Residuos			
			Diaria (kg/día)	Anual (kg/año)	Anual (Tn/año)	Total (Tn)
2021	26193	0.114	2997.14	1093954.72	1093.96	
2022	26430	0.116	3054.50	1114891.60	1114.89	
2023	26669	0.117	3112.94	1136223.02	1136.22	
2024	26910	0.118	3172.48	1157955.64	1157.96	
2025	27153	0.119	3233.14	1180096.22	1180.10	
2026	27399	0.120	3295.06	1202695.50	1202.70	
2027	27647	0.121	3358.13	1225717.43	1225.72	
2028	27897	0.123	3422.38	1249169.07	1249.17	
2029	28149	0.124	3487.83	1273057.64	1273.06	
2030	28403	0.125	3554.49	1297390.41	1297.39	
2031	28660	0.126	3622.52	1322220.93	1322.22	27950.05
2032	28919	0.128	3691.81	1347511.52	1347.51	
2033	29181	0.129	3762.51	1373316.89	1373.32	
2034	29445	0.130	3834.52	1399598.68	1399.60	
2035	29711	0.132	3907.85	1426364.78	1426.37	
2036	29979	0.133	3982.53	1453623.23	1453.62	
2037	30251	0.134	4058.85	1481480.10	1481.48	
2038	30524	0.136	4136.43	1509798.20	1509.80	
2039	30800	0.137	4215.57	1538684.40	1538.68	
2040	31079	0.138	4296.30	1568148.70	1568.15	
2041	31360	0.140	4378.49	1598150.35	1598.15	

Fuente: propia

Para la zona de reciclaje de residuos sólidos inorgánicos. Se tendrán las siguientes áreas: área de aceptación, área de segregación, área de compresión y embalaje y área de almacenamiento y/o acopio. Por otro lado, según el estudio de caracterización 2019 realizada por la municipalidad de Pomalca, se tiene una densidad de residuos sólidos de 236.31 kg/m3.

3.2.1 Cálculo del volumen de residuos sólidos inorgánicos

Tabla 5: Volumen de residuos sólidos inorgánicos

Volumen de residuos inorgánicos		
Datos		
Densidad de los residuos, (D)	0.23631	tn/m3
Generación de RSM al año 2041, (G)	4.38	tn/día
Cálculo del volumen de R. S. Inorgánicos		
Volumen de residuos, V= (G/D)	18.53	m3/día

Fuente: propia

3.2.2 Área de aceptación

Esta área es donde se aceptan, reciben, ingresan los residuos inorgánicos. En la siguiente tabla se muestran el proceso de cálculo que se ha realizado para hallar el área de aceptación.

Así mismo, el camión compactador correspondiente a esta sección dejará os residuos el personal empezará la distribución hacia la siguiente área.

Tabla 6: Área de aceptación

Diseño de área de aceptación		
Volumen de residuos, V= (G/D)	18.53	m3/día
Altura de la ruma de los R. Inorgánicos, (h)	1.50	m
Área de recepción diaria, Ar=V/(h)	12.35	m2/día
Tiempo de almacenamiento	10	días
Área Neta, An=Ar*(días)	123.51	m2
Área libre (12%), Al=12%*(An)	14.82	m2
Área total, At=An+Al	**138**	**m2**

Fuente: propia

3.2.3 Área de segregación

Esta área estará comprendida inicialmente por una tolva que recibirá los Residuos Inorgánicos, luego ayudado por una faja transportadora se elevará y llevará los residuos al Trómel que ayudará a poder esparcir los R. Inorgánicos por la faja transportadora que viene luego. En esta segunda faja transportadora se ubicarán el personal que segregarán los R. Inorgánicos. Colocando posteriormente cada tipo de R. I a su respectivo contenedor. Los residuos que no se logre reciclaje será enviado finalmente al Relleno Sanitario.

Considerando un área de sección rectangular, tenemos.

Tabla 7: Área de segregación

Área de segregación		
Ancho	7	m
Largo	20	m
Área total	**140**	**m2**

Fuente: propia

3.2.4 Área de compresión y embalaje

En esta área encontraremos la prensa hidráulica que una vez teniendo almacenado en los contenedores en la etapa anterior se lleva a dicha prensa para ser compactados los Residuos Inorgánicos. Se comprimirá y empacará generando las pacas de R. Inorgánicos.

Tabla 8: Área de compresión y embalaje

Área de compresión y embalaje		
A. de aceptación + A. de segregación	278	m2
Área de Operaciones	30	%
Área total, At=30%*(A. acep+A.segre)	**84**	**m2**

Fuente: propia

3.2.5 Área de maniobras

Se ha considerado esta área, para que se pueda llevar las pacas de los R. Inorgánicos al área final de esta Panta de Reciclaje mediante montacargas de 04 ruedas.

Tabla 9: Área de maniobras

Área de maniobras		
Ancho	7	m
Largo	10	m
Área total	**70**	**m2**

Fuente: propia

3.2.6 Área de almacenamiento final

Posteriormente al compactado los montacargas llevan los R. Inorgánicos al área de almacenamiento final, para su posterior comercialización.

Tabla 10: Área de almacenamiento final

Área de almacenamiento final		
Ancho	7	m
Largo	10	m
Área total	**70**	**m2**

Fuente: propia

3.2.7 Resumen de áreas

Tabla 11: Resumen de áreas de planta de reciclaje

Áreas de la planta de reciclaje		
Área de aceptación	138	m2
Área de segregación	140	m2
Área de prensado y embalaje	84	m2
Área de maniobras	70	m2
Área de almacenamiento y/o acopio	70	m2
Total	**502**	**m2**

Fuente: propia

3.2.8 Capacidad aprovechable y no aprovechable de la Planta de Reciclaje

Según especialistas en los temas de reciclaje y compostaje, mencionar que la productividad de las plantas de reciclaje y compostaje es del 85 al 90%. Es decir, que el restante 10- 15% son residuos que no son aprovechables, ya sea porque no se ha segregado o reciclado correctamente y los mismos desechos de la planta de tratamiento. Es por ello que este 15% de residuos que se ha considerado va al relleno sanitario.

Tabla 12: Capacidad aprovechable y no aprovechable

Capacidad aprovechable de R. R. Inorgánicos		
Generación de RSM al año 2041, (G)	4.38	tn/día
Porcentaje de eficiencia del material reciclado	85	%
Capacidad de tratamiento de RS inorgánicos	3.72	tn/día
Capacidad no aprovechable de R. S. Inorgánicos		
Capacidad de residuos inorgánicos al año 2041	27950.05	tn/año
Porcentaje no aprovechable de RS	15	%
Capacidad transportada hacia el Relleno Sanitario	11.49	tn/día
Volumen de residuos, V= (G/(D)	48.61	m3/día
Volumen transportado hacia el Relleno Sanitario	7.29	m3/día

Fuente: propia

3.3 Dimensionamiento de la planta de compostaje (residuos orgánicos)

La planta de compostaje que se proyectará está en función a una generación per cápita de 0.240 kg/hab./día para el año 2019 que se realizó el estudio de caracterización de residuos sólidos, con una cantidad de población de 25726 habitantes. Para nuestro año base (año 0), que es el año 2021 se proyectó una generación per cápita de 0.245 kg/hab./día, con una población de 26193 habitantes. Así mismo, teniendo una proyección de 20 años de vida útil, tendremos en el año 2041 una generación per cápita de 0.299 kg/hab./día con una población de 31360 habitantes, esto en base a una tasa de crecimiento poblacional de 0.904% y además de un crecimiento anual de residuos sólidos de 1%. En este intervalo de 20 año se reciclará y procesará aproximadamente 59 826.59 ton de residuos sólidos orgánicos.

En la siguiente tabla se realizaron los cálculos y se resumen los datos obtenidos para el proceso de dimensionamiento posterior de la planta de tratamiento de residuos orgánicos aprovechables. Así mismo, se presenta en la tabla la cantidad de residuos sólidos, diaria y anual. Y finalmente se obtiene la cantidad acumulada por la proyección de 20 años de vida útil.

Tabla 13: Cálculo de cantidad de residuos orgánicos aprovechables para el año 2041.

Proyección de la generación de Residuos Sólidos						
Año	Población (hab.)	Generación Per Cápita (kg/hab./día)	Generación de Residuos			
			Diaria (kg/día)	Anual (kg/año)	Anual (Tn/año)	Total (Tn)
2021	26193	0.245	6415.32	2341590.87	2341.59	
2022	26430	0.247	6538.10	2386405.88	2386.41	
2023	26669	0.250	6663.19	2432065.42	2432.07	
2024	26910	0.252	6790.64	2478583.72	2478.58	
2025	27153	0.255	6920.48	2525975.23	2525.98	
2026	27399	0.257	7053.01	2574348.59	2574.35	
2027	27647	0.260	7188.02	2623626.62	2623.63	
2028	27897	0.263	7325.55	2673824.46	2673.82	
2029	28149	0.265	7465.64	2724957.51	2724.96	
2030	28403	0.268	7608.33	2777041.38	2777.04	
2031	28660	0.271	7753.95	2830190.68	2830.19	59826.59
2032	28919	0.273	7902.26	2884324.75	2884.33	
2033	29181	0.276	8053.59	2939560.68	2939.56	
2034	29445	0.279	8207.72	2995816.38	2995.82	
2035	29711	0.282	8364.68	3053108.76	3053.11	
2036	29979	0.284	8524.53	3111454.98	3111.46	
2037	30251	0.287	8687.90	3171082.12	3171.08	
2038	30524	0.290	8853.96	3231696.53	3231.70	
2039	30800	0.293	9023.36	3293526.92	3293.53	
2040	31079	0.296	9196.15	3356594.75	3356.60	
2041	31360	0.299	9372.09	3420812.75	3420.81	

Fuente: propia

Para la zona de compostaje de residuos sólidos orgánicos. Se tendrán las siguientes áreas: área de recepción, trituración y almacenamiento, área descomposición, área de curado o maduración, área de post tratamiento y área de almacenamiento de lixiviados. Por otro lado, según el estudio de caracterización 2019 realizada por la municipalidad de Pomalca, se tiene una densidad de residuos sólidos de 236.31 kg/m3.

3.3.1 Cálculo del volumen de residuos sólidos orgánicos

Hallamos el volumen de residuos sólidos orgánicos que ingresan a la planta de compostaje. Teniendo la proyección de la generación de residuos sólidos municipales orgánicos al año 2041 y dividiendo con la densidad correspondiente. Hallamos el volumen en m3/día. En la siguiente tabla se puede apreciar.

Tabla 14: Volumen de residuos sólidos orgánicos

Volumen de residuos sólidos orgánicos		
Densidad de los residuos, (D)	0.23631	tn/m3
Generación de RSM al año 2041, (G)	9.37	tn/día
Cálculo del volumen de R. S. Orgánicos		
Volumen de residuos, V= (G/D)	39.65	m3/día

Fuente: propia

3.3.2 Área de recepción, trituración y almacenamiento temporal

En esta área se recibe el volumen de material orgánico, se realizarán las tareas de recepción, pesaje, separación, clasificación y almacenamiento temporal. Así mismo, un punto importante es la separación del material orgánica de las impurezas que no ayuden al proceso y tenga que separarse llevando al relleno sanitario. Por otro lado, se tiene en cuenta que puede estar de 2 a 3 días, pasando este intervalo de tiempo comenzará a generar malos olores. También, se ha tenido previsto para esta área, adicionar un 15% de área libre para el manejo de los residuos mediante equipos o herramientas. En la siguiente tabla se muestra los análisis realizados.

Tabla 15: Área de recepción

Área de recepción, trituración y almacenamiento		
Tiempo de almacenamiento, (t)	2	días
Vol. De residuos aceptados, V= (G/D)	79.30	m3
Altura de material recepcionados de R. Orgánicos, (h)	1.50	m
Área de recepción diaria, Ar=(V/(h)*(t)	52.87	m2
Área libre (15%), El=15%*(Ar)	7.93	m2
Área total, At=Ar+El	**61.00**	**m2**

Fuente: propia

3.3.3 Área de descomposición

Por la experiencia de los expertos la productividad de una planta de compostaje es del 85 - 90% del volumen del total de residuos orgánicos que llegan, este porcentaje se tendrá en cuenta en esta fase. Por otro lado, en esta área se realizarán actividades de mezcla, riego y control de parámetros del proceso de compostaje.

Para este análisis se tendrá en cuenta el tiempo que estará en el área de descomposición, que va desde 6 a 8 semanas. En las diferentes tablas se presentan los análisis realizados.

Tabla 16: Volumen de pila de degradación

Volumen de pila de degradación		
Cantidad de residuos compostables	9.37	Tn/día
Porcentaje de eficiencia del material compostable	85	%
Capacidad de tratamiento de RS inorgánicos, (G)	7.96	tn/día
Tiempo de descomposición, (Tdes)	6	semanas
Densidad de los residuos, (D)	0.23631	Tn/m3
Volumen de pila de degradación, (Vpila)	**1415.55**	**m3**

Fuente: propia

Tabla 17: Longitud total de la pila de descomposición

Longitud total de la pila de descomposición		
Volumen de pila de degradación, (Vpila)	1415.55	m3
Base de la pila, (Bp)	3.00	m
Altura de la pila, (hp)	1.50	m
Longitud total de la pila calculada, (Lpcal.)	**629.13**	**m**

Fuente: propia

Tabla 18: Número total de pilas

Cálculo del número total de pilas		
Longitud total de la pila calculada, (Lpcal.)	629.13	m
Longitud estándar de la pila, (Lp)	20.00	m
Número de pilas, (N°pilas)	**32.00**	

Fuente: propia

Se ha dimensionado las rumas con parámetros estándares, puesto en práctica y aceptados en los diseños de planta de compostaje. Por otro lado, la separación entre pilas está en intervalo de 2.5 a 3m esta con la intención de tener un correcto desplazamiento del personal, herramientas o maquinara que ayude con el proceso.

Tabla 19: Dimensionamiento de las rumas o pilas

Dimensionamiento de las rumas o pilas		
Base de la pila, (Bp)	3.00	m
Longitud estándar de la pila, (Lp)	20.00	m
Altura de la pila, (hp)	1.50	m
Separación de pilas, (Sp)	3.00	m

Fuente: propia

Tabla 20: Área de pilas de descomposición

Área de pilas de descomposición		
Número de pilas, (N°pilas)	32.00	
Longitud estándar de la pila, (Lp)	20.00	m
Base de la pila, (Bp)	3.00	m
Área de pilas para la descomposición, (Apilas)	**1920.00**	**m2**

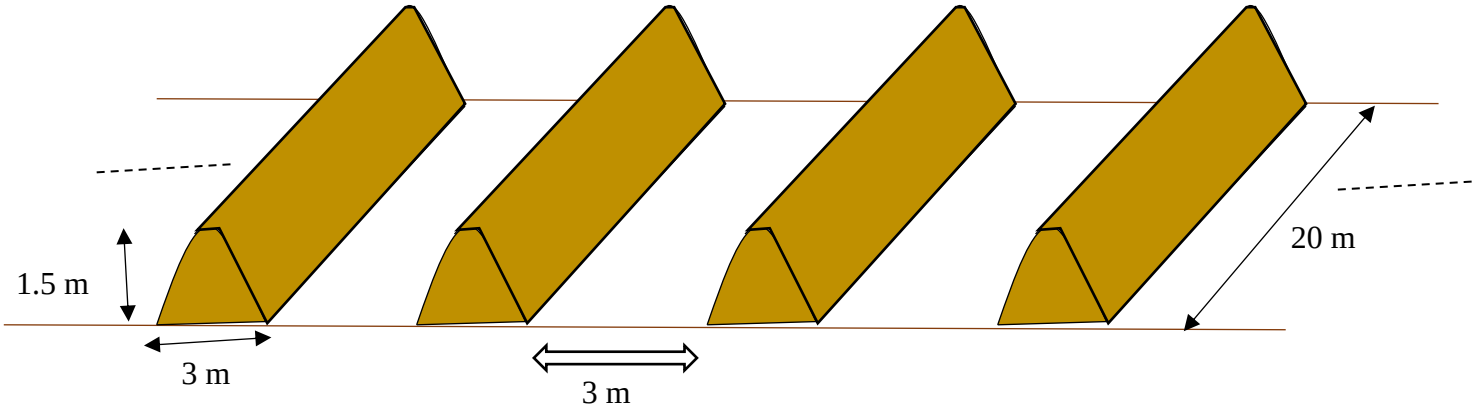
Fuente: propia

Tabla 21: Área de separación de pilas

Área de separación de pilas		
Número de pilas, (N°pilas)	32.00	
Separación de pilas, (Sp)	3.00	m
Longitud estándar de la pila, (Lp)	20.00	m
Área de separación de pilas, (As.pilas)	**580.00**	**m2**

Fuente: propia

Figura 2: Pilas de compostaje del área de descomposición



Fuente: propia

Calculando el área total de pilas y el área de separación de estas, obtenemos el área total para el área de descomposición. Así mismo se tendrá en cuenta al momento de diseñar que la base mínima de las áreas es de 20m.

Tabla 22: Área total de descomposición

Área total de descomposición		
Área de pilas para de descomposición, (Apilas)	1920.00	m2
Área de separación de pilas, (As.pilas)	580.00	m2
Área total de descomposición; Atdes=Aspilas+Apilas	**2500.00**	**m2**

Fuente: propia

3.3.4 Área de curado o maduración

Después de las 6 a8 semanas de descomposición llegan a esta área de maduración, dando continuidad a la fase final de degradación. Se medirá la temperatura que sea estable y genera la maduración y finalmente la generación del compost. En esta área consideramos el tiempo que va de 2 a 4 semanas y los espacios específicos. En las siguientes tablas se mostrarán los análisis realizados.

Se ha considerado un área triangular como sección transversal de las pilas, rumas o hileras.

Tabla 23: Área transversal de la pila

Área transversal de la pila		
Base de la pila, (Bp)	3.00	m
Altura de la pila, (hp)	1.50	m
Área transversal de la pila, (Atrs.pila)	**2.25**	**m2**

Fuente: propia

En esta área se considera la mitad del volumen del proceso anterior, es decir de las pilas de descomposición, dado que el agua ha disminuido.

Tabla 24: Longitud de la pila de maduración

Longitud total de la pila de maduración		
Volumen de la pila, (1/2 *Vpila)	707.78	m3
Área transversal de la pila, (Atrs.pila)	2.25	m2
Longitud total de la pila de maduración, (Lt.madur)	**314.57**	**m**

Fuente: propia

Tabla 25: Cálculo del número total de pilas

Cálculo del número total de pilas		
Longitud total de la pila de maduración, (Lt.madur)	314.57	m
Longitud estándar de la pila, (Lp)	20.00	m
Número de pilas, (N°pilas)	**16.00**	

Fuente: propia

Tabla 26: Área de pilas de maduración

Área de pilas de maduración		
Número de pilas, (N°pilas)	16.00	
Longitud estándar de la pila, (Lp)	20.00	m
Base de la pila, (Bp)	3.00	m
Área de pilas para la maduración, (Apilas)	**960.00**	**m2**

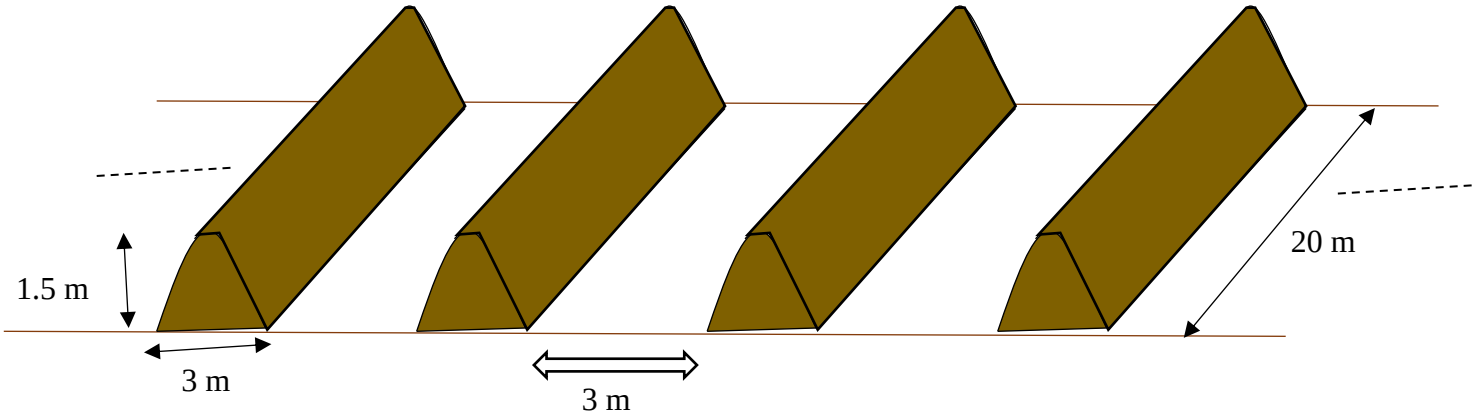
Fuente: propia

Tabla 27: Área de separación de pilas

Área de separación de pilas		
Número de pilas, (N°pilas)	16.00	
Separación de pilas, (Sp)	3.00	m
Longitud estándar de la pila, (Lp)	20.00	m
Área de separación de pilas, (As.pilas)	**260.00**	**m2**

Fuente: propia

Figura 3 : Pilas de compostaje del área de maduración



Fuente: propia

Calculando el área total de pilas y el área de separación de estas, obtenemos el área total para el área de maduración. Así mismo se tendrá en cuenta al momento de diseñar que la base mínima de las áreas es de 20m.

Tabla 28: Área total de maduración

Área total de maduración		
Área de pilas para de maduración, (Apilas)	960.00	m2
Área de separación de pilas, (As.pilas)	260.00	m2
Área total de maduración, Atdes=Aspilas+Apilas	**1220.00**	**m2**

Fuente: propia

3.3.5 Área de post tratamiento

Pasando del proceso de maduración el material resultante debe tener un espacio donde se mejoren las características de refinación y empaque para luego ser vendida. Por tal motivo, esta área debe contar con un cribado con la razón de sacar las partículas impropias y un embalaje con la intención de empacar el compost que genere presencia comercial. En las siguientes tablas se mostrarán los análisis realizados.

En la tabla se presentan medidas estándares para el cribado.

Tabla 29: Área de criba

Área de criba		
Longitud la criba, (Lcr)	7.00	m
Ancho de criba, (An.cr)	3.00	m
Altura de criba, (hcr)	3.00	m
Área de la criba, (A.cri)	**21.00**	**m2**

Fuente: propia

Tabla 30: Área de post tratamiento

Área de post tratamiento		
Volumen de pila, (1/3* Vpila)	471.85	m3
Altura de criba, (hcr)	3.00	m
Área de la criba, (A.cri)	21.00	m2
Área de post tratamiento, (A.post.trat.)	**179.00**	**m2**

Fuente: propia

Se considera esta área adicional para almacenar el compost empaquetado, la altura de almacenamiento y el tiempo de almacenamiento.

Tabla 31: Área de almacenamiento

Área de almacenamiento		
Volumen de pila, (1/3* Vpila)	471.85	m3
Tiempo de almacenamiento, (t.alm)	7.00	días
Altura de almacenamiento, (h.alm)	3.00	m
Área de almacenamiento, (A.alm)	**1101.00**	**m2**

Fuente: propia

Calculando el área total de post tratamiento y el de almacenamiento, obtenemos el área total para el área de post tratamiento. Así mismo se tendrá en cuenta al momento de diseñar que la base mínima de las áreas es de 20m.

Tabla 32: Área total de post tratamiento

Área total de post tratamiento		
Área de post tratamiento, (A.post.trat.)	179.00	m2
Área de almacenamiento, (A.alm)	1101.00	m2
Área total de post tratamiento, At.post.trat	**1280.00**	**m2**

Fuente: propia

3.3.6 Área de recepción de lixiviados

Los lixiviados que se generan en las áreas de descomposición y maduración deben ser recirculadas a su almacenamiento y ser transportado a instalaciones externas para su posterior tratamiento.

En la siguiente tabla se presentan el cálculo del volumen de lixiviados que se generan

Tabla 33: Volumen de lixiviados de la descomposición

Volumen de lixiviados de la descomposición		
Capacidad de tratamiento de RS inorgánicos, (G)	7.96	tn/día
Porcentaje de lixiviados generado por tonelada	5.00	%
Tiempo de descomposición, (Tdes)	6	semanas
Factor de seguridad, FS	1.50	
Volumen de lixiviado de la descomposición, (Vlixi)	**25.09**	**m3**

Fuente: propia

Se considera que esta área tiene cobertura, es decir no se tomará en cuenta las precipitaciones.

Tabla 34: Volumen de lixiviados generados por las lluvias

Volumen de lixiviados generados por las lluvias		
Área de pilas para la descomposición, (Apilas)	1920.00	m2
Lluvia máxima en 24 horas para un periodo de retorno de 10 años	0.00	Lt/m2
Factor de seguridad, FS	1.25-1.50	
Volumen de lixiviado generado por la lluvia, (Vlixi)	**0.00**	**m3**

Fuente: propia

Tabla 35: Volumen total de lixiviados de la descomposición

Volumen total de lixiviados de la descomposición		
Volumen de lixiviado de la descomposición, (Vlixi)	25.09	m3
Volumen de lixiviado generado por la lluvia, (Vlixi)	0.00	m3
Volumen total de lixiviados de la descomposición; (Vt.lixi)	**26.56**	**m3**

Fuente: propio

Tabla 36: Volumen de lixiviados de la maduración

Volumen de lixiviados de la maduración		
Capacidad de tratamiento de RS inorgánicos, (G)	20.00	tn/día
Porcentaje de lixiviados generado por tonelada	5.00	%
Tiempo de maduración, (Tmadu)	2	semanas
Factor de seguridad, FS	1.50	
Volumen de lixiviado de la maduración, (Vlixi)	**21.00**	**m3**

Fuente: propio

Se considera que esta área tiene cobertura, es decir no se tomará en cuenta las precipitaciones.

Tabla 37: Volumen de lixiviados generados por las lluvias

Volumen de lixiviados generados por las lluvias		
Área de pilas para la maduración, (Apilas)	960.00	m2
Lluvia máxima en 24 horas para un periodo de retorno de 10 años	0.00	Lt/m2
Factor de seguridad, FS	1.25-1.50	
Volumen de lixiviado generado por la lluvia, (Vlixi)	**0.00**	**m3**

Fuente: propio

Tabla 38: Volumen total de lixiviados de la maduración

Volumen total de lixiviados de la maduración		
Volumen de lixiviado de la maduración, (Vlixi)	21.00	m3
Volumen de lixiviado generado por la lluvia, (Vlixi)	0.00	m3
Volumen total de lixiviados de la maduración; (Vt.lixi)	**21.00**	**m3**

Fuente: propio

Calculando el volumen de la generación de los lixiviados tanto de la descomposición y maduración, obtenemos el volumen total para el área de recepción de lixiviados.

Tabla 39: Volumen total de lixiviados de la descomposición y maduración

Volumen total de lixiviados de la descomposición y maduración		
Volumen total de lixiviados de la descomposición; (Vt. lixi)	25.09	m3
Volumen total de lixiviados de la maduración; (Vt.lixi)	21.00	m3
Volumen total de lixiviados de la descomposición y maduración	**46.10**	**m3**

Fuente: propio

Según el catálogo (Rotoplast, 2016), se elegirá dos tanques industriales comerciales de capacidad de 30 m3 cada uno, para cumplir con el volumen total proyectado.

Tabla 40: Capacidad de tanque industrial comercial

Capacidad de tanque industrial comercial		
Volumen del tanque comercial para lixiviados, (V.t. comerc)	25.00	m3
Volumen de tanques comerciales para lixiviados, 2 tanques	**50.00**	**m3**

Fuente: propio

Se ha tomado en consideración tanques cilíndricos horizontales. Aptos para almacenamiento de químicos como es el caso de los lixiviados. Su instalación deberá ser semienterrado.

Teniendo sus dimensiones podemos calcular el área que ocupará el tanque. Se ha considerado dos tanques, para poder tener mayor factor de seguridad y en caso los lixiviados sobrepasen podrá ser abastecido su almacenamiento.

Tabla 41: Área de tanque de almacenamiento de lixiviados

Área de tanque de almacenamiento de lixiviados		
Altura del tanque comercial, (h.t. comerc)	2.46	m
Longitud de tanque comercial, (Lon.t. comerc)	6.10	m
Ancho de tanque comercial, (Anch.t.comerc)	2.30	m
Espacio entre los tanques comerciales, (E.t.comerc)	1.00	m
Área del tanque comercial para lixiviados, (A.t.comerc)	**15.00**	**m2**

Fuente: propio

Calculando el área de los tanques comerciales y el área que genera el espacio entre estos tanques industriales, obtenemos el área total para el área de almacenamiento de lixiviados.

Tabla 42: Área total de almacenamiento de lixiviados

Área total de almacenamiento de lixiviados		
Área de espacio entre tanques comerciales, (Ae.comerc)	7.00	m2
Área del tanque comercial para lixiviados, 2 tanques	30.00	m2
Área total de almacenamiento de lixiviados	**37.00**	**m2**

Fuente: propio

Figura 4: Tanque cilíndrico horizontal industrial de almacenamiento.

Fuente: Rotoplast

3.3.7 Área total de la planta de compostaje

Finalmente hemos calculado el área total de la planta de compostaje, obteniendo un área de 5103 m2 es decir 0.5103 ha. El área de compostaje estará comprendida de las siguientes áreas: área de recepción, trituración y almacenamiento, área de descomposición, área de maduración, área de post tratamiento, área de almacenamiento de lixiviados.

Tabla 43: Área total de la planta de compostaje

Área total de planta de compostaje		
Área de recepción, trituración y almacenamiento	61.00	m2
Área de descomposición	2500.00	m2
Área de maduración	1220.00	m2
Área de post tratamiento	1280.00	m2
Área de almacenamiento de lixiviados	37.00	m2
Área total de planta de compostaje	**5098.00**	**m2**

Fuente: propia

3.4 Área administrativa

Para un adecuado proceso de la planta de tratamiento de Residuos Sólidos se considera estás áreas comprendidas dentro del área administrativa y buen funcionamiento.

Tabla 44: Área administrativa

Área administrativa	Área (m2)
Oficina de administración	56 m2
Comedor y cocina	40 m2
SS. HH y vestidores	48 m2
Almacén	18 m2
Caseta de control	9 m2
Caseta de pesaje	9 m2
Caseta de vigilancia	9 m2
Balanza vehicular	36 m2
Estacionamiento de autos I	100 m2
Estacionamiento de autos II	100 m2
Estacionamiento de camiones	537 m2
Total	**962 m2**

Fuente: propia

3.5 Áreas auxiliares

Estas áreas auxiliares e importantes harán que la operación de la planta se lleve adecuadamente. Es por ello que se menciona la siguiente liste que se ha considerado en este proyecto.

Tabla 45: Área administrativa

Áreas auxiliares
Tanque prefabricado de agua potable
Tanque Cisterna de agua potable
Tanque Séptico
Lecho de secado de lodos
Pozo de percolación
Pozo de monitoreo - piezómetro
Chimenea de gases
Pozo de tierra con registro
Postes de alumbrado
Cartel de planta de tratamiento de R. S
Puerta de ingreso
Tranquera
Vías internas
Veredas
Cerco vivo
Cerco de alambres de púas

Fuente: propia

2.1 Memoria de cálculo

Análisis y diseño de edificación de albañilería confinada

Oficina de administración

Datos del proyecto:

Área construida	55.5	m2
N° pisos	1	
Sistema de techado		
Losa aligerada	0.2	m
Altura de piso a techo	2.4	m
Altura de entrepiso	2.6	m
Ancho de puertas		
Oficina técnica	0.9	m
Administración	0.9	m
Recepción	1	m
Depósito	0.8	m
Altura de alféizares		
General	1	m
Depósito	2	m
Longitud de ventanas		
Oficina técnica	1.6	m
	1.05	
Administración	1.6	m
Sala de espera	1.2	m
Depósito	0.8	m

Propiedades de los materiales:

Albañilería		
Ladrillo:	Tipo IV-King kong sólido	
Dimensiones:	semi-industrial	
0.13	0.24	0.09
f´b:	100	kg/cm2
f´m:	50	kg/cm2
Em=500f´m:	25000	kg/cm2
Gm=0.4Em:	10000	kg/cm2
v´m :	6.6	kg/cm2
Concreto		
f´c:	210	kg/cm2
Ec=15000*f´c^0.5:	217370.65	kg/cm2
v:	0.15	
G=Ec/2.3:	94508.979	kg/cm2
Acero corrugado grado 60		
fy:	4200	kg/cm2
Es:	2000000	kg/cm2
εs:	0.0021	

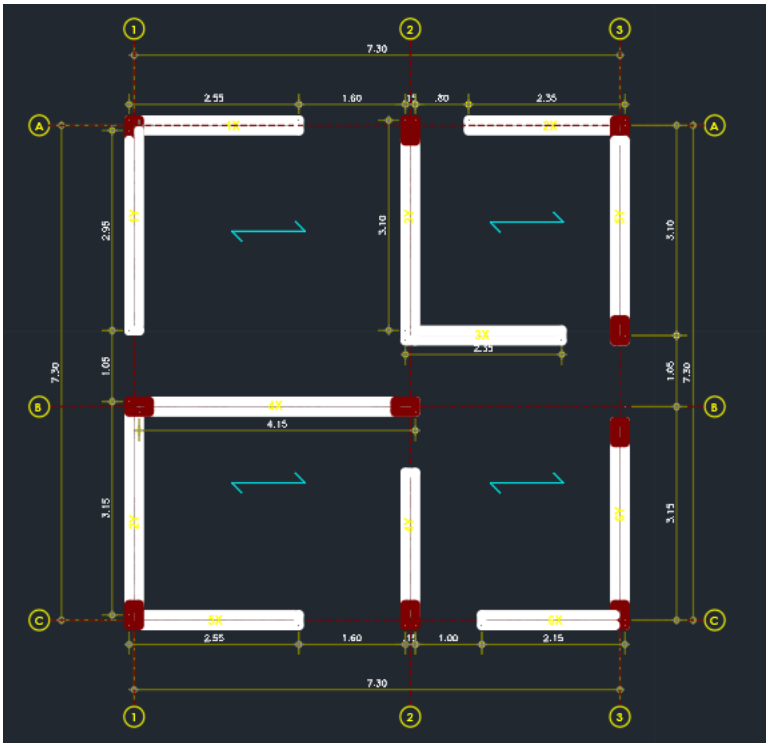
Cargas unitarias:

γ albañilería:	1800	kg/m3
γ concreto armado:	2400	kg/m3
γ mortero (para tarrajeo):	2000	kg/m3
Losa aligerada:	300	kg/m2
Sobrecarga:		
Azotea	100	kg/m2
Acabados:	100	kg/m2

Estructuración:

Esquema con la codificación de muros, el sentido del aligerado y ubicación de losa maciza

Figura 5: Estructuración del módulo de administración



Fuente: propia

Predimensionamiento:

a) Espesor efectivo de muros

Para zona sísmica 4

$$t = \frac{h}{20}$$

h =	2.4	m
t =	0.12	m
Usamos t =	**0.13**	**m**

b) Espesor de losa aligerada

e =	0.2	m

c) Verificación de la densidad de muros

$$\frac{\sum Lt}{A_p}$$

Donde:

L: Longitud total del muro incluyendo columnas
t: Espesor del muro
Ap: Área de la planta típica
Z: Factor zona
U: Factor uso
S: Factor suelo
N: Número de pisos

Parámetro	Valor	Especificación
Z	0.45	Zona 4
U	1	Vivienda
S	1.1	Suelo tipo 2
N	1	N° pisos
Ap	55.5	Área en planta

ZUSN/56 =	0.0088

Densidad de muros en ambas direcciones

Dirección X					Dirección Y				
Muro	**Longitud de muro (m)**	**Espesor de muro (m)**	**Área de muros portantes: Lt (m^2)**	**Material**	**Muro**	**Longitud de muro (m)**	**Espesor de muro (m)**	**Área de muros portantes: Lt (m2)**	**Material**
1X	2.55	0.13	0.33	Albañilería	**1Y**	2.95	0.13	0.38	Albañilería
2X	2.35	0.13	0.31	Albañilería	**2Y**	3.15	0.13	0.41	Albañilería
3X	2.35	0.13	0.31	Albañilería	**3Y**	3.10	0.13	0.40	Albañilería
4X	4.15	0.13	0.54	Albañilería	**4Y**	2.25	0.13	0.29	Albañilería
5X	2.55	0.13	0.33	Albañilería	**5Y**	3.10	0.13	0.40	Albañilería
6X	2.15	0.13	0.28	Albañilería	**6Y**	2.93	0.13	0.38	Albañilería
		ΣLt =	**2.09**				**ΣLt =**	**2.27**	

<u>Dirección X</u>

$\frac{\sum Lt}{A_p}$ 0.0377 > 0.0088 ***Cumple***

Dirección Y

$\frac{\sum Lt}{A_p}$ 0.0409 > 0.0088 ***Cumple***

Verificación de los muros por carga vertical

d) Esfuerzo actuante

σ

P_g

e) Esfuerzo admisible

$\sigma_m \leq 0.2 f'_m \left[1\right.$

σ_m

f) Diseño por carga vertical

γ albañilería:	1.80 Ton/m3	Losa aligerada:	0.30 Ton/m2	Sobrecarga 1°:	0.10 Ton/m2
γ concreto armado:	2.40 Ton/m3	Acabados:	0.10 Ton/m2	f´m =	500.00 Ton/m2
N° pisos:	1	Altura de muro h:	2.40 m		
		Tarrajeo:	2.00 Ton/m3		

Dirección X:

Diseño por carga vertical-Dirección X-1er nivel

Muro	L (m)	t (m)	Área tributaria (m2)	Peso propio muros (Ton)	Peso aligerado (Ton)	Peso acabados (Ton)	Total carga muerta P_D (Ton)	Total carga viva P_L (Ton)	P_D+P_L (Ton)
1X	2.55	0.13	1.65	1.68	0.50	0.17	2.34	0.17	2.50
2X	2.35	0.13	1.31	1.55	0.39	0.13	2.07	0.13	2.20
3X	2.35	0.13	2.65	1.55	0.80	0.27	2.61	0.27	2.87
4X	4.15	0.13	5.41	2.73	1.62	0.54	4.89	0.54	5.43
5X	2.55	0.13	1.65	1.68	0.50	0.17	2.34	0.17	2.50
6X	2.15	0.13	1.25	1.41	0.38	0.13	1.91	0.13	2.04

Diseño por carga vertical-Dirección X-Base

Muro	L (m)	t (m)	P_D+P_L (Ton)	Esfuerzo axial actuante (kg/cm2)	Esfuerzo axial admisible (kg/cm2)	Verificación	0.05*f´m (kg/cm2)	σm>=0.05f´m, Usar ρh=0.1%
1X	2.55	0.13	2.50	0.75	7.22	Ok	2.50	NO
2X	2.35	0.13	2.20	0.72	7.22	Ok	2.50	NO
3X	2.35	0.13	2.87	0.94	7.22	Ok	2.50	NO
4X	4.15	0.13	5.43	1.01	7.22	Ok	2.50	NO
5X	2.55	0.13	2.50	0.75	7.22	Ok	2.50	NO
6X	2.15	0.13	2.04	0.73	7.22	Ok	2.50	NO

Dirección Y:

Diseño por carga vertical-Dirección Y-1er nivel

Muro	L (m)	t (m)	Área tributaria (m2)	Peso propio muros (Ton)	Peso aligerado (Ton)	Peso acabados (Ton)	Total carga muerta P_D (Ton)	Total carga viva P_L (Ton)	P_D+P_L (Ton)
1Y	2.95	0.13	5.98	1.94	1.79	0.60	4.33	0.60	4.93
2Y	3.15	0.13	4.20	2.07	1.26	0.42	3.75	0.42	4.17
3Y	3.10	0.13	9.54	2.04	2.86	0.95	5.85	0.95	6.81
4Y	2.25	0.13	7.53	1.48	2.26	0.75	4.49	0.75	5.24
5Y	3.10	0.13	3.35	2.04	1.01	0.34	3.38	0.34	3.71
6Y	2.93	0.13	4.49	1.93	1.35	0.45	3.72	0.45	4.17

Diseño por carga vertical-Dirección Y-Base

Muro	L (m)	t (m)	P_D+P_L (Ton)	Esfuerzo axial actuante (kg/cm2)	Esfuerzo axial admisible (kg/cm2)	Verificación	0.05*f´m (kg/cm2)	σm>=0.05f´m, Usar ρh=0.1%
1Y	2.95	0.13	4.93	1.29	7.22	Ok	2.50	NO
2Y	3.15	0.13	4.17	1.02	7.22	Ok	2.50	NO
3Y	3.10	0.13	6.81	1.69	7.22	Ok	2.50	NO
4Y	2.25	0.13	5.24	1.79	7.22	Ok	2.50	NO
5Y	3.10	0.13	3.71	0.92	7.22	Ok	2.50	NO
6Y	2.93	0.13	4.17	1.10	7.22	Ok	2.50	NO

Viga eje "X"

Eje	Entre eje	Longitud (m)	Base (m)	Peralte (h)	Peso (Ton)
A	1-2	1.60	0.13	0.2	0.10
A	2-3	1.00	0.13	0.2	0.06
B-C	2-3	0.80	0.13	0.2	0.05
C	1-2	1.60	0.13	0.2	0.10
C	3-4	0.80	0.13	0.2	0.05
				Total	**0.36**

Viga eje "Y"

Eje	Entre eje	Longitud (m)	Base (m)	Peralte (h)	Peso (Ton)
1	A-B	1.05	0.13	0.2	0.07
2	A-B	0.9	0.13	0.2	0.06
2	B-C	0.9	0.13	0.2	0.06
3	A-B	1.2	0.13	0.2	0.07
				Total	**0.25**

Determinación desplazamiento laterales (Derivas)

Artículo 32.- Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el artículo 31, no excede la fracción de la altura de entrepiso (distorsión) que se indica en la Tabla N° 11.

Tabla N° 11
LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO

Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Nota: Los límites de la distorsión (deriva) para estructuras de uso industrial son establecidos por el proyectista, pero en ningún caso exceden el doble de los valores de esta Tabla.

Derivada máxima en X-X

TABLA: Story Drifs						
Nivel	**Elevación (m)**	**Posición**	**X-Dir**	**Y-Dir**	**DERIVA MÁX**	
PISO1	2.6	Parte superior	**0.0001**	0.00001	0.005	**CUMPLE**

Derivada máxima en Y-Y

TABLA: Story Response						
Nivel	**Elevación (m)**	**Posición**	**X-Dir**	**Y-Dir**	**DERIVA MÁX**	
PISO1	2.6+	Parte superior	0.00001	**0.000092**	0.005	**CUMPLE**

Fuerza cortante mínima en la base (Vbasal est y din)

26.4. Fuerza Cortante Mínima

26.4.1. Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio ~~no puede ser menor que el 80% del valor~~ calculado según el artículo 25 para ~~estructuras regulares, ni menor que el 90%~~ para estructuras irregulares.

26.4.2. Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se escalan proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.

Estructura: Regular

Dirección en X

SxE	14.5485 Tn
SxD	14.8219 Tn

CUMPLE

80% SxE	11.6388 Tn

Dirección en Y

SyE	14.5661 Tn
SyD	14.8244 Tn

CUMPLE

80% SyE	10.1529 Tn

Peso sísmico de la edificación

Dirección X					Dirección Y				
Muro	Longitud de muro (m)	Espesor de muro (m)	Área de muros no portantes: Lt (m^2)	Material	Muro	Longitud de muro (m)	Espesor de muro (m)	Área de muros no portantes: Lt (m^2)	Material
			0.00	Albañilería				0.00	Albañilería
			0.00					0.00	

Muros no portantes

Alféizares

Altura de alféizares

General 1.00 m

Depósito 2.00 m

Longitud de alféizares

General 5.45 m

Depósito 0.80 m

$e_{muro\ alféizar}$ = 0.13 m

Nivel	Peso de muros portantes (Ton)	Peso de muros no portantes (Ton)	Peso de alféizares (Ton)	Peso de losa aligerada(Ton)	Peso de acabados (Ton)	Peso de vigas (Ton)	Peso por carga muerta P_D (Ton)	25% Peso por carga viva P_L (kg)	P_D+0.25P_L (kg)
1	22.08	0.00	1.65	14.70	4.90	0.61	43.95	1.23	45.18
									45.18

Cálculo del peso total de la edificación (P)

	Output Case	Case Type	Step Type	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m	X m
▶	PESO SÍSMICO	Combination		0	0	47.3677	173.3972	-172.3185	0	0

Peso sísmico de la edificación en ETABS

Área construida	55.5 m2

P =	**45.18 Ton**	***0.81 ton/m***
ETABS=	47.37 Ton	***0.85 ton/m***

Cálculo de la fuerza cortante basal

Parámetro	Valor	Descripción
Z	0.45	Zona 4
U	1	Vivienda (Categoría C)
S	1.1	Suelo tipo S3: blando
I_a	1	Irregularidad estructural en altura
I_p	1	Irregularidad estructural en planta
R	3	Estructura de albañilería confinada (Sismo severo)
T_P	1	Factor que depende del perfil del suelo
T_L	1.6	Factor que depende del perfil del suelo
h_n	2.6	Altura total de la edificación (m)
C_T	60	Coeficiente para estimar el periodo fundamental
T	0.0433	Periodo fundamental de vibración de la estructura
C	2.5	Factor de amplificación sísmica $T<T_P$
ZUCS/R	0.4125	Coeficiente de proporcionalidad
P	45.18	Peso total de la edificación (Ton)
V	**18.64**	**Fuerza cortante basal (Ton)**

Cálculo de las fuerzas inerciales y cortantes por piso

Nivel	P_i (Ton)	h_i (m)	P_i*h_i (Ton.m)	$\alpha_i = \frac{P_i h_i}{\sum_{i=1}^{n} P_i h_i}$	$F_i = \alpha_i*V$ (Ton)	V_i (Ton) Sismo severo	V_i (Ton) Sismo moderado	Incidencia (%)
1	45.18	2.60	117.46	1.00	18.64	18.64	9.32	100.00%

Análisis de fisuración

Output Case	Case Type	Step Type	FX tonf	FY tonf
SXD	LinRespSpec	Max	14.5485	0.0961
SYD	LinRespSpec	Max	0.0961	14.5661

Fisuración en Muros “X”

MUROS EN "X" - PRIMER PISO															
Muro	**N°**	**L (m)**	**t (m)**	**PG (t)**	**Ve (t)**	**Me (t)**	**Alfa**	**Vm (t)**	**N°Vm**	**0.55Vm**	**Vm1/Ve1**	**Vu (t)**	**Mu (t-m)**	**Agrietado S.M.**	**Agrietado S.S.**
1X	1	2.55	0.13	2.32	1.08	2.07	1.00	11.47	11.47	6.31	3.00	3.23	6.20	NO	NO
2X	1	2.35	0.13	2.35	1.02	1.83	1.00	10.62	10.62	5.84	3.00	3.05	5.48	NO	NO
3X	1	2.35	0.13	3.08	1.02	1.80	1.00	10.79	10.79	5.93	3.00	3.06	5.40	NO	NO
4X	1	4.15	0.13	6.03	2.29	4.33	1.00	19.19	19.19	10.55	3.00	6.87	13.00	NO	NO
5X	1	2.55	0.13	2.52	1.21	2.25	1.00	11.52	11.52	6.34	3.00	3.64	6.74	NO	NO
6X	1	2.15	0.13	2.00	0.93	1.68	1.00	9.68	9.68	5.33	3.00	2.79	5.03	NO	NO

SUMA	**73.28**	>	**14.5485**	**CUMPLE**

v'm (kg/cm2)	6.60
v'm (t/m2)	66.00

Para sismo moderado (R=6)

v'm (kg/cm2)	6.60
v'm (t/m2)	66.00

Para sismo moderado (R=6)

Fisuración en Muros "Y"

MUROS EN "Y" - PRIMER PISO														
Muro	**N°**	**L (m)**	**t (m)**	**PG (t)**	**Ve (t)**	**Me (t)**	**Alfa**	**Vm (t)**	**N°Vm**	**0.55Vm**	**Vm1/Ve1**	**Vu (t)**	**Mu (t-m)**	**Agrietado S.M.**	**Agrietado S.S.**
1Y	1	2.95	0.13	4.95	1.34	2.46	1.00	13.79	13.79	7.59	3.00	4.03	7.39	NO	NO
2Y	1	3.15	0.13	3.84	1.62	2.61	1.00	14.40	14.40	7.92	3.00	4.85	7.84	NO	NO
3Y	1	3.10	0.13	6.34	1.32	2.50	1.00	14.76	14.76	8.12	3.00	3.97	7.49	NO	NO
4Y	1	2.25	0.13	5.49	0.65	1.38	1.00	10.92	10.92	6.00	3.00	1.96	4.15	NO	NO
5Y	1	3.10	0.13	4.19	1.42	2.55	1.00	14.26	14.26	7.84	3.00	4.26	7.64	NO	NO
6Y	1	2.93	0.13	4.26	1.32	2.43	1.00	13.55	13.55	7.45	3.00	3.97	7.28	NO	NO

SUMA	**81.68**	>	**14.5661**	**CUMPLE**

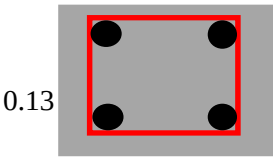
Diseño de columnas y vigas

Diseño de columna C-1 y C-2 en "X"

Muro	4X	
Columna	C-1	C-2
Posición	Extrema	Extrema
Pg (t)	6.03	
Vm (t)	2.29	
Vu (t)	6.87	
L (m)	4.15	
Lm (m)	4.15	
Nc	2	
Mu (t-m)	13.00	
h (m)	2.6	
M (t-m)	10.02	
F (t)	2.41	
Pc (t)	3.01	3.01
Pt (t)	0.96	0.00
T (t)	0.00	0.00
C (t)	5.43	5.43
Vc (t)	1.15	1.15
Asf (cm2)	0.32	0.32
Ast (cm2)	0.00	0.00
As' (cm2)	0.32	0.32
Usar:		
N° de Varillas:	4	4
3/8"	0.71	0.71
Usar:	4Ø3/8"	4Ø3/8"
As (cm2)	2.84	2.84
As (cm2)	OK	OK
δ	1	1
b (cm)	13	13
d (cm)	20	20
Ac (cm2)	260	260
Asmín (cm2)	1.3	1.3
An' (cm2)	-20.55	-20.55
tn (cm)	8	8
hn (cm)	15	15
An (cm2)	120	120
Acf (cm2)	32.08	32.08
Acf (cm2)	**OK**	**OK**
Usar:	13x20	13x20
Usar []Ø1/4":	1@0.05	1@0.05
	4@0.10	4@0.10
	Rto. @0.25	Rto. @0.25

h	2.6	m
f'c	210	kg/cm2
f'c	2100	t/m2
fy	4200	kg/cm2
fy	42000	t/m2
Øt	0.85	
Øv	0.85	
Øc	0.7	
μ	1	

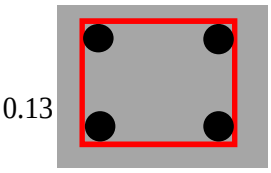
C-1



4Ø3/8"

Usar []Ø1/4": 1@0.05, 4@0.10, Rto. @0.25

C-2



4Ø3/8"

Usar []Ø1/4": 1@0.05, 4@0.10, Rto. @0.25

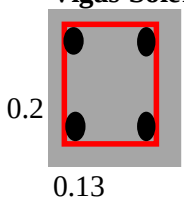
Diseño de vigas soleras en "X"

Vigas Soleras	4X
Ts (t)	3.44
As (cm2)	0.91
bv (cm)	13
hv (cm)	20
Acs (cm)	260
Asmín (cm2)	1.30
	ACERO A USAR OK
Usar []Ø 1/4:	1@0.05, 4@0.10, Rto. 0.25

Diseño de vigas soleras en "Y"

Vigas Soleras	3Y
Ts (t)	1.99
As (cm2)	0.53
bv (cm)	13
hv (cm)	20
Acs (cm)	260
Asmín (cm2)	1.30
	ACERO A USAR OK
Usar []Ø 1/4:	1@0.05, 4@0.10, Rto. 0.25

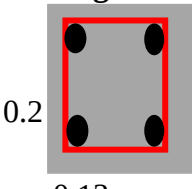
Vigas Soleras



4Ø3/8"

Usar []Ø 1/4: 1@0.05, 4@0.10, Rto. 0.25

Vigas Soleras



4Ø3/8"

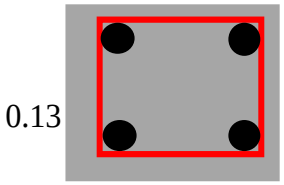
Usar []Ø 1/4: 1@0.05, 4@0.10, Rto. 0.25

Diseño de columnas C-1 y C-2 en “Y”

Muro	3Y	
Columna	C-1	C-2
Posición	Extrema	Extrema
Pg (t)	6.34	
Vm (t)	14.76	
Vu (t)	3.97	
L (m)	3.10	
Lm (m)	3.10	
Nc	2	
Mu (t-m)	7.49	
h (m)	2.6	
M (t-m)	-11.70	
F (t)	-3.77	
Pc (t)	3.17	3.17
Pt (t)	1.02	0.00
T (t)	0.00	0.00
C (t)	-0.60	-0.60
Vc (t)	7.38	7.38
Asf (cm2)	2.07	2.07
Ast (cm2)	0.00	0.00
As' (cm2)	2.07	2.07
Usar:		
N° de Varillas:	4	4
3/8"	0.71	0.71
Usar:	4Ø3/8"	4Ø3/8"
As (cm2)	2.84	2.84
As (cm2)	OK	OK
δ	1	1
b (cm)	13	13
d (cm)	20	20
Ac (cm2)	260	260
Asmín (cm2)	1.3	1.3
An' (cm2)	-68.79	-68.79
tn (cm)	8	8
hn (cm)	15	15
An (cm2)	120	120
Acf (cm2)	206.69	206.69
Acf (cm2)	**OK**	**OK**
Usar:	13x20	13x20
Usar []Ø1/4":	1@0.05	1@0.05
	4@0.10	4@0.10
	Rto. @0.25	Rto. @0.25

h	2.6	m
f'c	210	kg/cm2
f'c	2100	t/m2
fy	4200	kg/cm2
fy	42000	t/m2
Øt	0.85	
Øv	0.85	
Øc	0.7	
µ	1	

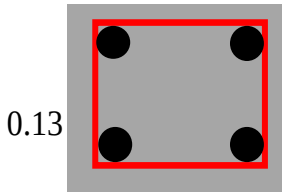
C-1



4Ø3/8"

Usar []Ø1/4": 1@0.05, 4@0.10, Rto. @0.25

C-2



4Ø3/8"

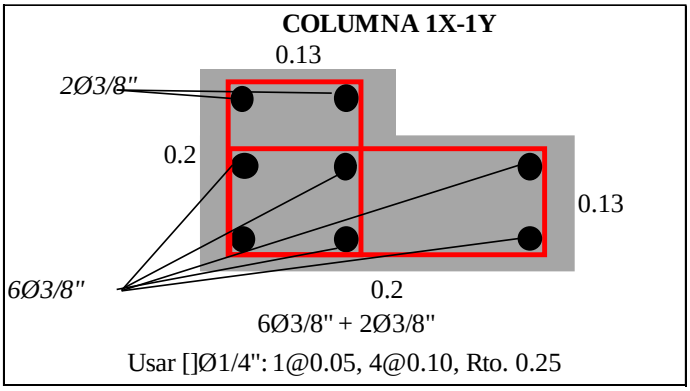
Usar []Ø1/4": 1@0.05, 4@0.10, Rto. @0.25

Diseño de columna en esquina

Columna C2 – C3, columnas "X"

Muro	5X	
Columna	C-2	C-3
Posición	Extrema	Extrema
Pg (t)	2.52	
Vm (t)	11.52	
Vu (t)	3.64	
L (m)	2.55	
Lm (m)	2.55	
Nc	2	
Mu (t-m)	6.74	
h (m)	2.6	
M (t-m)	-8.24	
F (t)	-3.23	
Pc (t)	1.26	1.26
Pt (t)	0.96	0.00
T (t)	0.00	0.00
C (t)	-1.97	-1.97
Vc (t)	5.76	5.76
Asf (cm2)	1.61	1.61
Ast (cm2)	0.00	0.00
As' (cm2)	1.61	1.61
Usar:		
N° de Varillas:	6	6
3/8"	0.71	0.71
Usar:	6Ø3/8"	6Ø3/8"
As (cm2)	4.26	4.26
As (cm2)	OK	OK
δ	1	1
b (cm)	13	13
d (cm)	20	20
Ac (cm2)	260	260
Asmín (cm2)	1.3	1.3
An' (cm2)	111.75	111.75
tn (cm)	8	8
hn (cm)	15	15
An (cm2)	120	120
Acf (cm2)	161.33	161.33
Acf (cm2)	**OK**	**OK**
Usar:	13x20	13x20
Usar []Ø1/4":	1@0.05	1@0.05
	4@0.10	4@0.10
	Rto. 0.25	Rto. 0.25

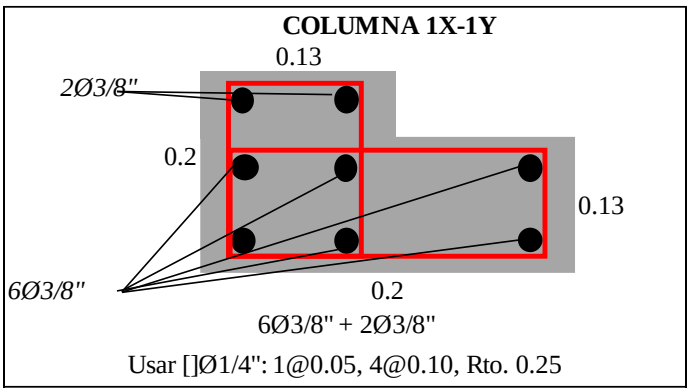
h	2.6	m
f'c	210	kg/cm2
f'c	2100	t/m2
fy	4200	kg/cm2
fy	42000	t/m2
Øt	0.85	
Øv	0.85	
Øc	0.7	
µ	1	



Columna C1 – C2, columnas “Y”

Muro	2Y	
Columna	C-1	C-2
Posición	Extrema	Extrema
Pg (t)	3.84	
Vm (t)	14.40	
Vu (t)	4.85	
L (m)	3.15	
Lm (m)	3.15	
Nc	2	
Mu (t-m)	7.84	
h (m)	2.6	
M (t-m)	-10.87	
F (t)	-3.45	
Pc (t)	1.92	1.92
Pt (t)	0.77	1.51
T (t)	0.00	0.00
C (t)	-1.53	-1.53
Vc (t)	7.20	7.20
Asf (cm2)	2.02	2.02
Ast (cm2)	0.00	0.00
As' (cm2)	2.02	2.02
Usar:		
N° de Varillas:	4	4
3/8"	0.71	0.71
Usar:	4Ø3/8"+2Ø3/8"	4Ø3/8"+2Ø3/8"
As (cm2)	4.26	4.26
As (cm2)	OK	OK
δ	1	1
b (cm)	13	13
d (cm)	20	20
Ac (cm2)	260	260
Asmín (cm2)	1.3	1.3
An' (cm2)	-108.24	-108.24
tn (cm)	8	8
hn (cm)	15	15
An (cm2)	120	120
Acf (cm2)	201.63	201.63
Acf (cm2)	**OK**	**OK**
Usar:	13x20	13x20
Usar []Ø1/4":	1@0.05	1@0.05
	4@0.10	4@0.10
	Rto. 0.25	Rto. 0.25

h	2.6	m
f'c	210	kg/cm2
f'c	2100	t/m2
fy	4200	kg/cm2
fy	42000	t/m2
Øt	0.85	
Øv	0.85	
Øc	0.7	
μ	1	



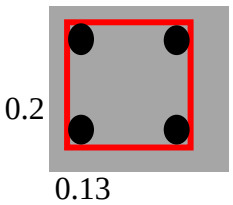
Diseño de vigas soleras en "X"

Vigas Soleras	5X
Ts (t)	1.82
As (cm2)	0.48
bv (cm)	13.00
hv (cm)	20.00
Acs (cm)	260.00
Asmín (cm2)	1.30
	ACERO A USAR OK
Usar []Ø 1/4":	1@0.05, 4@0.10, Rto. 0.25

Diseño de vigas soleras en "Y"

Vigas Soleras	2Y
Ts (t)	2.43
As (cm2)	0.64
bv (cm)	13
hv (cm)	20
Acs (cm)	260
Asmín (cm2)	1.30
	ACERO A USAR OK
Usar []Ø 1/4":	1@0.05, 4@0.10, Rto. 0.25

Vigas Soleras



Usar []Ø 1/4": 1@0.05, 4@0.10, Rto. 0.25

Cimentaciones

Cimentación exterior en “X” y “Y”. Muro 5X – 5Y

DATOS MURO		
Z	0.45	
U	1	
S	1.05	
e	0.13	m
γ mamp	2107.69	kg/m3
wmín	51.79	kg/m2
a	2.4	m
b	2.55	m
b/a	1.06	
m	0.0525	
Ms	15.67	kg-m/m
fm	0.56	kg/cm2
0.56	< 1.5	CUMPLE

DATOS SUELO	
Ø =	11
γsuelo (kg/m3)	1574.00

VIGA DE ARRIOSTRE	
γconc (kg/m3)	2400
wc (kg/m2)	58.97
h (m)	0.20
b (m)	0.13

SOBRECIMIENTO	
a (m)	0.13
h (m)	0.30

RELLENO	
a (m)	1.07
h (m)	0.30
P.E. (kg/m3)	1800.00

DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN			
wcc=	226.80 kg/m2		
b=	1.20 m		
h=	1.20 m		
Fuerzas de Volteo			
Descripción	**F (kg)**	**y (m)**	**M (kg-m)**
Fv=	11.79	4	47.17
Fm=	124.29	2.7	335.57
Fsc=	17.69	1.35	23.88
Fcc=	326.59	0.6	195.96
Ea=	1203.28	0.500	601.64
Ma=	1204.22		

Fv: Empuje sísmico sobre la solera
Fm: Empuje sísmico sobre el muro
Fsc: Empuje sísmico sobre el sobrecimiento
Fcc: Empuje sísmico sobre el cimiento
Ea: Empuje activo

Fuerzas de Gravedad			
Descripción	**P (kg)**	**x (m)**	**M (kg-m)**
Pv=	62.4	0.065	4.06
Pm=	657.60	0.065	42.74
Psc=	93.60	0.065	6.08
Pcc=	3312	0.6	1987.20
Pr=	577.80	0.665	384.24
Ep=	1667.739768	0.400	667.10
Mr=	3091.42		

Pv: Peso de la solera
Pm: Peso del muro
Psc: Peso del sobrecimiento
Pcc: Peso del cimiento
Pr: Peso del relleno
Ep: Empuje pasivo

Factor de seguridad al volteo (Mr/Ma)	**2.57**	> 2	CUMPLE
Coeficiente de rugosidad (tanØ)	0.19		
Peso (kg)	4703.40		
Empuje pasivo (kg)	1667.739768		
Fuerza actuante (kg)	1683.64		
Factor de seguridad al deslizamiento ((uP+Ep)/Fa)	**1.53**	>1.5	CUMPLE
Excentricidad con respecto al borde (x)	0.50		
Excentricidad con respecto al centro (e)	0.10	< B/6	CUMPLE
Esfuerzo máximo (kg/cm2)	0.63	< 0.81 kg/cm2	CUMPLE
Esfuerzo mínimo (kg/cm2)	0.16	< 0.81 kg/cm2	CUMPLE

Cimentación interior en "X" y "Y". Muro 4X – 3Y

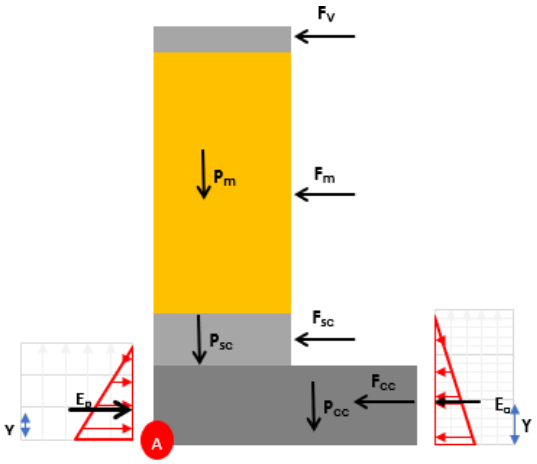
DATOS MURO		
Z	0.45	
U	1	
S	1.05	
e (m)	0.13	m
γ mamp	2107.69	kg/m3
wmín	51.79	kg/m2
a (m)	2.4	m
b (m)	4.3	m
b/a	1.79	
m	0.0944	
Ms	28.17	kg-m/m
fm	1.00	kg/cm2
1.00	< 1.5 kg/cm2	CUMPLE

DATOS SUELO	
Ø =	11
γsuelo (kg/m3)	1574.00

VIGA DE ARRIOSTRE	
γconc (kg/m3)	2400
wc (kg/m2)	58.97
h (m)	0.20
b (m)	0.13

SOBRECIMIENTO	
a (m)	0.13
h (m)	0.30

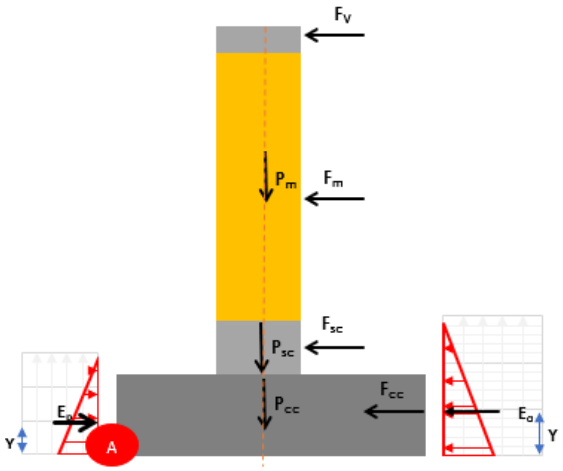
RELLENO	
a (m)	1.07
h (m)	0.30
P.E. (kg/m3)	1800.00



DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN				
wcc=	226.80 kg/m2			
b=	1.20 m			
h=	1.20 m			
Fuerzas de Volteo				
Descripción	**F (kg)**	**y (m)**	**M (kg-m)**	
Fv=	11.79	4	47.17	Fv: Empuje sísmico sobre la solera
Fm=	124.29	2.7	335.57	Fm: Empuje sísmico sobre el muro
Fsc=	17.69	1.35	23.88	Fsc: Empuje sísmico sobre el sobrecimiento
Fcc=	326.59	0.6	195.96	Fcc: Empuje sísmico sobre el cimiento
Ea=	1203.28	0.500	601.64	Ea: Empuje activo
Ma=	1204.22			

Fuerzas de Gravedad				
Descripción	**P (kg)**	**x (m)**	**M (kg-m)**	
Pv=	62.4	0.6	37.44	Pv: Peso de la solera
Pm=	657.60	0.6	394.56	Pm: Peso del muro
Psc=	93.60	0.6	56.16	Psc: Peso del sobrecimiento
Pcc=	3312	0.6	1987.20	Pcc: Peso del cimiento
Pr=	577.80	0.589	340.42	Pr: Peso del relleno
Ep=	1667.739768	0.400	667.10	Ep: Empuje pasivo
Mr=	3482.88			

Factor de seguridad al volteo (Mr/Ma)	**2.89**	> 2	CUMPLE
Coeficiente de rugosidad (tanØ)	0.19		
Peso (kg)	4703.40		
Empuje pasivo (kg)	1667.74		
Fuerza actuante (kg)	1683.64		
Factor de seguridad al deslizamiento ((uP+Ep)/Fa)	**1.53**	>1.5	CUMPLE
Excentricidad con respecto al borde (x)	0.58		
Excentricidad con respecto al centro (e)	0.02	< B/6	CUMPLE
Esfuerzo máximo (kg/cm2)	0.44	< 0.81 kg/cm2	CUMPLE
Esfuerzo mínimo (kg/cm2)	0.36	< 0.81 kg/cm2	CUMPLE



Losa aligerada

Diseño de losas unidireccionales

f´c =	210 kg/cm2
fy =	4200 kg/cm2
ϕ =	0.9
estribos	3/8
Recub.	2 cm
β1 =	0.85
b =	40 cm
bw =	10 cm
h =	20 cm
hf =	5 cm

$$St = \frac{Abarra * Ancho(100cm)}{As}$$

$$\rho_{min} = 0.70 * \frac{\sqrt{F'c}}{Fy}$$

$$A_{smin} = \rho_{min} * b * d$$

$$As = \frac{Mu}{\emptyset * fy * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = \frac{As * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

Datos:

Losa primer nivel

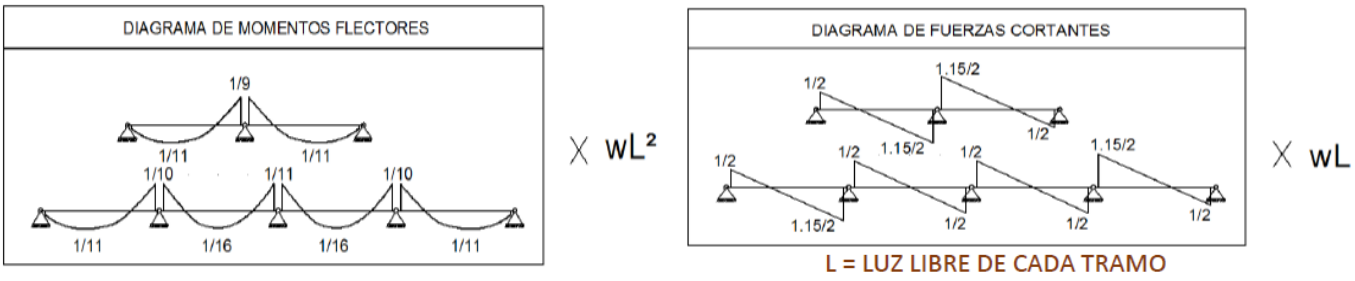
Metrado de cargas

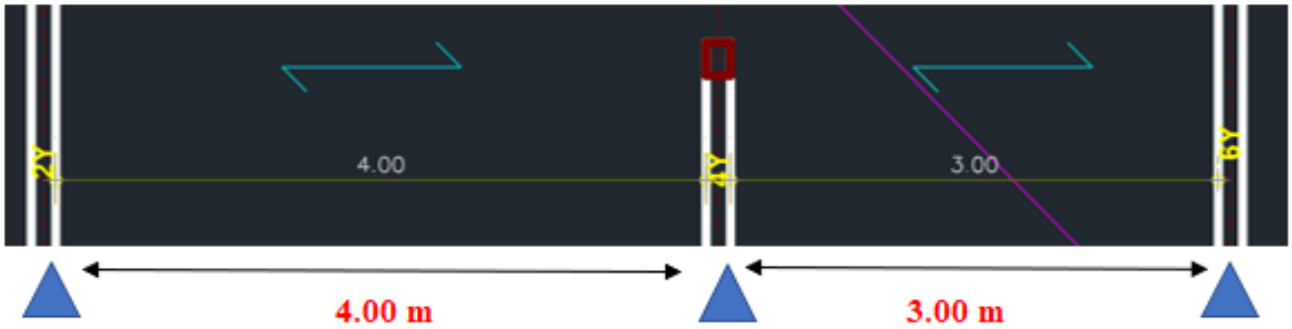
Carga muerta	Peso unitario	Ancho tributario	Subtotal
Peso propio	300 kg/m2	0.40 m	120.00 kg/m
Peso acabados	100 kg/m2	0.40 m	40.00 kg/m
		CM =	**160.00 kg/m**

Carga viva	Peso unitario	Ancho tributario	Subtotal
Sobrecarga-techo	100 kg/m2	0.40 m	40.00 kg/m
		CV =	**40.00 kg/m**

CM =	0.16 Tonf-m
CV =	0.04 Tonf-m
W=1.4CM+1.7CV	
W =	0.29 Tonf-m

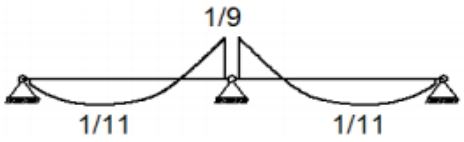
Usando el método de coeficientes





DMF
1ER PISO

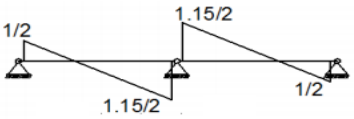
0.40 Tonf-m



0.42 Tonf-m *0.24 Tonf-m*

DFC
1ER PISO

0.58 Tonf *0.59 Tonf*



0.59 Tonf *0.44 Tonf*

N°	ÁREA (cm2)	ϕ (cm)
1/4"	0.32	0.64
3/8"	0.71	0.95
1/2"	1.29	1.27
5/8"	1.98	1.59
3/4"	2.85	1.91
1"	5.1	2.54

Para el refuerzo por temperatura		
Ancho =	100	cm
hf=	5	cm
Barra a usar = 1/4"		
A barra =	0.32	cm2
St <=	25	cm
St <=	40	cm

Verificación por Cortante		
Vu<= φ Vn		
φ =	0.85	
Vc =	1.47	Tnf
φVc =	1.25	Tnf

TRAMO	DETALLE	NUDO/ CLARO	LONGITUD (m)	Mu (Tn.m)	d (cm)	ρ min	As min	a asum	As calc (cm2)	a calc	As req. (cm2)	N° BARRAS 0.71 cm2 3/8	N° BARRAS 1.29 cm2 1/2	N° BARRAS 1.98 cm2 5/8	As prop. (cm2)	Verificaciones As	Acero de temperatura As,t	Acero de temperatura St	St prop. St<=5h, St<=30	Long. Bastones (cm)	Verf. por Cortante Vu (Tnf)	Verf. por Cortante Verif.
´01-02	´01	NUDO	4.00	0.00	17.365	0.00242	0.84	0.00	0.00	0.00	0.84		1		1.29	OK	0.9	35.56	25.00	100.00	**0.59**	**OK**
		CLARO		0.42	17.365	0.00242	0.42	0.38	0.65	0.38	0.65	1			0.71	OK						
	´02	NUDO	4.00	0.40	17.365	0.00242	0.84	1.49	0.63	1.49	0.84		1		1.29	OK				135.00	**0.59**	**OK**
´02-03	´02	NUDO	3.00	0.40	17.365	0.00242	0.84	1.49	0.63	1.49	0.84		1		1.29	OK				100.00	**0.59**	**OK**
		CLARO		0.24	17.365	0.00242	0.42	0.22	0.37	0.22	0.42	1			0.71	OK						
	´03	NUDO	3.00	0.00	17.365	0.00242	0.84	0.00	0.00	0.00	0.84		1		1.29	OK				75.00	**0.59**	**OK**

Diseño de vigas

f´c =	210 kg/cm2
fy =	4200 kg/cm2
ϕ =	0.9
estribos	3/8
Recub.	2.5 cm
β1 =	0.85
b =	13 cm
h =	20 cm

Datos:

$$\rho_b = \beta_1 * 0.85 * \frac{f'c}{fy} * \left(\frac{6300}{6300 + fy}\right)$$

$$\rho_{min} = 0.70 * \frac{\sqrt{F'c}}{Fy}$$

$$A_{smin} = \rho_{min} * b * d$$

$$As = \frac{Mu}{\emptyset * fy * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = \frac{As * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

Viga X

Metrado de cargas (Eje A entre 1-2)

Carga muerta	Peso unitario	Ancho tributario	Subtotal
Peso propio	2,400 kg/m3	0.03 m2	62.40 kg/m
Peso losa	300 kg/m2	0.80 m	240.00 kg/m
Peso acabados	100 kg/m2	0.80 m	80.00 kg/m
		CM =	**382.40 kg/m**

Carga viva	Peso unitario	Ancho tributario	Subtotal
Sobrecarga-techo	100 kg/m2	0.80 m	80.00 kg/m
		CV =	**80.00 kg/m**

CM =	0.38 Tonf-m
CV =	0.08 Tonf-m
W=1.4CM+1.7CV	
W =	0.67 Tonf-m

Viga Y

Metrado de cargas (Eje 3 entre A-B)

Carga muerta	Peso unitario	Ancho tributario	Subtotal
Peso propio	2,400 kg/m3	0.03 m2	62.40 kg/m
Peso losa	300 kg/m2	1.50 m	450.00 kg/m
Peso acabados	100 kg/m2	1.50 m	150.00 kg/m
		CM =	**662.40 kg/m**

Carga viva	Peso unitario	Ancho tributario	Subtotal
Sobrecarga-techo	100 kg/m2	1.50 m	150.00 kg/m
		CV =	**150.00 kg/m**

CM =	0.66 Tonf-m
CV =	0.15 Tonf-m
W=1.4CM+1.7CV	
W =	1.18 Tonf-m

VIGA EJE "X"

Eje	Entre eje	Longitud (m)	Base (m)	Peralte (h)	Peso (Ton)
A	1-2	1.60	0.13	0.2	0.10
A	2-3	1.00	0.13	0.2	0.06
B-C	2-3	0.80	0.13	0.2	0.05
C	1-2	1.60	0.13	0.2	0.10
C	3-4	0.80	0.13	0.2	0.05
				Total	**0.36**

VIGA EJE "Y"

Eje	Entre eje	Longitud (m)	Base (m)	Peralte (h)	Peso (Ton)
1	A-B	1.05	0.13	0.2	0.07
2	A-B	0.9	0.13	0.2	0.06
2	B-C	0.9	0.13	0.2	0.06
3	A-B	1.2	0.13	0.2	0.07
				Total	**0.25**

N°	AREA (cm2)	ϕ (cm)
1/4"	0.32	0.64
3/8"	0.71	0.95
1/2"	1.29	1.27
5/8"	1.98	1.59
3/4"	2.85	1.91
1"	5.1	2.54

Verf. por Cortante		
Vu (Tnf)	Vc (Tnf)	Verif.
0.54	1.53	OK
0.00	1.53	OK

Refuerzo transversal
Mínimo
Usar []Ø1/4": 1@0.05, 4@0.10, Rto. 0.25
Usar []Ø1/4": 1@0.05, 4@0.10, Rto. 0.25

												N° BARRAS											
												0.95 cm	1.27 cm	1.59 cm	1.91 cm	2.54 cm							
VIGA	TRAMO	NUDO/ CLARO	DETALLE	Mu	d	ρ	As	a	As calc	a	As req.	0.71 cm2	1.29 cm2	1.98 cm2	2.85 cm2	5.10 cm2	As prop.	ρ	ρ	ρ	Verificaciones		
			Sup(-)/Inf(+)	(Tn.m)	(cm)	min	min	asum	(cm2)	calc	(cm2)	3/8	1/2	5/8	3/4	1"	(cm2)		min	max	As	Cuantía	Ancho min
VIGAS EJE A ENTRE 1-2	01 - 02	NUDO	-	0.107	15.28	0.00242	0.48	0.34	0.19	0.34	0.48	2					1.42	0.00715	0.00242	0.01626	OK	OK	OK
		CLARO	+	0.172	15.28	0.00242	0.48	0.55	0.30	0.55	0.48	2					1.42	0.00715	0.00242	0.01626	OK	OK	OK
		NUDO	-	0.107	15.28	0.00242	0.48	0.34	0.19	0.34	0.48	2					1.42	0.00715	0.00242	0.01626	OK	OK	OK
VIGAS EJE 3 ENTRE A-B	01 - 02	NUDO	-	0.106	15.28	0.00242	0.48	0.34	0.19	0.34	0.48	2					1.42	0.00715	0.00242	0.01626	OK	OK	OK
		CLARO	+	0.170	15.28	0.00242	0.48	0.54	0.30	0.54	0.48	2					1.42	0.00715	0.00242	0.01626	OK	OK	OK
		NUDO	-	0.106	15.28	0.00242	0.48	0.34	0.19	0.34	0.48	2					1.42	0.00715	0.00242	0.01626	OK	OK	OK

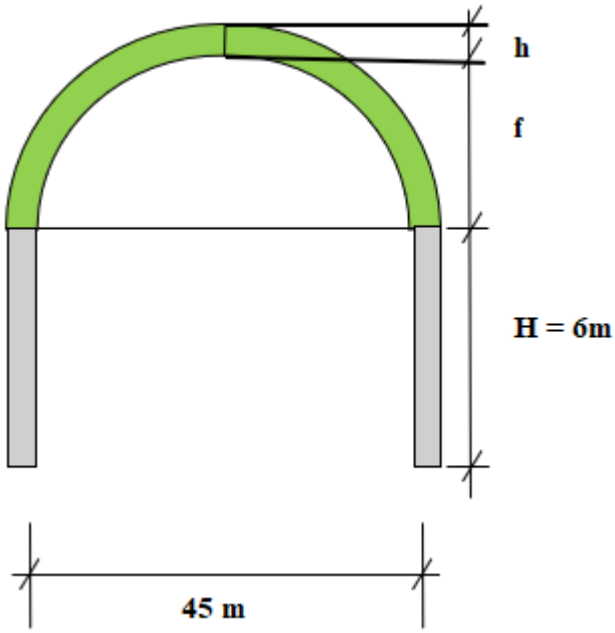
g) El resto de Ambientes se diseñarán de la misma forma.

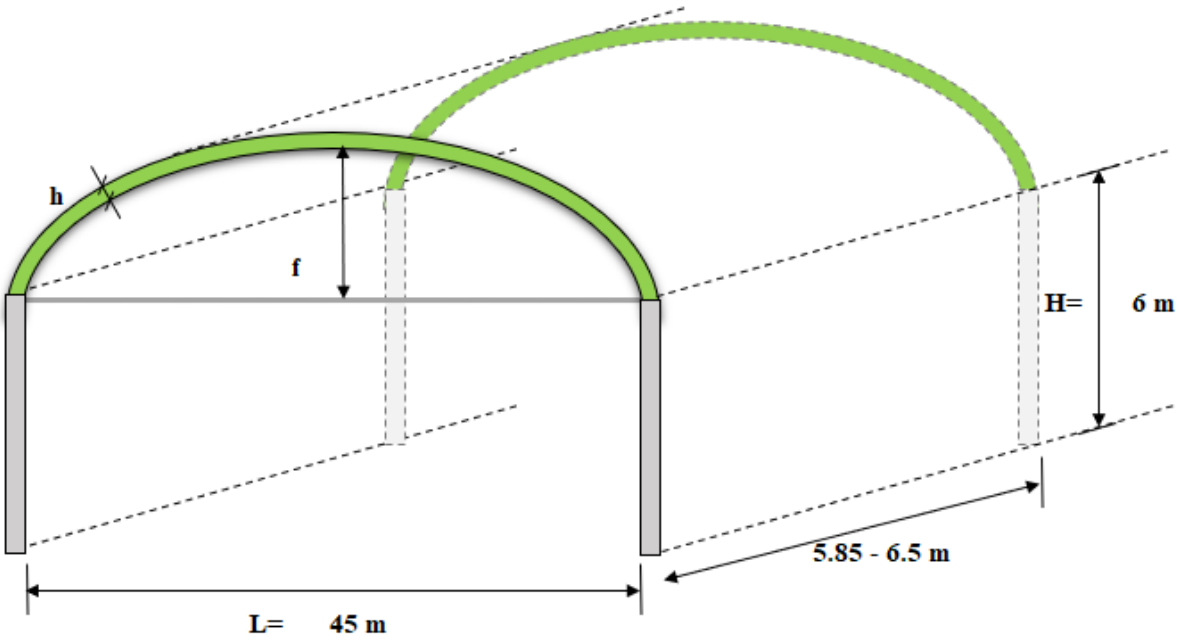
Diseño de planta de compostaje

Datos generales:

LONGITUD		
L:	45.00	m
ALTURA		
L/8	≤ H ≤	L/4
5.63	≤ H ≤	11.25
	6	
PERALTE		
L/30	≤ h ≤	L/25
1.50	≤ h ≤	1.80
	1.6	
S		
L/25	≤ s ≤	L/20
1.80	≤ s ≤	2.25
	2	

Longitud	L
Altura	H
Peralte	h





Predimensionamiento de vigueta

Claro de la vigueta:	6.00	m
Peralte :	35.00	cm

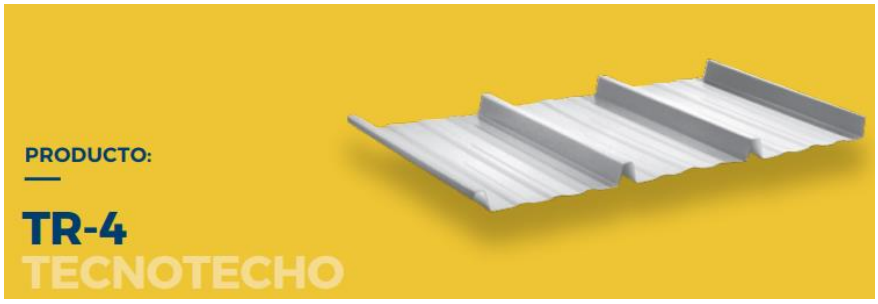
Metrado de cargas actuantes

Carga muerta:

a) Peso de la cobertura

Se usará plancha de perfil TR-4-TECNOTECHO

Figura 6: TR-4, TR-4, Tecnotecho



Fuente: PRECOR

Tabla 46: Espesores del panel

Espesor e	Peso del Panel	P P P L L L										
mm	Kg / m²	L(m) =	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25
0,35 - 0,40	3,35	P (Kg / m²) =	334	212	146	107	81	63	51	41	34	--
0,45 - 0,50	4,30	P (Kg / m²) =	429	273	188	137	104	81	65	53	44	37
0,55 - 0,60	5,26	P (Kg / m²) =	525	334	230	168	127	99	80	65	54	45
0,75 - 0,80	7,17	P (Kg / m²) =	715	455	314	229	173	136	108	88	73	61

Fuente: PRECOR

Peso propio =	5.26	kg/m2

b) Peso de las luminarias

Peso de las luminarias =	2	kg/m2

CM=	7.26	Kg/m2

Carga viva:

c) Sobrecarga

Según la norma E. 020

Sobrecarga=	30	kg/m2

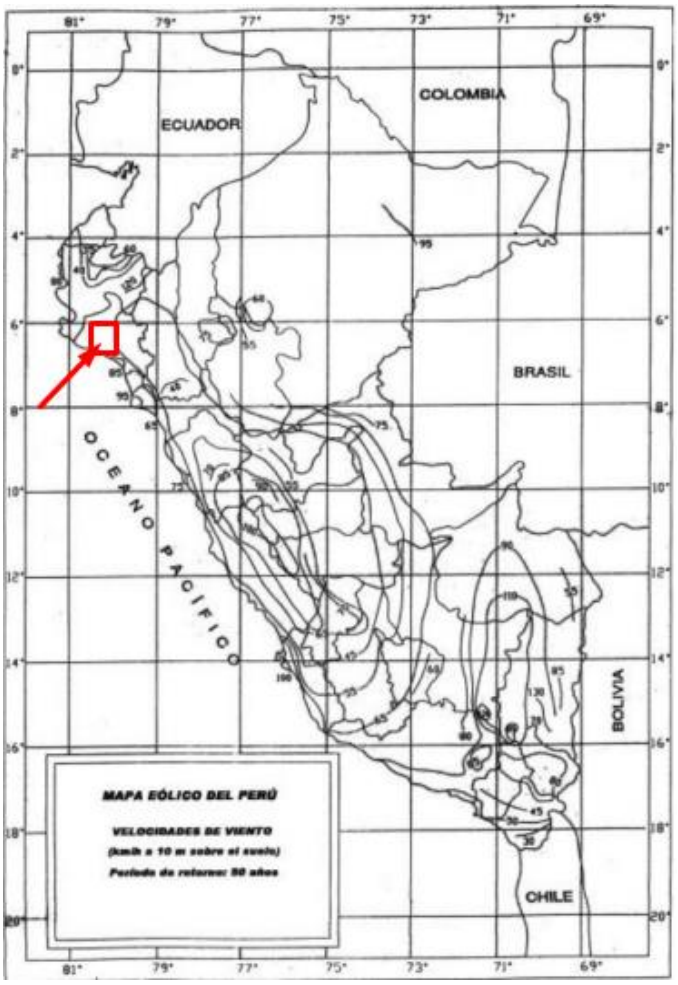
CV	30	Kg/m2

Metrado de cargas debido al viento

a) Características de la zona

Ciudad:	Pomalca	
Provincia:	Chiclayo	
Departamento:	Lambayeque	
Velocidad:	85	**km/h**
Altura:	15.60 m	**m**

Figura 7: Mapa Eólico del Perú



Fuente: Norma E.020

b) Velocidad de diseño

Características de la armadura:

Altura columna:	8.00 m
Altura total de armadura (H):	15.60 m

Cálculo de la velocidad del viento Vh

V:	85	km/h
h:	15.6	m
Vh:	**93.74**	**km/h**

VELOCIDAD DE DISEÑO

La velocidad de diseño del viento hasta 10 m de altura será la velocidad máxima adecuada a la zona de ubicación de la edificación (Ver Anexo 2) pero no menos de 75 Km/h. La velocidad de diseño del viento en cada altura de la edificación se obtendrá de la siguiente expresión.

$$V_h = V(h/10)^{0.22}$$

Donde:

V_h : es la velocidad de diseño en la altura h en Km/h
V : es la velocidad de diseño hasta 10 m de altura en Km/h
h : es la altura sobre el terreno en metros

c) Carga exterior del viento

12.4 CARGA EXTERIOR DE VIENTO

La carga exterior (presión o succión) ejercida por el viento se supondrá estática y perpendicular a la superficie sobre la cual se actúa. Se calculará mediante la expresión:

$$P_h = 0.005\ C\ V_h^2$$

Donde:

P_h : presión o succión del viento a una altura h en Kg/m^2
C : factor de forma adimensional indicado en la Tabla 4
V_h : velocidad de diseño a la altura h, en Km/h, definida en el Artículo 12 (12.3)

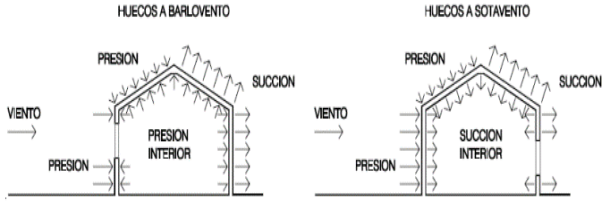


Fig. 3.1 Presiones ejercidas por el viento en una construcción diáfana

d) Combinaciones debido al viento

- **Caso: Todo cerrado**

Dirección del viento →

Barlovento	Sotavento
35.15 kg/m2	21.97 kg/m2
Coeficientes	
0.8	0.5
W1	

Dirección del viento →

Barlovento	Sotavento
35.15 kg/m2	21.97 kg/m2
Coeficientes	
0.8	0.5
W2	

Dirección del viento ↑

Dirección del viento ←

Sotavento	Barlovento
21.97 kg/m2	35.15 kg/m2
Coeficientes	
0.5	0.8
W3	

Dirección del viento ←

Sotavento	Barlovento
21.97 kg/m2	35.15 kg/m2
Coeficientes	
0.5	0.8
W4	

Sotavento	Barlovento
30.75 kg/m2	30.75 kg/m2
Coeficientes	
0.7	0.7
W4	

- **Caso: Aberturas**

Uniformes en lado a barlovento y sotavento

Dirección del viento →

Barlovento	Sotavento
48.33 kg/m2	8.79 kg/m2

0.8 0.5 Coeficientes
0.3 0.3 1.1 0.2

W6

Dirección del viento →

Barlovento	Sotavento
21.97 kg/m2	35.15 kg/m2

0.8 0.5 Coeficientes
0.3 0.3 0.5 0.8

W7

Dirección del viento ←

Sotavento	Barlovento
8.79 kg/m2	48.33 kg/m2

0.5 0.8 Coeficientes
0.3 0.3 0.2 1.1

W8

Dirección del viento ←

Sotavento	Barlovento
35.15 kg/m2	21.97 kg/m2

0.5 0.8 Coeficientes
0.3 0.3 0.8 0.5

W9

Principales en lado a barlovento

Dirección del viento →

Principales en lado sotavento o a los costados

Barlovento	Sotavento
	57.11 kg/m2

0.8 0.8 Coeficientes
0.8 1.3

W18

Dirección del viento ←

Sotavento	Barlovento
4.39 kg/m2	61.51 kg/m2

0.5 0.8 Coeficientes
0.6 0.6 0.1 1.4

W11

Principales en lado a barlovento

Dirección del viento ←

Sotavento	Barlovento
57.11 kg/m2	0.00 kg/m2

0.5 0.8 Coeficientes
0.8 0.8 1.3 0

W12

Principales en lado sotavento o a los costados

Dirección del viento →

Barlovento	Sotavento
61.51 kg/m2	4.39 kg/m2

0.8 0.5 Coeficientes
0.6 0.6 1.4 0.1

W13

Uniformes en lado a barlovento y sotavento

Dirección del viento →

Barlovento	Sotavento
21.97 kg/m2	8.79 kg/m2

0.8 0.5
0.3 0.3

Coeficientes
0.5 0.2

W14

Dirección del viento →

Barlovento	Sotavento
48.33 kg/m2	35.15 kg/m2

0.8 0.5
0.3 0.3

Coeficientes
1.1 0.8

W15

Dirección del viento ←

Sotavento	Barlovento
8.79 kg/m2	21.97 kg/m2

0.5 0.8
0.3 0.3

Coeficientes
0.2 0.5

W16

Dirección del viento ←

Sotavento	Barlovento
35.15 kg/m2	48.33 kg/m2

0.5 0.8
0.3 0.3

Coeficientes
0.8 1.1

W17

Principales en lado sotavento o a los costados

Dirección del viento ←

Sotavento	Barlovento
4.39 kg/m2	8.79 kg/m2

0.5 0.8
0.6 0.6

Coeficientes
0.1 0.2

W19

Principales en lado a barlovento

Dirección del viento ←

Sotavento	Barlovento
57.11 kg/m2	70.29 kg/m2

0.5 0.8
0.8 0.8

Coeficientes
1.3 1.6

W20

Principales en lado sotavento o a los costados

Dirección del viento

Barlovento	Sotavento
8.79 kg/m2	4.39 kg/m2

0.8 0.5

0.6 0.6

Coeficientes

0.2 0.1

W21

Principales en lado sotavento o a los costados

Dirección del viento

Barlovento	Sotavento
4.39 kg/m2	4.39 kg/m2

0.7 0.7

0.6 0.6

Coeficientes

0.1 0.1

W22

e) Cuadro resumen

Tabla 47: Resumen de las combinaciones del viento

Combinaciones	Izquierda	Derecha	At	P Izq	P Der
W1	-35.15 kg/m2	21.97 kg/m2	3.925 m2	-827.68	517.30
W2	35.15 kg/m2	21.97 kg/m2	3.925 m2	827.68	517.30
W3	21.97 kg/m2	-35.15 kg/m2	3.925 m2	517.30	-827.68
W4	21.97 kg/m2	35.15 kg/m2	3.925 m2	517.30	827.68
W5	30.75 kg/m2	-30.75 kg/m2	3.925 m2	724.22	-724.22
W6	-48.33 kg/m2	8.79 kg/m2	3.925 m2	-1138.06	206.92
W7	-21.97 kg/m2	35.15 kg/m2	3.925 m2	-517.30	827.68
W8	8.79 kg/m2	-48.33 kg/m2	3.925 m2	206.92	-1138.06
W9	35.15 kg/m2	-21.97 kg/m2	3.925 m2	827.68	-517.30
W10	0.00 kg/m2	57.11 kg/m2	3.925 m2	0.00	1344.98
W11	-4.39 kg/m2	-61.51 kg/m2	3.925 m2	-103.46	-1448.44
W12	57.11 kg/m2	0.00 kg/m2	3.925 m2	1344.98	0.00
W13	-61.51 kg/m2	-4.39 kg/m2	3.925 m2	-1448.44	-103.46
W14	21.97 kg/m2	8.79 kg/m2	3.925 m2	517.30	206.92
W15	48.33 kg/m2	35.15 kg/m2	3.925 m2	1138.06	827.68
W16	8.79 kg/m2	21.97 kg/m2	3.925 m2	206.92	517.30
W17	35.15 kg/m2	48.33 kg/m2	3.925 m2	827.68	1138.06
W18	70.29 kg/m2	57.11 kg/m2	3.925 m2	1655.36	1344.98
W19	-4.39 kg/m2	8.79 kg/m2	3.925 m2	-103.46	206.92
W20	57.11 kg/m2	70.29 kg/m2	3.925 m2	1344.98	1655.36
W21	8.79 kg/m2	-4.39 kg/m2	3.925 m2	206.92	-103.46
W22	4.39 kg/m2	4.39 kg/m2	3.925 m2	103.46	103.46

Fuente: propia

Diseño del tijeral

Diseño a tracción – tijeral

a) Brida Inferior

Element Forces - Frames

File View Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

Filter:

Element Forces - Frames

	Frame Text	Station m	OutputCase	CaseType Text	StepType Text	P Tonf	V2 Tonf	V3 Tonf	T Tonf-m	M2 Tonf-m	M3 Tonf-m
▶	19	1.96251	Env. total	Combination	Max	25.3513	0.0164	0	0	0	0
	19	0.98125	Env. total	Combination	Max	25.3498	0	0	0	0	0.00806
	19	0	Env. total	Combination	Max	25.3482	-0.0106	0	0	0	0
	20	0	Env. total	Combination	Max	25.3012	-0.0106	0	0	0	0
	20	0.98125	Env. total	Combination	Max	25.2996	2.487E-18	0	0	0	0.00806
	20	1.96251	Env. total	Combination	Max	25.2981	0.0164	0	0	0	-3.197E-18
	21	1.96251	Env. total	Combination	Max	24.6259	0.0165	0	0	0	1.492E-17
	21	0.98125	Env. total	Combination	Max	24.625	-4.796E-18	0	0	0	0.00809
	21	0	Env. total	Combination	Max	24.6241	-0.0106	0	0	0	0
	22	0	Env. total	Combination	Max	24.5675	-0.0106	0	0	0	0
	22	0.98125	Env. total	Combination	Max	24.5666	4.974E-18	0	0	0	0.00809

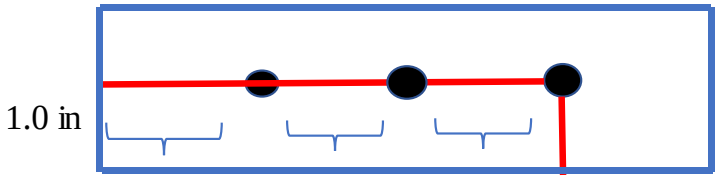
Tu=	25.35	ton
Perfil=	**2L 2 " x 2" x 1/4"**	
Área=	12.13	cm2
Acero=	A36	
Fy=	36	ksi
Fy=	2520	kg/cm2

- **Estado límite de fluencia**

Ø=	0.9	
$Ø_t R_n$ =	27508.59	kg
$Ø_t R_n$ =	27.51	Tnf
	CUMPLE	✓

Ø=	0.9	
Fu=	58	ksi
Fu=	4060	kg/cm2
Ag=	12.13	cm2
U=	1-x/L	
	0.99	
Pernos=	3	
t=	1/4	
An=	8.50	
Ø Rn	30703.3	kg
Ø Rn	30.7	Tnf
	CUMPLE	✓

φ= 5/8



2.50 in 2.50 in 2.50 in

Utilizar menor valor de:

$$R_n = 0.6F_y * A_{gv} + U_{bs} * F_u * A_{nt}$$ Rn = 59.36 klb

$$R_n = 0.6 * F_u * A_{nv} + U_{bs} * F_u * A_{nt}$$ Rn = 49.56 klb

- **Ruptura**

φ=	5/8	
t=	1/4	
Φ =	0.75	
#N=	3	
Anv =	1.45	in2
Agv =	1.88	in2
Ant =	0.16	in2
Ubs =	1	
ACERO A36		
Fy =	36	ksi
Fu =	58	ksi

- **Bloque de corte**

ΦRn =	33.72 Ton
CUMPLE	✓

L=	1.96	m
L=	77.26	in
rx:	0.605	in
rmin=	0.605	in
K=	1	
Esbeltez=	127.71	<300
	CUMPLE	✓

- **Verificación de esbeltez**

Diseño a compresión – tijeral

b) Brida superior

Element Forces - Frames

File View Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

Filter:

Element Forces - Frames

Frame Text	Station m	OutputCase	CaseType Text	StepType Text	P Tonf	V2 Tonf	V3 Tonf	T Tonf-m	M2 Tonf-m	M3 Tonf-m
36	0	Env. total	Combination	Min	-38.0731	-0.0165	0	0	0	0
36	0.98125	Env. total	Combination	Min	-38.0722	3.197E-18	0	0	0	0.0052
36	1.96251	Env. total	Combination	Min	-38.0713	0.0106	0	0	0	-9.948E-18
39	1.96251	Env. total	Combination	Min	-38.0503	0.0106	0	0	0	-4.974E-18
39	0.98125	Env. total	Combination	Min	-38.0494	1.599E-18	0	0	0	0.0052
39	0	Env. total	Combination	Min	-38.0484	-0.0165	0	0	0	0
37	0	Env. total	Combination	Min	-37.3729	-0.0165	0	0	0	0

Cu=	38.07	ton
Perfil=	**2L 3" x 3" x 3/8"**	
Área=	0.00272	m2
E =	29000	ksi
Fy:=	36	ksi

- **Verificación de esbeltez**

L=	1.96	m
r min=	0.0231	m
K=	1	
λ=	84.91	
	CUMPLE	✓

- **Verificación por pandeo local**

b=	3
t=	0.375
b/t=	8.0
λ=	12.77
CUMPLE	✓

- **Resistencia al pandeo flexional**
  - **Pandeo en "X"**

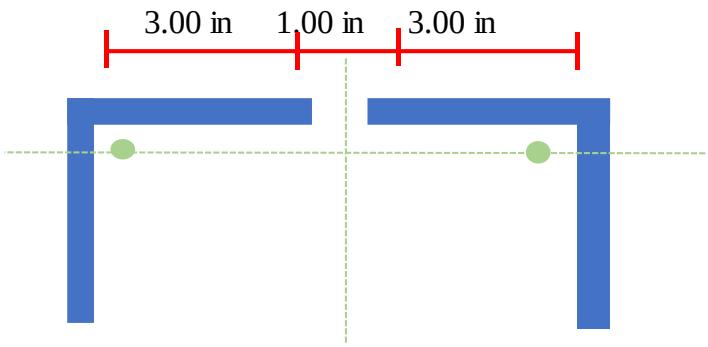
Pu (kg) =	38070	kg
Ø =	0.9	
Ag (in2) =	4.22	in2
$4.71\sqrt{\frac{E}{Fy}} =$	133.68	

K=	1.00	
L=	1.96	m
r=	0.0231	m
λ=	84.91	
PANDEO INELÁSTICO		
λ2=	7208.90	
Fe=	39.70	
Fcr=	24.63	
ØRn=	42.47	ton
	CUMPLE	

  - **Pandeo en "Y"**

a ≤	93.97	cm
L=	1.96	m
Partes=	2.09	
Partes=	4.00	
a=	49.06	cm
Relación a/ri=	33.25	
NO SE MODIFICA LA ESBELTEZ		
Pu =	38070	kg
Ø =	0.9	
Ag =	4.22	in2
$4.71\sqrt{\frac{E}{Fy}} =$	133.68	

- **Resistencia al pandeo flexo torsional**



K=	1.00	
L=	5.89	m
r=	0.070	m
λ=	83.68	
PANDEO INELÁSTICO		
λ2=	7002.21	
Fe=	40.88	
Fcr=	24.90	
ØRn=	42.94	ton
	CUMPLE	✓

ry=	2.77	in
xo=	0.00	in
yo=	1.96	in
$\overline{ro}^2$ =	12.34	in
$\overline{H}$ =	0.69	
G=	11153.85	ksi
J=	0.228	in4
KL/r=	83.68	
Cw=	38.04	
Fez=	52.77	ksi
Fey=	40.88	ksi
Fe=	29.40	ksi
Relación Fy/Fe=	1.22	
PANDEO INELÁSTICO		
ØFcr =	1516.04	kg/cm2
ØFcr =	41.275	ton
	CUMPLE	✓

c) Diagonales

Element Forces - Frames

File View Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

Filter:

Element Forces - Frames

Frame Text	Station m	OutputCase	CaseType Text	StepType Text	P Tonf	V2 Tonf	V3 Tonf	T Tonf-m	M2 Tonf-m	M3 Tonf-m
52	0	Env. total	Combination	Min	-10.9601	-0.0089	0	0	0	0
52	1.5147	Env. total	Combination	Min	-10.9493	2.398E-18	0	0	0	0.00435
96	3.02939	Env. total	Combination	Min	-10.9408	0.0057	0	0	0	3.997E-18
52	3.02939	Env. total	Combination	Min	-10.9386	0.0057	0	0	0	-1.119E-17
96	1.5147	Env. total	Combination	Min	-10.9301	-2.487E-18	0	0	0	0.00435
96	0	Env. total	Combination	Min	-10.9194	-0.0089	0	0	0	0
50	0	Env. total	Combination	Min	-10.1469	-0.0087	0	0	0	0
50	1.53455	Env. total	Combination	Min	-10.1358	-3.73E-18	0	0	0	0.00431

- **Verificación de esbeltez**

L=	3.03	m
r min=	0.0155	m
K=	1	
λ=	194.86	
	CUMPLE	

- **Verificación por pandeo local**

Cu=	10.96	ton
Perfil=	**2L 2" x 2" x 3/16"**	
Área=	0.00093	m2
E =	29000	ksi
Fy =	36	ksi

b=	2
t=	0.1875
b/t=	10.7
λ=	12.77
CUMPLE	

- **Resistencia al pandeo flexional**

  - **Pandeo en "X"**

Pu =	10960	kg
Ø =	0.9	
Ag =	1.44	in2
$4.71\sqrt{\frac{E}{Fy}} =$	133.68	

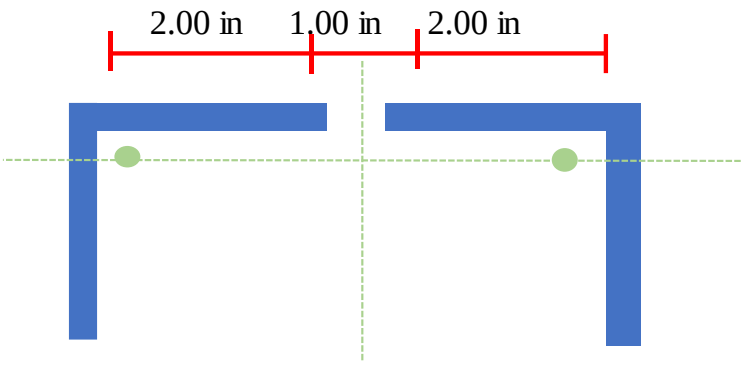
➢ **Pandeo en "Y"**

a ≤	18.05	cm
L=	3.03	m
Partes=	16.78	
Partes=	8.00	
a=	37.86	cm
Relación a/ri=	38.32	
NO SE MODIFICA LA ESBELTEZ		
Pu =	10960	kg
Ø =	0.9	
Ag =	1.44	in2
$4.71\sqrt{\frac{E}{Fy}}$ =	133.68	

K=	1.00	
L=	0.38	m
r=	0.0155	m
λ=	24.36	
PANDEO INELÁSTICO		
λ2=	593.26	
Fe=	482.45	
Fcr=	34.89	
ØRn =	20.53	ton
	CUMPLE	✓

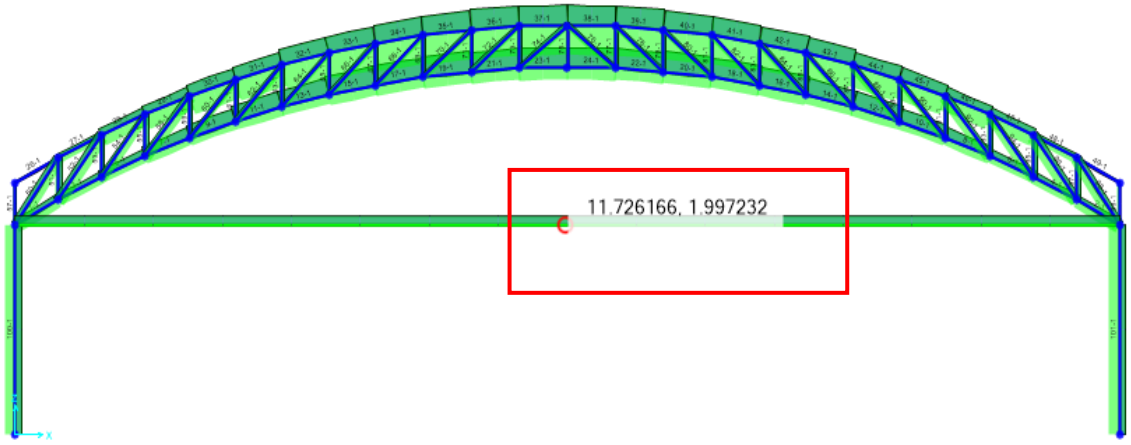
K=	1.00	
L=	3.03	m
r=	0.051	m
λ=	59.33	
PANDEO INELÁSTICO		
λ2=	3519.97	
Fe=	81.31	
Fcr=	29.91	
ØRn=	17.60	ton
	CUMPLE	✓

- **Resistencia al pandeo flexo torsional**



ry=	2.01	in
xo=	0.00	in
yo=	1.29	in
$\overline{ro}^2$ =	3.94	in
$\overline{H}$ =	0.69	
G=	11153.85	ksi
J=	0.020	in4
KL/r=	59.33	
Cw=	2.94	
Fez=	49.28	ksi
Fey=	81.31	ksi
Fe=	38.53	ksi
Relación Fy/Fe=	0.93	
PANDEO INELÁSTICO		
ØFcr =	1711.64	kg/cm2
ØFcr =	15.902	Ton
	CUMPLE	

Diseño del cable tensor



Tu=	11.73	Ton
φ =	1"	in

- **Fluencia del acero**

Ø=	0.9	
Acero=	A50	
Fy=	50.00 ksi	ksi
Fy=	3500 kg/cm2	kg/cm2
$Ø_t R_n$ =	16065.00	kg
$Ø_t R_n$ =	16.07	Tnf
	CUMPLE	

Resultados:

RESULTADOS	
BRIDA SUPERIOR	**2L 3" x 3" x 3/8"**
BRIDA INFERIOR	**2L 2 " x 2" x 1/4"**
DIAGONALES	**2L 2" x 2" x 3/16"**
MONTANTES	**2L 2" x 2" x 3/16"**
CABLE TENSOR	**1"**

Diseño de vigueta

Diseño a Tracción

a) **Brida Inferior**

	Frame Text	Station m	OutputCase	CaseType Text	StepType Text	P Kgf	V2 Kgf	V3 Kgf	T Kgf-m	M2 Kgf-m	M3 Kgf-m
▶	12	0	Envolvente t...	Combination	Max	4344.6	-0.23	1.943E-17	0	0	0
	12	0.26087	Envolvente t...	Combination	Max	4344.6	0.36	1.943E-17	0	-3.258E-18	9.714E-17
	13	0	Envolvente t...	Combination	Max	4311.79	-0.23	1.943E-17	0	0	0
	13	0.26087	Envolvente t...	Combination	Max	4311.79	0.36	1.943E-17	0	-3.258E-18	9.714E-17
	11	0	Envolvente t...	Combination	Max	4309.34	-0.23	1.943E-17	0	0	0
	11	0.26087	Envolvente t...	Combination	Max	4309.34	0.36	1.943E-17	0	-3.258E-18	9.714E-17

Tu=	4.34	ton
φ =	5/8"	in

Varillas	Área
8mm	0.50 cm2
3/8"	0.71 cm2
1/2"	1.29 cm2
5/8"	1.98 cm2
3/4"	2.85 cm2
1"	5.10 cm2

- **Estado límite de fluencia**

Ø:	0.9	
Acero	A50	
Fy:	50	ksi
	3515.35	kg/cm2
$Ø_t R_n$ =	6264.35	kg
$Ø_t R_n$ =	6.26	Tnf
	CUMPLE	

- **Resistencia a la ruptura**

Ø:	0.9	
Acero	A50	
Fu:	65	ksi
	4569.96	kg/cm2
An=	1.98	cm2
U=	1-x/L	
	1	
Ø Rn	8143.7	kg
Ø Rn	8.1	Tnf
	CUMPLE	

- **Bloque de corte**

No existe desgarramiento en bloque

Diseño a Compresión

b) Brida Superior

	Frame Text	Station m	OutputCase	CaseType Text	StepType Text	P Kgf	V2 Kgf	V3 Kgf	T Kgf-m	M2 Kgf-m	M3 Kgf-m
▶	36	0	Envolvente t...	Combination	Min	-4328.38	-0.36	-4.857E-17	0	0	0
	36	0.26136	Envolvente t...	Combination	Min	-4328.38	0.23	-4.857E-17	0	8.161E-18	2.498E-17
	35	0	Envolvente t...	Combination	Min	-4327.16	-0.36	-4.857E-17	0	0	0
	35	0.26136	Envolvente t...	Combination	Min	-4327.16	0.23	-4.857E-17	0	8.161E-18	2.498E-17
	37	0	Envolvente t...	Combination	Min	-4261.8	-0.36	-4.857E-17	0	0	0
	37	0.26136	Envolvente t...	Combination	Min	-4261.8	0.23	-4.857E-17	0	8.161E-18	2.498E-17
	34	0	Envolvente t...	Combination	Min	-4259.46	-0.36	-4.857E-17	0	0	0
	34	0.26136	Envolvente t...	Combination	Min	-4259.46	0.23	-4.857E-17	0	8.161E-18	-1.943E-17

Cu =	4.33	ton
Perfil =	40 x 40 x 3 mm	
Área =	0.000444	m2
Inercia =	1.01972E-07	m4
E =	29000	ksi
Fy =	36	ksi

- **Esbeltez**

L=	0.25 m	m
r min=	0.0152	m
K=	1	
λ=	16.50	
	CUMPLE	✓

- **Pandeo local**

b=	40
t=	3
b/t=	13.3
λ=	39.74
CUMPLE	✓

- **Pandeo flexional**

  - **Pandeo en "X"**

Pu =	4328	kg
Ø =	0.9	
Ag =	0.69	in2
$4.71\sqrt{\frac{E}{Fy}} =$	133.68	
K=	1.00	
L=	0.25	
r=	0.015	
λ=	16.50	
PANDEO INELÁSTICO		
λ2=	272.13	
Fe=	1051.76	
Fcr=	35.49	
ØRn =	9.98	ton
CUMPLE		✓

➢ **Pandeo en "Y"**

Pu =	4328	kg
Ø =	0.9	
Ag =	0.69	in2
$4.71\sqrt{\frac{E}{Fy}}$ =	133.68	
K=	1.00	
L=	0.25	
r=	0.02	
λ=	16.50	
PANDEO INELÁSTICO		
λ2=	272.13	
Fe=	1051.76	
Fcr=	35.49	
ØRn =	9.98	ton
CUMPLE		✓

Diseño de diagonales a tracción y compresión

a) Diseño a Tracción

Frame Text	Station m	OutputCase	CaseType Text	StepType Text	P Kgf	V2 Kgf	V3 Kgf	T Kgf-m	M2 Kgf-m	M3 Kgf-m
95	0.35	Envolvente t...	Combination	Max	1010.72	0	0	0	0	0
95	0.175	Envolvente t...	Combination	Max	1010.6	0	0	0	0	0
95	0	Envolvente t...	Combination	Max	1010.48	0	0	0	0	0
48	0	Envolvente t...	Combination	Max	1010.41	0	0	0	0	0
48	0.175	Envolvente t...	Combination	Max	1010.29	0	0	0	0	0
48	0.35	Envolvente t...	Combination	Max	1010.17	0	0	0	0	0

Tu=	1.01	ton
φ =	12	mm

- **Estado límite de fluencia**

Ø=	0.9	
Acero=	A36	
Fy=	36	ksi
Fy=	2531	kg/cm2
$Ø_t R_n$ =	2574.08	kg
$Ø_t R_n$ =	2.57	Tnf
	CUMPLE	✓

- **Resistencia a la ruptura**

Ø =	0.9	
Acero =	A36	
Fu=	58	ksi
Fu=	4078	kg/cm2
An=	1.13	cm2
U=	1-x/L	
	1	
Ø Rn =	4147.1	kg
Ø Rn =	4.15	Tnf
	CUMPLE	✅

- **Bloque de corte**

No existe desgarramiento en bloque

b) Diseño a Compresión

	Frame Text	Station m	OutputCase	CaseType Text	StepType Text	P Kgf	V2 Kgf	V3 Kgf	T Kgf-m	M2 Kgf-m	M3 Kgf-m
▶	94	0.37165	Envolvente t...	Combination	Min	-1072.65	0.0315	0	0	0	-1.032E-17
	94	0.18583	Envolvente t...	Combination	Min	-1072.54	1.874E-17	0	0	0	0.002927
	94	0	Envolvente t...	Combination	Min	-1072.42	-0.04901	0	0	0	0
	49	0	Envolvente t...	Combination	Min	-1072.32	-0.04901	0	0	0	0
	49	0.18583	Envolvente t...	Combination	Min	-1072.2	1.874E-17	0	0	0	0.002927
	49	0.37165	Envolvente t...	Combination	Min	-1072.09	0.0315	0	0	0	-1.032E-17

Cu =	1.07	ton
Perfil =	12	mm
Área =	0.000113	m2
Inercia =	1.01788E-09	m4
E =	29000	ksi
Fy =	36	ksi

- **Esbeltez**

L =	0.37 m	m
r min =	0.0030	m
K =	1	
λ =	123.28	
	CUMPLE	✅

- **Pandeo flexional**
  - **Pandeo en "X"**

Pu =	1072	kg
Ø =	0.9	
Ag =	0.18	in2
$4.71\sqrt{\frac{E}{Fy}} =$	133.68	
K=	1.00	
L=	0.37	
r=	0.003	
λ=	123.28	
PANDEO INELÁSTICO		
λ2=	15198.02	
Fe=	18.83	
Fcr=	16.17	
ØRn =	1.16	ton
CUMPLE		✓

  - **Pandeo en "Y"**

Pu =	1072	kg
Ø =	0.9	
Ag =	0.18	in2
$4.71\sqrt{\frac{E}{Fy}} =$	133.68	
K=	1.00	
L=	0.37	
r=	0.00	
λ=	123.28	
PANDEO INELÁSTICO		
λ2=	15198.02	
Fe=	18.83	
Fcr=	16.17	
ØRn =	1.16	ton
CUMPLE		✓

Determinación del uso de arriostres

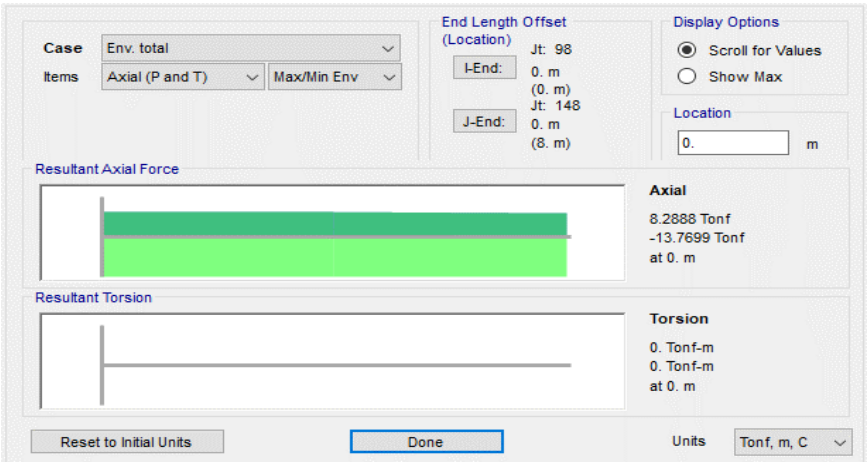
L=	6.00	m
y=	4.00	cm
c=	2.00	cm
w=	226.85	kg/m
Mu=	1020.82	kg-m
σ=	58499.48	kg/cm2
Fu=	58	ksi
0.6 Fu =	2446.44	kg/cm2
NECESITA ARRIOSTRES		

Separación =	L/3	
L=	2.00	m
Mu=	113.42	kg-m
σ=	2224.61	kg/cm2
0.6 Fu =	2446.68	kg/cm2
CUMPLE		
Usar arriostres cada L/3		

Resultados:

RESULTADOS	
BRIDA SUPERIOR	**40 x 40 x 3 mm**
BRIDA INFERIOR	**5/8"**
DIAGONALES	**12 mm**

Diseño de columnas



Pu =	14.16	Ton
fy =	2530	kg/cm2
E =	29000	ksi
Fy =	36	ksi
Perfi l=	W8X24	
Ag =	7.08	in2
L =	800	cm
L =	314.96	in
rx =	3.42	in
ry =	1.61	in

- **Verificación de esbeltez**
  - **Eje "X"**

K=	2	
L=	314.96	in
rx=	3.42	in
Esbeltez=	184.19	
	CUMPLE	✓

  - **Eje "Y"**

K=	1	
L=	314.96	in
ry=	1.61	in
Esbeltez=	195.63	
	CUMPLE	✓

- **Pandeo local**
  - **Elemento no atiesado (ALA)**

b =	3.25	in
tf =	0.40	in
bf/2*tf =	8.13	
λ límite =	15.89	
	COMPACTO	

  - **Elemento atiesado (ALMA)**

h =	6.13	in
tw =	0.25	in
h/tw =	25.00	
λ =	42.29	
	COMPACTO	

- **Pandeo flexional**

Relación de esbeltez mayor=	195.63	
Ag=	7.08	in2
φFcr=	6.67	ksi
φRn=	19.30	ton
	CUMPLE	

Diseño del pedestal

Geometría de la placa

Lw =	**35.00**	cm
tw =	**35.00**	cm
Ag =	1225.00	cm2
d =	30.00	cm
d´ =	5.00	cm
Yp =	17.50	cm

Materiales

f'c =	210.00	kg/cm2
f'y =	4200.00	kg/cm2
Es =	2000000	kg/cm2
Єy =	0.0021	
Єc =	0.003	

Fila	y (cm)	L-y (cm)	As (cm2)
1	5.00	30.00	15.30
2	30.00	5.00	15.30

ϕ compresión =	0.7	
ϕ tracción =	0.9	
6 de 1"		
As total =	30.60	cm2

$$Po = Ast * fy + 0.85 * f"c * (Ag - Ast)$$

- **Compresión pura**

Po =	341.72 Ton

Pn	Mn
341.72 Ton	0.00 Ton-m

- **Fisuración insipiente (Єs=0)**

$$a = 0.85 * c \qquad \epsilon_{si} = \frac{(c-y)}{c} * \epsilon_c \qquad Fsi = Asi * fsi$$

$$Cc = 0.85 * f'c * b * a \qquad fsi = E * \epsilon_{si} \leq 4200 \qquad Msi = Fsi * Brazo$$

$$a = 0.85 * c \qquad \epsilon_{si} = \frac{(c-y)}{c} * \epsilon_c \qquad Fsi = Asi * fs \qquad \epsilon_{si} = \frac{(y-c)}{d-c} * \epsilon_s$$

$$Cc = 0.85 * f'c * b * a \qquad fsi = E * \epsilon_{si} \leq 4200 \qquad Msi = Fsi * Brazo \qquad c = \left(\frac{\epsilon_c}{\epsilon_c + \epsilon_s}\right) * d$$

	alfa = 0/1	
c =	30.00	cm
a =	25.50	cm
Cc =	159.31	Ton
Єs =	alfa = 0/1	

- **1/2 cuantía balanceada (Єs=Єy/2)**

Fila	Asi (cm2)	c-y (cm)	Єsi	fsi	Fsi (Ton)	Brazo (cm)	Msi (Ton.m)
1	15.30	25.00	0.00250	4200.00	64.26	12.50	8.03
2	15.30	0.00	0.00000	0.00	0.00	-12.50	0.00

	-alfa = 1/2	
c =	22.22	cm
a =	18.89	cm
Cc =	118.01	Ton
Єs =	0.00105	

Pn	Mn
223.57 Ton	15.60 Ton-m

Fila	Asi (cm2)	c-y (cm)	Єsi	fsi	Fsi (Ton)	Brazo (cm)	Msi (Ton.m)
1	15.30	17.22	0.00233	4200.00	64.26	12.50	8.03
2	15.30	-7.78	-0.00105	-2100.00	-32.13	-12.50	4.02

Pn	Mn
150.14 Ton	21.55 Ton-m

- **Cuantía Balanceada (Єs=Єy)**

$a = 0.85 * c$ $\quad \epsilon_{si} = \frac{(c-y)}{c} * \epsilon_c$ $\quad Fsi = Asi * fs$ $\quad \epsilon_{si} = \frac{(y-c)}{d-c} * \epsilon_s$

$Cc = 0.85 * f'c * b * a$ $\quad fsi = E * \epsilon_{si} \leq 4200$ $\quad Msi = Fsi * Brazo$ $\quad c = \left(\frac{\epsilon_c}{\epsilon_c + \epsilon_s}\right) * d$

	-alfa = 1/1	
c =	17.64	
a =	14.99	cm
Cc =	93.68	Ton
Єs =	0.0021	

Pn =	36.75	Ton
	-alfa = 2.77	
c =	10.20	
a =	8.67	cm
Cc =	54.19	Ton
Єs =	0.00581994	

- **Cambio en el valor de ϕ**

$$\phi Pn = 0.1\, f'c\, Ag$$

$$a = 0.85 * c$$

$$Cc = 0.85 * f'c * b * a$$

Fila	Asi (cm2)	c-y (cm)	Єsi	fsi	Fsi (Ton)	Brazo (cm)	Msi (Ton.m)
1	15.30	12.64	0.00215	4200.00	64.26	12.50	8.03
2	15.30	-12.36	-0.00210	-4200.00	-64.26	-12.50	8.03

Pn	Mn
93.68 Ton	25.44 Ton-m

Fila	Asi (cm2)	c-y (cm)	Єsi	fsi	Fsi (Ton)	Brazo (cm)	Msi (Ton.m)
1	15.30	5.20	0.00153	3060.02	46.82	12.50	5.85
2	15.30	-19.80	-0.00582	-4200.00	-64.26	-12.50	8.03

Pn	Mn
36.75 Ton	21.02 Ton-m

- **Flexión pura (Єs=alfa*Єy)**

$$a = 0.85 * c \qquad \epsilon_{si} = \frac{(c-y)}{c} * \epsilon_c \qquad Fsi = Asi * fs \qquad \epsilon_{si} = \frac{(y-c)}{d-c} * \epsilon_s$$

$$Cc = 0.85 * f'c * b * a \qquad fsi = E * \epsilon_{si} \leq 4200 \qquad Msi = Fsi * Brazo \qquad c = \left(\frac{\epsilon_c}{\epsilon_c + \epsilon_s}\right) * d$$

- **Tracción pura**

Fila	Asi (cm2)	c-y (cm)	Єsi	fsi	Fsi (Ton)	Brazo (cm)	Msi (Ton.m)
1	15.30	2.06	0.00087	1749.90	26.77	12.50	3.35
2	15.30	-22.94	-0.00975	-4200.00	-64.26	-12.50	8.03

Pn	Mn
0.00 Ton	16.81 Ton-m

	-alfa = 4.64	
c =	7.06	
a =	6.00	cm
Cc =	37.48	Ton
Єs =	0.0097503	

Serie positiva

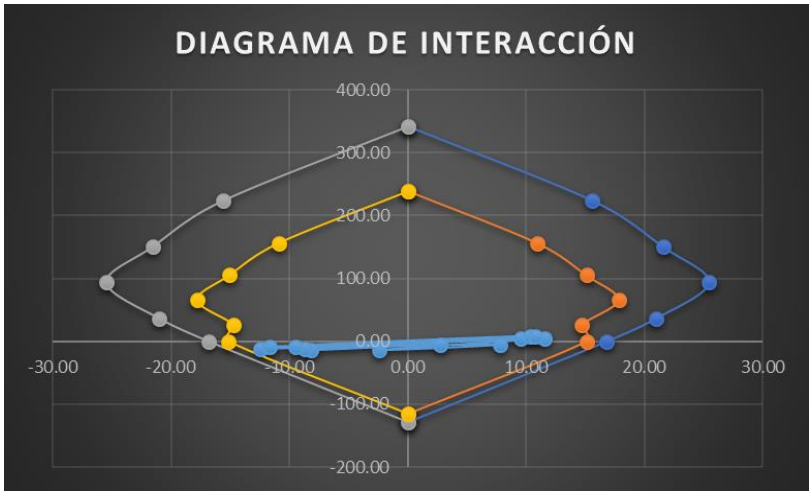
$$T_o = A_{st} f_y$$

Tn =	128.52 Ton

Pn	Mn
128.52 Ton	0.00 Ton-m

Punto	Pn (Ton)	Mn (Ton-m)	ϕ	ϕPn (Ton)	ϕMn (Ton-m)
1	341.72	0.00	0.70	239.20	0.00
2	223.57	15.60	0.70	156.50	10.92
3	150.14	21.55	0.70	105.10	15.09
4	93.68	25.44	0.70	65.57	17.80
5	36.75	21.02	0.70	25.72	14.71
6	0.00	16.81	0.90	0.00	15.13
7	-128.52	0.00	0.90	-115.67	0.00

Punto	Pn (Ton)	Mn (Ton-m)	ϕ	ϕPn (Ton)	ϕMn (Ton-m)
1	341.72	0.00	0.70	239.20	0.00
2	223.57	-15.60	0.70	156.50	-10.92
3	150.14	-21.55	0.70	105.10	-15.09
4	93.68	-25.44	0.70	65.57	-17.80
5	36.75	-21.02	0.70	25.72	-14.71
6	0.00	-16.81	0.90	0.00	-15.13
7	-128.52	0.00	0.90	-115.67	0.00



Utilizar pedestal 35 cm x 35 cm + 6 φ 1"

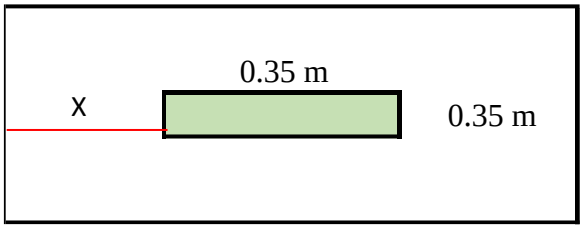
Diseño de cimentaciones

Diseño de zapata excéntrica

Pm =	2.66	ton
Pv =	4.59	ton
Ps =	10.55	ton
Mm =	0.63	ton-m
Mv =	1.19	ton-m
Ms =	11.10	ton-m
σ adm =	1.10	kg/cm2
f'c =	210.00	kg/cm2
Profund =	2.0	m

$$\sigma = \frac{P}{A} * 1.1$$

A=	0.73	m2



a) Predimensionamiento

(Bc+2X)(Lc+2x)=	0.725	
Fórmula:	0.55	
X=	0.14	m
X=	0.20	m

Aumentar volado:	1.30	m
Volado real:	0.85	m

B=	0.75	m
L=	0.75	m

B=	2.05	m
L=	2.05	m

- **Verificación por cargas de gravedad debido al efecto de los momentos**

σ1=	3.08
σ2=	0.54

σ3=	3.08
σ4=	0.54

Máximo esfuerzo:	**0.31**	kg/cm2
	CUMPLE	

Aumentamos el volado

$$\sigma = \frac{P}{A} \pm \frac{6M}{BL^2}$$

σ1=	13.45
σ2=	-4.55

σ3=	13.45	kg/cm2
σ4=	-4.55	kg/cm2

Máximo esfuerzo=	1.34	kg/cm2
σ adm=	1.38	kg/cm2
	CUMPLE	

$$\sigma = \frac{P}{A} \pm \frac{6M}{BL^2}$$

σ1=	39.42
σ2=	-12.35

σ3=	39.42
σ4=	-12.35

Máximo esfuerzo:	**3.94**	kg/cm2
	NO CUMPLE	

- **Verificación por cargas sísmicas debido al efecto de los momentos**

Recomendaciones :
Gravedad = 1.5 ó 1.6
Sismo = 1.25

σult=	16.81	ton/m2

b) Diseño

- **Diseño por punzonamiento**

Asumiendo h=	0.9	m
d'=	0.8	m
Ao=	1.3225	m2
Bo=	4.6	m
Vu=	48.40	ton

Menor valor de:

		β=	1
C. Interior	40	C. Interior	
C. Borde	30	α=	40
C. esquina	20		

1- Vc= 0.53*(1+2/beta)*f'c^0.5*bo*d		
Vc=	847.92	ton

2- Vc= 0.27*(alfa*d/bo+2)*f'c^0.5*bo*d		
Vc=	1289.62	ton

3- Vc= 1.06*f'c^0.5*bo*d		
Vc=	565.28	ton

φ Vc=	480.5	ton
	CUMPLE	

- **Diseño por corte**

h=	0.9	m
d=	0.8	m

Volado real=	0.85	m
X=	0.05	m
Vu=	σult*X*B	
Vu=	1.72	ton

φVc=	107.07	ton
CUMPLE		

- **Diseño por flexión**

Volado=	0.85	m
Momento en el volado		
Mu= Esfuerzo último*B*Volado^2/2		

Mu=	6.07	ton-m
f'c =	210	kgf/cm2
fy =	4200	kgf/cm2
b =	205	cm
h =	90	cm
d =	80	cm
Ø =	0.9	
β1=	0.85	

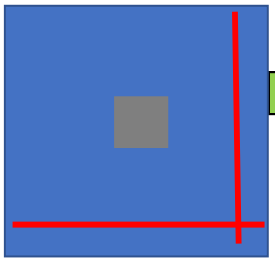
Mu:	6.07	Tnf-m
Ast	2.01	cm2
As mín:	16.2	cm2

Ø	As	Ø(cm)
0	0	0
3/8"	0.71	0.95
1/2"	1.29	1.27
5/8"	1.98	1.59
3/4"	2.85	1.91
1"	5.1	2.54

Usando:

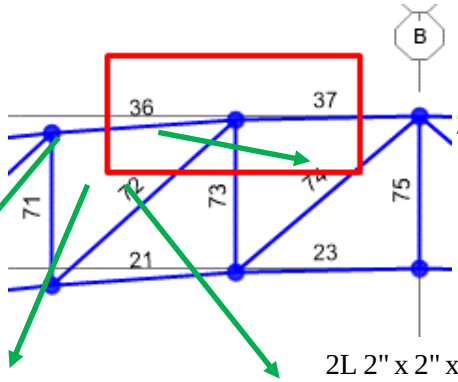
Ø	3/4"	@	0.176 m

- **Resumen de acero de refuerzo**

RESUMEN FINAL DE ACERO DE REFUERZO
 Utilizar 3/4" cada 15 cm
Utilizar 3/4" cada 15 cm

Diseño de conexiones

a) Conexión soldada de los elementos que concurren a un nudo



2L 3" x 3" x 3/8"
Cu= 38.07 ton

2L 3" x 3" x 3/8"
Cu= 37.37 ton

2L 2" x 2" x 3/16"
Tu= 3.93 ton

2L 2" x 2" x 3/16"
Tu= 3.48 ton

fy=	2530	kg/cm2
Fu=	4080	kg/cm2

- **Diseño de la soldadura del filete**

➢ Brida Superior Izquierda

Perfil =	2L 3" x 3" x 3/8"	
Tu=	38.07	Ton
Para 1 ángulo		
Tu/2=	19.04	Ton
ΣMo=0		
F1+F2=	19.04	Ton
F1=	19.04 - T2	
Ȳ =	0.88	in
h=	3.00	in

F2=	5.61 ton	Ton
F1=	13.43 ton	Ton
φ =	0.75	
Fexx=	E70xx	70 ksi
Awe=	$\frac{\sqrt{2}}{2} * a * L$	

tw=	5	mm.
φRn=	782.93	kg/cm

LF1=	17.20	cm
LF2=	7.20	cm

➢ **Brida Superior Derecha**

Perfil =	2L 3" x 3" x 3/8"	
Pu=	37.37	Ton
Para 1 ángulo		
Tu/2=	18.69	Ton
ΣMo=0		
F1+F2=	18.69	
F1=	18.69 - T2	
Ȳ =	0.88	in
h=	3.00	in

F2=	5.48	Ton
F1=	13.21	Ton
φ =	0.75	
Fexx=	E70xx	70 ksi
Awe=	$\frac{\sqrt{2}}{2} * a * L$	

tw=	5	mm.
φRn=	782.93	kg/cm

Longitud de soldadura para:

LF1=	16.90	cm
LF2=	7.10	cm

➢ **Diagonales**

Perfil =	2L 2" x 2" x 3/16"	
Pu=	3.93	Ton
Para 1 ángulo		
Tu/2=	1.97	Ton
ΣMo=0		
F1+F2=	1.97 Ton	
F1=	1.97 - T2	
Ȳ =	0.421	in
h=	1.50	in

F2=	0.55 ton	Ton
F1=	1.41 Ton	Ton
φ =	0.75	
Fexx=	E70xx	70 ksi
Awe=	$\frac{\sqrt{2}}{2} * a * L$	

tw=	3	mm.
φRn=	469.76	kg/cm

Longitud de soldadura para:

LF1=	3.10	cm
LF2=	1.20	cm

➢ **Montantes**

Perfil =	2L 2" x 2" x 3/16"	
Pu=	3.48	Ton
Para 1 ángulo		
Tu/2=	1.74	Ton
ΣMo=0		
F1+F2=	1.74	
F1=	1.74 - T2	
Ȳ =	0.444	in
h=	1.50	in

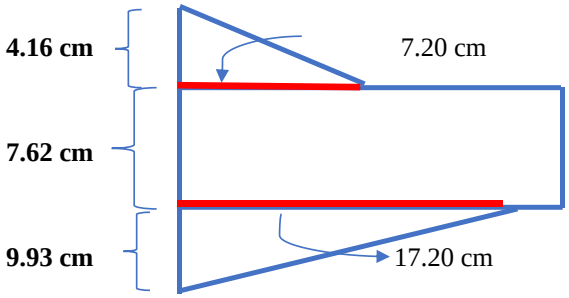
F2=	0.52 ton	Ton
F1=	1.23 ton	Ton
φ =	0.75	
Fexx=	E70xx	70 ksi
Awe=	$\frac{\sqrt{2}}{2} * a * L$	

tw=	3	mm.
φRn=	469.76	kg/cm

Longitud de soldadura para:

LF1=	2.70	cm
LF2=	1.10	cm

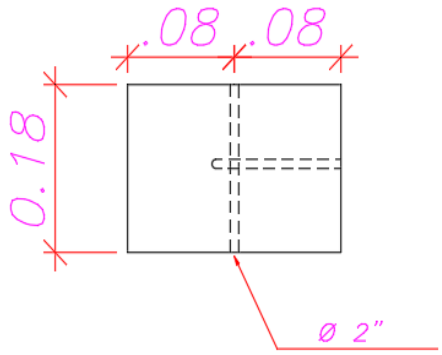
b) Diseño de la placa de conexión por Whitmore



$$Pu < \emptyset Rn = \emptyset * fy * lw * e$$

Lw=	21.71	cm
e=	**1/8**	
φRn=	15.63	Ton
	CUMPLE	✓

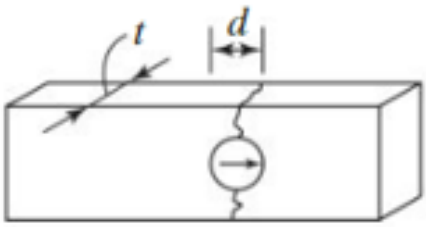
c) Diseño de la conexión Columna – Cable tensor



t=	5/16"	Espesor de la placa extremos que soportan el PIN
t=	1/3	in
φ Diámetro del conector =	2	in

- **Diseño por tensión sobre el área neta efectiva**

$$Pn = 2 * t * bc * Fu$$

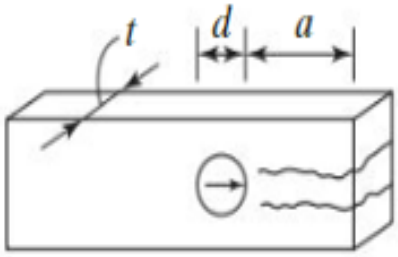


bc=	2t+0.63	
bc=	1.26	

Pn=	45.49	klb
φPn=	**15.49**	**ton**

- **Diseño por corte sobre el área efectiva**

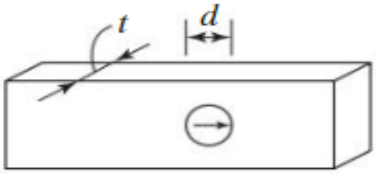
$$Pn = 0.6 * Fu * Asf$$



Asf=	2t(a+d/2)	
a=	menor distancia desde el agujero del pasador a la orilla del elemento	
a=	8	cm
Pn=	90.25	klb
φPn=	**30.73**	**ton**

- **Resistencia por aplastamiento**

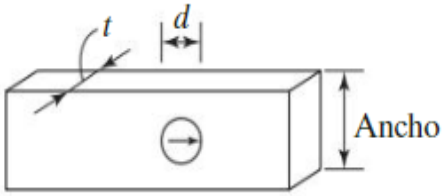
$$Pn = 1.8 * Fy * Apb$$



Apb=	Área proyectada de aplastamiento	
Apb=	d*t	
Pn=	40.50	klb
φPn=	**13.79**	**ton**

- **Fluencia en la sección total por tensión**

$$Pn = Fy * ancho * t$$



ancho=	10	cm
Pn=	44.29	klb
φPn=	**15.08**	**ton**

Resistencia nominal:

φPn=	**13.79**	**ton**
	CUMPLE	✓

d) Diseño de la conexión Columna – Tijeral

Cortante=	11.73	ton
# Pernos=	4	
Ø=	1/2	in
t=	3/16"	in
	1/5	

Ø	As	Ø(cm)
1/4	0.635	0.635
3/8	0.71	0.95
1/2	1.29	1.27
1	5.1	2.54

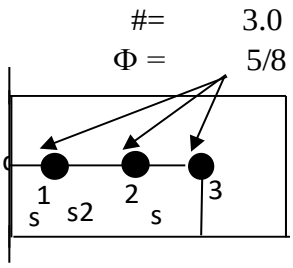
φ=	0.75	
Fnv=	3800	kg/cm2
Ab=	1.29	cm2
φRn=	3.68	ton
Para 4 pernos=	14.71	ton
	CUMPLE	

- **Corte en los pernos**

Φ =	1/2	
e plancha=	1/5	
Rn =	13.05	klb
φRn=	4.44	ton
Para 4 pernos=	17.77	ton
	CUMPLE	

- **Aplastamiento de la plancha**

Cu=	10.15	ton
e plancha=	1/5	
Fu=	58	ksi



s1=	1.5 in
s2=	2.0 in
s3=	2.0 in

- **Desgarramiento en la plancha**

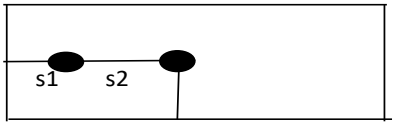
Perno #1		
d+holg =	4/7	
Lc=	1.22	in
t plancha=	1/5	
Rn =	15.90	klb
φRn=	5.42	ton

Perno #2		
d+holg =	4/7	in
Lc=	0.94	in
t plancha=	1/5	
Rn =	12.23 klb	klb
φRn=	4.17 ton	ton

Donde:

φRn #1=	3.68	ton
φRn #2=	3.68	ton
∑ =	7.35	ton

Para 4 pernos=	14.706	
	CUMPLE	



s1=	1.50 in
s2=	1.50 in

e) Diseño de conexión empernada a Compresión

En el perfil 2L 3''x3''x3/8''

Resistencia al corte del perno

Diámetro=	5/8	
Φ =	0.75	
Fnv =	54	ksi
	3800	kg/cm2
Área=	1.98	cm2
φRn =	5.64	ton

Aplastamiento del perfil

$$\emptyset Rn = 2.4 * d * t * Fu$$

Φ =	5/8	
e angulo=	3/8	
Rn =	32.63	klb
Rn =	14.80	ton

- **Transmisión de corte en el perno**

Desgarramiento en ángulo

$$\emptyset Rn = 1.2 * lc * t * Fu$$

Perno #1		
d+holg =	2/3	
Lc=	1.16	in
t angulo=	3/8	
Rn =	30.18	klb
Rn =	13.69	ton

Perno #2		
d+holg =	2/3	
Lc=	1.31	in
t angulo=	3/8	
Rn =	34.26	klb
Rn =	15.54	ton

Perno #3		
d+holg =	2/3	
Lc=	1.31	in
t angulo=	3/8	
Rn =	34.26	klb
Rn =	15.54	ton

- **Trasmisión de corte en la plancha**

Aplastamiento de la plancha

$$\emptyset Rn = 2.4 * d * t * Fu$$

Diámetro =	5/8	
e plancha=	1/5	
Rn =	15.30	klb
Rn =	7.40	ton

Desgarramiento de la plancha

$$\emptyset Rn = 1.2 * lc * t * Fu$$

Perno #1		
d+holg =	2/3	
Lc=	1.50	in
t=	1/5	
Rn =	19.58	klb
Rn =	8.89	ton

Perno #2		
d+holg =	2/3	
Lc=	2.00	in
t=	1/5	
Rn =	26.10	klb
Rn =	11.84	ton

Perno #3		
d+holg =	2/3	
Lc=	2.00	in
t=	1/5	
Rn =	26.10	klb
Rn =	11.84	ton

- **Resumen de las resistencias**

Ruptura por corte del perno
Aplastamiento del ángulo
Desgarramiento del ángulo
Aplastamiento de la placa
Desgarramiento de la placa

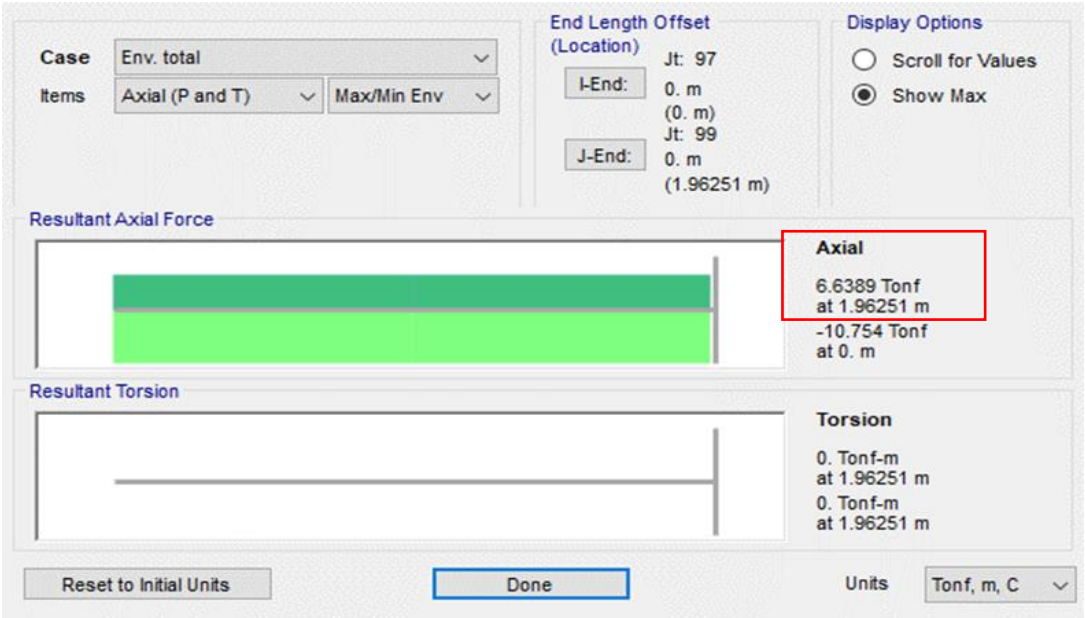
Min Rn1=	5.64	ton
Min Rn1=	5.64	ton
Min Rn1=	5.64	ton
Cu (1 angulo)=	5.08	ton
φRn=	**12.70**	**ton**
	CUMPLE	✓

Rn1 =min
5.64 ton
14.80 ton
13.69 ton
7.40 ton
8.89 ton

Rn2= min
5.64 ton
14.80 ton
15.54 ton
7.40 ton
11.84 ton

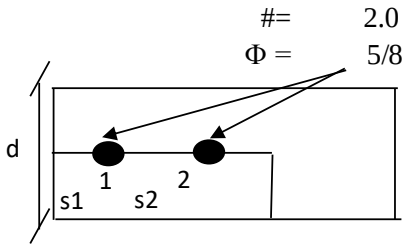
Rn3= min
5.64 ton
14.80 ton
15.54 ton
7.40 ton
11.84 ton

f) Diseño de conexión empernada a Tracción



- **Estados límites**

Tu=	6.64	ton
e plancha=	1/5	
Fu=	58	ksi



s1=	1.0 in
s2=	1.5 in

En el perfil 2L2''x2''x1/4''

- **Trasmisión de corte en el perno**

Resistencia al corte del perno

Diámetro=	5/8	
Φ =	0.75	
Fnv =	54	ksi
	3800	kg/cm2
Área=	1.98	cm2
φRn =	**5.64**	**ton**

Aplastamiento del ángulo

$$\emptyset Rn = 2.4 * d * t * Fu$$

Φ =	5/8	
e angulo=	1/4	
Rn =	21.75	klb
Rn =	**9.87**	**ton**

En la plancha de espesor 3/16''

- **Aplastamiento de la plancha**

$$\emptyset Rn = 2.4 * d * t * Fu$$

Diámetro =	5/8	in
e plancha=	1/5	in
Rn =	16.31	klb
Rn =	**7.40**	**ton**

Desgarramiento en ángulo

$$\emptyset Rn = 1.2 * lc * t * Fu$$

Perno #1		
d+holg =	2/3	in
Lc=	0.66	in
t angulo=	1/4	
Rn =	11.42	klb
Rn =	**5.18**	**ton**

Perno #2		
d+holg =	2/3	in
Lc=	0.81	in
t angulo=	1/4	
Rn =	14.14	klb
Rn =	**6.41**	**ton**

➢ **Desgarramiento de la plancha**

Ruptura por corte del perno	Min Rn1=	5.18	ton
Aplastamiento del ángulo	Min Rn1=	5.64	ton
Desgarramiento del ángulo	Tu (1 angulo)=	3.32	ton
Aplastamiento de la placa	**φRn=**	**8.12**	**ton**
Desgarramiento de la placa		**CUMPLE**	✓

Rn1 =min
- 5.64 ton
- 9.87 ton
- 5.18 ton
- 7.40 ton
- 5.92 ton

Rn2= min
- 5.64 ton
- 9.87 ton
- 6.41 ton
- 7.40 ton
- 8.88 ton

$$\emptyset Rn = 1.2 * lc * t * Fu$$

Perno #1		
d+holg =	2/3	in
Lc=	1.00	in
t=	1/5	
Rn =	13.05	klb
Rn =	**5.92**	**ton**

Perno #2		
d+holg =	2/3	in
Lc=	1.50	in
t=	1/5	
Rn =	19.58	klb
Rn =	**8.88**	**ton**

- **Resumen de las resistencias**

g) Diseño de placa Base

Perfil de columna=	**W8X24**	
f'c pedestal de concreto	280	kg/cm2
Carga axial última a compresión (Pu)=	14.16	Tnf
Momento último (Mu)=	11.10	Tnf-m
Ø Perno=	5/8"	in
Ø=	0.6	
Capacidad a compresión del concreto (f'c)=	210	kg/cm2
Esfuerzo de fluencia de la placa base (fy)=	250.128	Mpa

- **Datos geométricos de la placa base**

Peralte de la columna (d)=	201.422	mm
Ancho de la columna (bf)=	165.1	mm
Espesor del alma (tw)=	6.223	mm
Espesor del patín (tf)=	10.16	mm
Dimensión N de la placa=	300	mm
Dimensión B de la placa=	300	mm
Área de la placa base=	90000	mm2

- **Datos geométricos del pedestal**

Profundidad del pedestal=	1000	mm
Separación de pernos en Y, S1=	300	mm
Separación de pernos en X, S2=	300	mm
Distancia NY top=	50	mm
Distancia NY botton=	50	mm
Distancia Bx Left=	50	mm
Distancia Bx Rigth=	50	mm
Dimensión L del pedestal=	350	mm
Dimensión W del pedestal=	350	mm
Área del pedestal=	122500	mm2
Distancia perno al borde, Ca1, top=	50	mm
Distancia perno al borde, Ca1, bot=	50	mm
Distancia perno al borde, Ca2, Left	50	mm
Distancia perno al borde, Ca2, Rigth=	50	mm

- **Determinación de excentricidad y excentricidad crítica**

$$e := \frac{M_U}{P_U}$$

$$f_{pmax} := \Phi \cdot 0.85 \cdot f'c \cdot \sqrt{\frac{A_2}{A_1}}$$

$$q_{max} := f_{pmax} \cdot B =$$

e=	**783.65**	mm
fpmax=	13.54	Mpa

qmax=	4060.9	N/mm

- **Determinación de la longitud de soporte y tensión en los pernos**

$$Y = (f + \frac{N}{2}) \pm \sqrt{(f + \frac{N}{2})^2 - \frac{2 * Pu(e+f)}{qmáx}}$$

a=	0	mm
Lf=	150	mm

a1=	90000	mm2
a2=	63894.562	mm2

Y=	138.43	mm
Tu=	423.19	KN

a1>a2
OK
q<qmáx
1

$$e_{crit} := \frac{N}{2} - \frac{P_U}{2 \cdot q_{max}};$$

e.cri=	132.89	mm

fP=	3.35	Mpa

MOMENTO DE MAGNITUD GRANDE	
CUMPLE	✅

- **Determinación del espesor requerido**

Longitud de voladizo, m=	54.32	mm
Longitud de voladizo, n=	83.96	mm
Máxima longitud de voladizo=	83.96	mm
Espesor en la fase de compresión, tp1=	29.3	mm
Longitud de tensión, X=	49.289	mm
Espesor en la fase de tensión, tp2=	35.18	mm
Espesor requerido de platina, Tp=	36.00	mm

Usar placa base de espesor=	1 1/2	in

El mismo procedimiento de cálculo se realizará para la planta de reciclaje que tiene menor área que la planta de compostaje.

ANEXO 06

DISEÑO DEL PAVIMENTO DE LA VÍA DE ACCESO PRINCIPAL

1. **Objetivo**

   Realizar el diseño de la vía de acceso principal hacia la infraestructura para el tratamiento de residuos sólidos del distrito de Pomalca.

2. **Descripción del lugar**

   Es importante reconocer la ubicación y los límites de la vía de acceso principal al área de proyecto, es por ello que tenemos los siguientes datos:

2.1 Ubicación:

País: Perú

Departamento: Lambayeque

Provincia: Chiclayo

Distrito: Pomalca

Ruta: Pomalca – Área del proyecto

Figura 1: Vista de Pomalca hacia el área del proyecto

Fuente: Vista satelital de Google Earth Pro.

2.2 Límites:

De Norte al Sur se ubica la trocha carrozable (vía de acceso principal) que conecta el distrito de Pomalca hacia el área del proyecto. Siguiendo ese sentido tendremos los siguientes límites:

Norte: Distrito de Pomalca.

Sur: Área de Proyecto, C.P. San Luis.

Este: Carretera a Pampa Grande, C.P. Collud, C.P. Ventarrón, Cultivos de caña de azúcar.

Oeste: C.P. Los Ceibos, C.P San Antonio, C.P. Las Palmeras, Laguna de oxidación, Cultivos de azúcar.

3. Reconocimiento de Campo

En la actualidad es una trocha carrozable que va del distrito de Pomalca hacia la zona de proyecto, de ancho variable de 15m a 20m en su recorrido conecta los siguientes centros poblados: C.P. Collud, C.P. Ventarrón, C.P. Los Seibos, C.P San Antonio, C.P. Las Palmeras, Laguna de oxidación, Cultivos de caña de azúcar.

Figura 2: Vista de trocha carrozable hacia el área del proyecto.

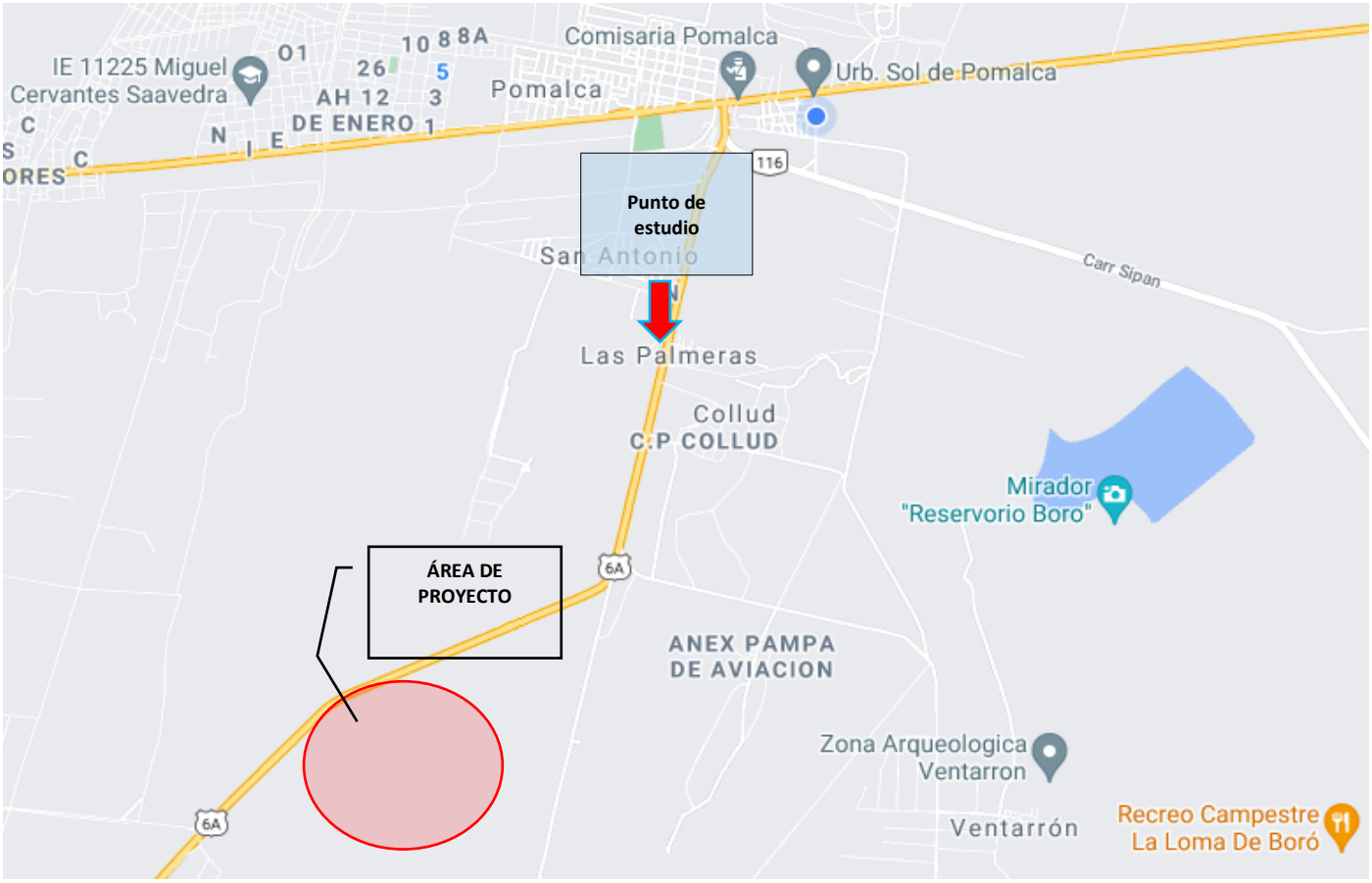
Fuente: propia.

3.1 Punto de control

Para realizar el estudio de tráfico de la vía de acceso principal hacia el área de este proyecto. Se recolectó los datos en campo, se ubicó un punto de control estratégico, permitiendo registrar los datos de Este a Oeste. Y fue en el pueblo joven Las Palmeras. Así mismo, se registró los tipos de vehículos que establece en el formato de vehículos del MTC, identificando y clasificándolo en la lista.

Es válido mencionar que el control de medición de los vehículos se inició el día viernes 11 de febrero del 2022 hasta el domingo 13 de febrero del 2022.

Figura 3: El punto de control es en el pueblo joven las Palmeras



Fuente: Vista satelital de Google Maps

4. Recolección de datos

4.1 Recolección de datos:

La recolección de datos que hemos obtenido en campo, se ha realizado en una semana. Mediante fichas de aforo o conteo de vehículos que se utilizó para la medición de campo. Se contó el número de vehículos con su respectiva clasificación, en caso sea vehículo ligero o pesado. Así mismo que tipo de eje tuvo. Todo este proceso de base de datos obtenidos en campo nos servirá para el análisis en gabinete.

4.2 Datos de campo obtenidos:

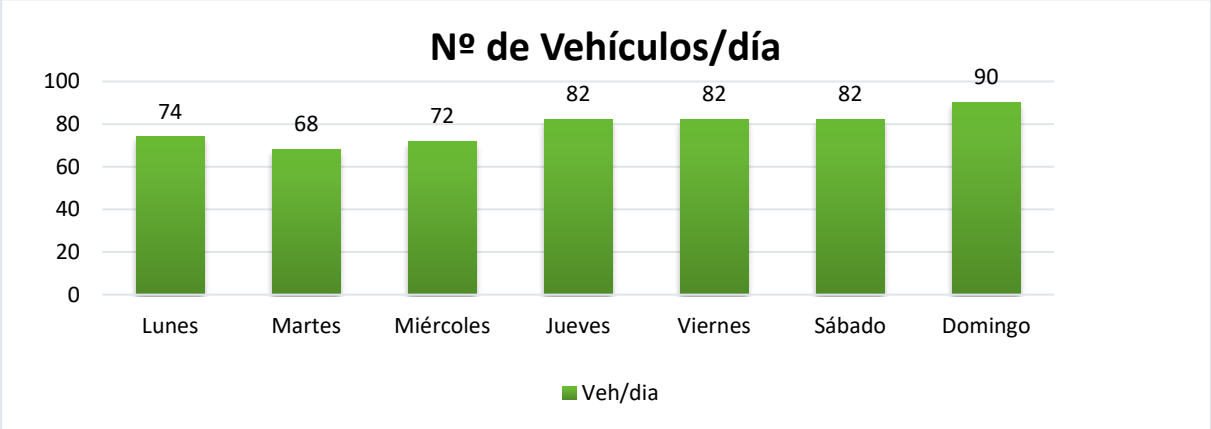
La siguiente tabla presentada es un resumen obtenido de nuestra base de datos del conteo de vehículos realizada en campo, en el mes de febrero del 2022. Así mismo, se ha tenido en cuenta los días no laborales (sábado y domingo) y los días laborales (lunes, martes, miércoles, jueves y viernes).

Tabla 1: Base de datos de conteo de vehículos de trabajo de campo

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Automóvil	12	10	12	10	12	11	12
Station Wagn	3	4	5	6	7	4	4
Camioneta	12	11	10	9	13	8	9
Combi	6	3	3	4	6	5	6
Micro	3	3	4	4	3	3	6
B2	0	0	0	0	0	0	0
B3	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	5	2	5	11	3	6	4
Camión 3E	6	5	2	5	0	2	2
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0
Semi Trayler	19	16	13	15	15	21	23
Trayler 2T2	6	9	8	5	9	7	6
Trayler 2T3	2	4	2	5	5	6	7
Trayler 3T2	0	1	7	6	6	7	7
Trayler >=3T3	0	0	1	2	3	2	4
Total	74	68	72	82	82	82	90

Fuente: propia.

Diagrama 1: Resultado del conteo de tráfico



Fuente: propia.

5. Procesamiento de información

5.1 Análisis de información

Con los datos logrados en campo a razón del cálculo de vehículos, se continúa hallando el Índice Medio Diario Anual (IMDA), para ello empleamos la siguiente fórmula:

$$IMD_a = IMD_S \qquad IMD_S \sum V_i$$

IMDa = Índice Medio Anual (veh/día)

IMDs = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada

FC = Factores de Corrección Estacional

Vi = Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo

n = Número de vehículos

5.2 Factor de corrección estacional

Dicho factor se calcula a partir de una sucesión anual de tráfico inspeccionada por una unidad de peaje. Con el propósito de realizar una corrección para descartar las diversas variaciones en los valores de volumen de tráfico a razón de los cambios estacionales; siembra, lluvia, las épocas de cosecha, ferias semanales, vacaciones, eventos sociales, etc. Es indispensable alterar la base de datos obtenido en campo, por un componente de corrección estacional que conlleve a esta base de dato al Índice Medio Diario Anual.

5.3 Determinación de los Factores de Corrección:

Para corregir y mejorar el volumen de tráfico del punto de control realizado en campo, se consideró el factor de corrección del mes de febrero, tomando como base lo informado por PROVÍAS Nacional – MTC 2008, con respecto a la unidad de pesaje, el Ex peaje de Pomalca (2000-2010). Para temas de este proyecto se han tomado factores del MTC [1].

Teniendo en cuenta la estación de peaje más cercana al proyecto y asumiendo como factor de corrección el mismo para ambos sentidos, se tendrá dicho factor por cada tipo de vehículo (ligero y pesado).

Tabla 2: Ex peaje de Pomalca y factor de corrección estacional

Carretera: km. 019+060 de la ruta Pimentel – Chiclayo - Chongoyape				Factor de Corrección Estacional	
TRAMO		CÓDIGO	PEAJE	FEBRERO	
INICIO	FINAL			Ligeros	Pesados
Pimentel	Chongoyape	P052	Ex peaje de Pomalca	0.749243	0.984591

Fuente: propia

En la siguiente tabla presentada se resumen los resultados del conteo vehicular:

Tabla 3: Resultado de conteo de vehículos en dos sentidos

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
Automóvil	12	10	12	10	12	11	12	79
Station Wagn	3	4	5	6	7	4	4	33
Camioneta	12	11	10	9	13	8	9	72
Combi	6	3	3	4	6	5	6	33
Micro	3	3	4	4	3	3	6	26
B2	0	0	0	0	0	0	0	0
B3	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	5	2	5	11	3	6	4	36
Camión 3E	6	5	2	5	0	2	2	22
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0
Semi Trayler	19	16	13	15	15	21	23	122
Trayler 2T2	6	9	8	5	9	7	6	50
Trayler 2T3	2	4	2	5	5	6	7	31
Trayler 3T2	0	1	7	6	6	7	7	34
Trayler >=3T3	0	0	1	2	3	2	4	12
Total	74	68	72	82	82	82	90	550

Fuente: propia

- **Diagnóstico:** Como resultado del aforo vehicular semanal nos da un total de 550 vehículos entre ligeros y pesados

Tabla 4: Resultado de clasificación de vehículos

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total	Porcentaje
Vehículos ligeros	33	28	30	29	38	28	31	217	39.45%
Vehículos pesados	41	40	42	53	44	54	59	333	60.55%
Total	74	68	72	82	82	82	90	550	100.00%

Fuente: propia

- **Diagnóstico:** Como resultado obtenemos 217 vehículos ligeros y 33 vehículos pesados. Vehículos ligeros obteniendo un porcentaje de 39.45% y 60.55% de vehículos pesados

Tabla 5: Resultado de clasificación de vehículos

Tipo de Vehículo	Total de semana	IMD_S	FC	IMD_a
Automóvil	79	11	0.749243	8
Station Wagn	33	5	0.749243	4
Camioneta	72	10	0.749243	8
Combi	33	5	0.749243	4
Micro	26	4	0.749243	3
B2	0	0	0.984591	0
B3	0	0	0.984591	0
Camión 2E	36	5	0.984591	5
Camión 3E	22	3	0.984591	3
Camión 4E	0	0	0.984591	0
Semi Trayler	122	17	0.984591	17
Trayler 2T2	50	7	0.984591	7
Trayler 2T3	31	4	0.984591	4
Trayler 3T2	34	5	0.984591	5
Trayler >=3T3	12	2	0.984591	2
Total	550	79		70

Fuente: propia

- **Diagnóstico:** Como resultado del conteo de vehículos afectado por su factor de corrección estacional para vehículos ligeros y pesados, se aprecia que el IMDa nos da como resultado 70 vehículos. Dicho lo anterior, mencionar que el mayor volumen de vehículos que se trasladan por esta vía es camioneta y bus grande.

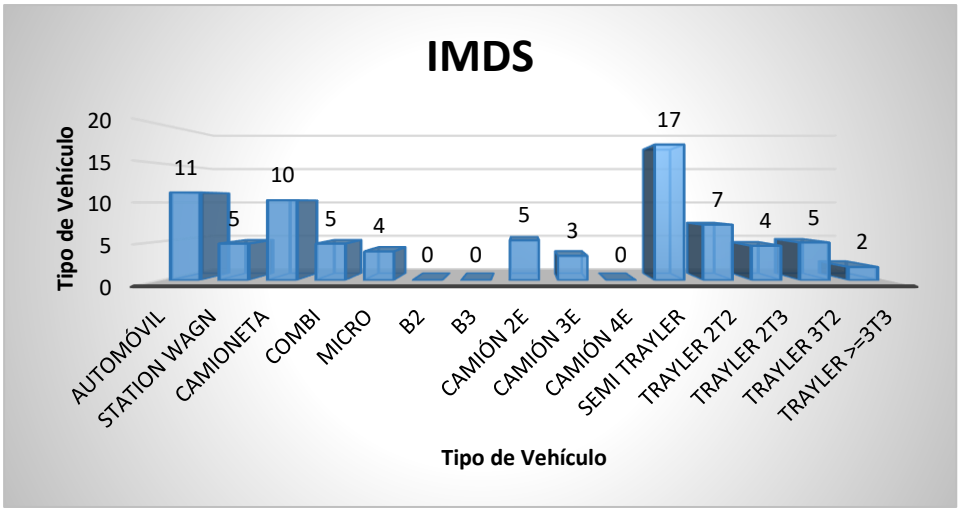
  IMDa TOTAL: 70 veh/día

Tabla 6: Cantidad de vehículos según su tipo de acuerdo al índice medio diario semanal (IMDs)

Tipo de Vehículo	IMDs	Distribución (%)
Automóvil	11	14.36%
Station Wagn	5	6.00%
Camioneta	10	13.09%
Combi	5	6.00%
Micro	4	4.73%
B2	0	0.00%
B3	0	0.00%
Camión 2E	5	6.55%
Camión 3E	3	4.00%
Camión 4E	0	0.00%
Semi Trayler	17	22.18%
Trayler 2T2	7	9.09%
Trayler 2T3	4	5.64%
Trayler 3T2	5	6.18%
Trayler >=3T3	2	2.18%
Total	79	100.00%

Fuente: propia

Diagrama 2: Cantidad de vehículos según el IMDs



Fuente: propia

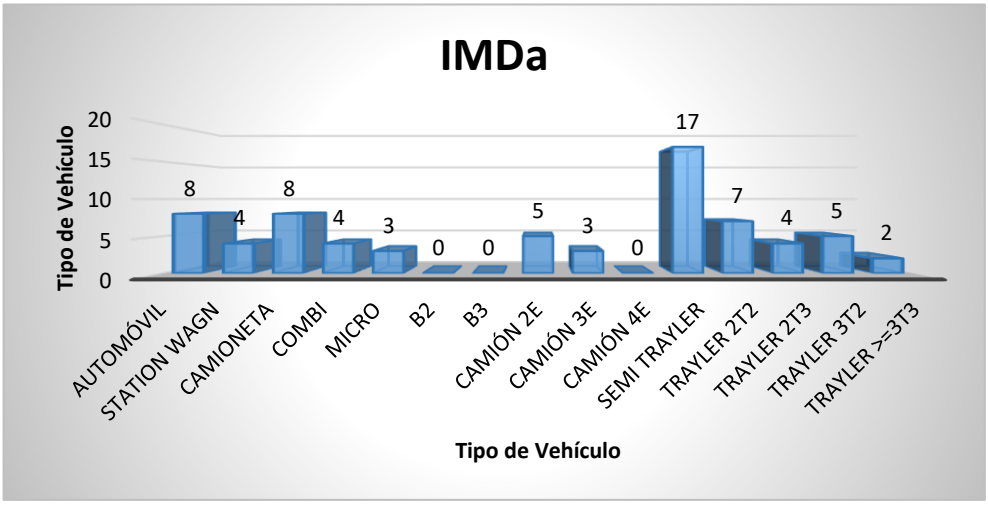
- **Diagnóstico:** Como resultado se puede apreciar en la tabla resumen y en el diagrama de barras, el tipo de vehículo que tienen mayor frecuencia de circulación es **Semi Trayler** con un porcentaje de 22.18% y en segundo lugar es **automóvil** con un porcentaje de 14.36%.

Tabla 7: Cantidad de vehículos según su tipo de acuerdo al índice medio diario anual (IMDa)

Tipo de Vehículo	IMD_a	Distribución (%)
Automóvil	8	11.43%
Station Wagn	4	5.71%
Camioneta	8	11.43%
Combi	4	5.71%
Micro	3	4.29%
B2	0	0.00%
B3	0	0.00%
Camión 2E	5	7.14%
Camión 3E	3	4.29%
Camión 4E	0	0.00%
Semi Trayler	17	24.29%
Trayler 2T2	7	10.00%
Trayler 2T3	4	5.71%
Trayler 3T2	5	7.14%
Trayler >=3T3	2	2.86%
Total	70	100.00%

Fuente: propia

Diagrama 3: Cantidad de vehículos según el IMDa



Fuente: propia

- **Diagnóstico:** Como resultado se puede apreciar en la tabla resumen y en el diagrama de barras, el tipo de vehículo que tienen mayor frecuencia de circulación es **Semi Trayler** con un porcentaje de 24.29%, **automóvil y camioneta** con un porcentaje de 11.43%.

6. Tráfico proyectado

6.1 Análisis de la demanda proyectada

El análisis y diseño de la pavimentación se basa en el tráfico actual, así como la proyección del tráfico futuro que se estima usarán la vía que se proyecta. Es por ello, que se tiene en cuenta con: el tránsito actual, años de proyección, tasa anual de crecimiento de tránsito.
Esta formulación y pasos es referenciada del MTC [1].
Así mismo, utilizaremos la siguiente fórmula para la proyección de la demanda:

$$\boldsymbol{T_n = T_0(1 + r)^{(n-1)}}$$

Tn: Tránsito proyectado al año en vehículo por día.

T0: Tránsito actual (año base/vehículos por día)

n: Año futuro de proyección

r: Tasa anual de crecimiento de tránsito

6.2 Tasa de crecimiento %:

En este proyecto se ha considerado como tasa de crecimiento del tráfico de vehículos ligeros a la tasa de crecimiento poblacional y así mismo, la tasa de crecimiento de tráfico de vehículos pesados a la tasa de crecimiento del Producto Bruto Interno en este caso del departamento de Lambayeque.

Tabla 8: Tasa de crecimiento poblacional y PBI

Tasa de crecimiento	Valor
Tasa de crecimiento poblacional (para vehículos de pasajeros)	0.97%
Tasa de crecimiento del PBI departamental (para vehículos de carga)	3.45%

Fuente: propia

Tabla 9: IMDA proyectado a 20 años

Tipo de Vehículo	IMDA	Distribución (%)	Tasa de Crecimiento	Año de proyección	IMDA (proyectado)
Automóvil	8	11%	0.97	20	9.60
Station Wagn	4	6%	0.97	20	4.80
Camioneta	8	11%	0.97	20	9.60
Combi	4	6%	0.97	20	4.80
Micro	3	4%	3.45	20	5.71
B2	0	0%	3.45	20	0.00
B3	0	0%	3.45	20	0.00
Camión 2E	5	7%	3.45	20	9.52
Camión 3E	3	4%	3.45	20	5.71
Camión 4E	0	0%	3.45	20	0.00
Semi Trayler	17	24%	3.45	20	32.38
Trayler 2T2	7	10%	3.45	20	13.33
Trayler 2T3	4	6%	3.45	20	7.62
Trayler 3T2	5	7%	3.45	20	9.52
Trayler >=3T3	2	3%	3.45	20	3.81
Total	70	100%			116

Fuente: propia

7. Cálculo del ESAL - Equivalent Single Axle Load

7.1 Factor de equivalencia (EE)

Tabla 10: Relación de Cargas para determinar Ejes Equivalentes (EE), pavimento flexible

Tipo de Eje	Eje Equivalente ($EE_{8.2\ ton}$)
Eje Simple de ruedas simples (EE_{S1})	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE_{S2})	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE_{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE_{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE_{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE_{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 21.8]^{3.9}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Manual de carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, MTC [1]

7.2 Factor Direccional y Factor de Carril

Tabla 11: Factores direccional y de carril para una calzada

Peso total de los ejes				
Tipo de vehículo	IMDA	Carga de VEH. EJE	Eje equivalente (EE 8.2 Tn)	F. IMDA
AUTOS, CAMIONETAS Y COMBIS.	27	1	0.000527017	0.014
	27	1	0.000527017	0.014
C2	5	7	1.265366749	6.327
	5	10	2.211793566	11.059
C3	3	7	1.265366749	3.796
	3	16	1.260585019	3.782
2T2	7	7	1.265366749	8.858
	7	10	2.211793566	15.483
	7	10	2.211793566	15.483
	7	10	2.211793566	15.483
2T3	4	7	1.265366749	5.061
	4	10	2.211793566	8.847
	4	10	2.211793566	8.847
	4	16	1.260585019	5.042
3T2	5	7	1.265366749	6.327
	5	16	1.260585019	6.303
	5	10	2.211793566	11.059
	5	10	2.211793566	11.059
		∑	f.IMDA	143

Fuente: Manual de carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, MTC [1].

7.3 Factor de Crecimiento Acumulado

Se proyecta la vía de acceso principal a la infraestructura de residuos sólidos para un periodo de diseño de 20 años. De esta manera hallaremos el factor de crecimiento anual.

Tabla 12: Factor de Crecimiento Acumulado

Tasa de crecimiento Acumulado	
Parámetro	Unidad
r=	0.97 %
n=	20
Fca=	21.9449413

Fuente: propia

$$\text{ESAL} = (\text{F. IMDA}) * 365 * \text{Fd} * \text{Fc} * \text{Fca}$$

7.4 Cálculo del ESAL

Donde:

F. IMDA= Peso total de los ejes

365= Días del año

Fd= Factor Direccional

Fc= Factor Carril

Fca= Tasa de crecimiento acumulado

Tabla 13: Cálculo del ESAL

F. IMDA	143
Días del año	365
Factor Direccional (Fd)	0.50
Factor Carril (Fc)	1.00
Tasa de Crecimiento Acumulado (Fca)	21.94
ESAL (EE)	572,080.12

Fuente propia

8. Diseño del pavimento flexible

8.1 Generalidades

8.1.1 Pavimento

El pavimento es la base plana conformada por capas superpuestas, con materiales aceptables y apropiadamente compactada. Estas bases que tienen el sistema de estratos, se fijarán y apoyarán en el suelo de la vía a desarrollar, siendo obtenidas por cortes de tierra. Estas capas resistirán cargas ejercidas por el tráfico, cargas pesadas durante la vida útil del pavimento diseñado [1].

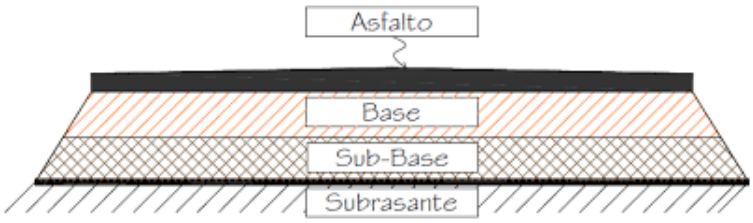
8.1.2 Clasificación de los pavimentos

En la actualidad es común conocer las siguientes clases de pavimento: pavimento flexible, semiflexible, rígido y pavimento articulado. Para diseñar la vía de acceso a la planta de tratamiento de residuos sólidos, consideraremos un pavimento flexible

8.1.3 Pavimento flexible

Los pavimentos flexibles están compuestos por una capa de carpeta asfáltica, una capa de base granular, una capa de su base granular y la sub rasante que es el suelo, donde se apoyará la estructura de la vía. Así mismo, según la lo que se requiera en la obra puede omitirse una las capas [1].

Figura 4: Estructura representativa de un pavimento flexible



Fuente: Evaluación superficial del pavimento flexible [2].

8.1.4 Capas de un pavimento flexible

- **Sub rasante**

Es el terreno natural, siendo el lugar que sirve de apoyo y sostén de las capas de un diseño de pavimento, formando parte también de la estructura del pavimento.

- **Sub base granular**

Esta capa del diseño del pavimento es conocida como capa de transición o intermedia entre la sub rasante y la base granular [1].

Esta capa tendrá que ser resistente, dado que evita que la estructura falle, emitiendo las cargas que van desde su capa superior a la sub rasante que es la tierra natural.

- **Base granular**

Esta capa deberá ser resistente aportando a la estructura elementos de resistencia, permitiendo a las demás capas sostener los esfuerzos ocasionados por el tráfico de vehículos.

- **Carpeta asfáltica**

También llamada superficie de rodadura o calzada, su forma debe ser parejo y con resistencia para los efectos de abrasión del tráfico.

Así mismo, debe ser o tratar de ser impermeable para evitar que pase el agua al interior de la estructura del pavimento.

8.2 Metodología de diseño

Se empleará el método más conveniente y referenciado para un mejor estudio y diseño.

- El pavimento flexible será diseñado y analizado mediante el Método de la Asociación Americana de carreteras Estatales y Transportes Oficiales (AASHTO).
- Se utilizará el programa de capítulo de ECUACIONES AASHTO -1993 desarrollado por el ingeniero Ricardo Vásques Valera, 2004.
- Se utilizará el programa PavimR, para diseñar pavimentos.
- Ambos programas utilizan el método AASTHO 93, para el cálculo de los nomogramas y la ecuación logarítmica.

8.3 Parámetros a considerar en el diseño del pavimento flexible

Se tendrá en cuenta para el diseño de la estructura del pavimento los siguientes parámetros:

- Valor portante de la Sub rasante (CBR%)
- Periodo de diseño (n, años)
- Los ejes equivalentes (ESAL)
- Características del clima y de drenaje
- Características y medidas de la vía
- Materiales en disposición
- El tipo de pavimento a diseñar

La siguiente tabla mostrará los parámetros mínimos a utilizarse para el diseño del pavimento flexible mediante.

Tabla 14: Parámetros mínimo a emplearse para el diseño del pavimento flexible.

Parámetro		Pavimento Flexible
Sub rasante		95% de compactación
Sub base granular		CBR ≥ 40%
Base granular		CBR ≥ 80%
Imprimación/Capa de apoyo		Penetración de la imprimación ≥ 5mm
Espesor de la capa de rodadura	Vías locales	≥50mm
	Vías colectoras	≥60mm
	Vías arteriales	≥70mm
	Vías expresas	≥80mm
Material		Concreto asfáltico

Fuente: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos, MTC 2014 [1].

8.4 Diseño del pavimento flexible

El método que se empleará para el diseño del pavimento considera las cargas vehiculares y la resistencia obtenida de la sub rasante para realizar el cálculo y hallar los espesores de las capas. La finalidad de este método es encontrar el número estructural necesario (Structural Number-SN), que soportará las cargas vehiculares, esto representa los espesores de las capas que intervienen en el pavimento flexible que estarán soportadas por la sub rasante que es el terreno natural [1].

Estos parámetros re relacionarán con la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{SN = a1 * D1 + a2 * D2 * m2 + a3 * D3 * m3}$$

Donde:

$\boldsymbol{a1}$, $\boldsymbol{a2}$, $\boldsymbol{a3}$ = Coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y sub-base respectivamente.

$\boldsymbol{d1}$, $\boldsymbol{d2}$, $\boldsymbol{d3}$ = Espesores reales (en pulgadas (1” = 2.54 cm)) de la superficie, base y subbase respectivamente.

$\boldsymbol{m1}$, $\boldsymbol{m2}$ = Coeficiente de drenaje de la base y sub – base.

8.5 Método AASHTO 93 para diseño de pavimento flexible

A. Tráfico (Ejes equivalentes)

Para una carretera de alto y bajo tránsito debe seguir un procedimiento, basarse en las cargas acumuladas en un eje equivalente (ESAL) a 18 kips (8.2ton) en un intervalo de tiempo analizado.

Nuestro ESAL obtenido en esta vía es de: **572,080.12** EE.

B. Nivel de Confiabilidad (%R)

Este parámetro dará certeza en el progreso de este diseño, a fin de confirmar que un pavimento flexible trabaje en óptimas condiciones durante su vida útil [1].

Tabla 15: Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad Para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{P0}	75,000	150,000	65%
	T_{P1}	150,001	300,000	70%
	T_{P2}	300,001	500,000	75%
	T_{P3}	500,001	750,000	80%
	T_{P4}	750 001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	T_{P5}	1,000,001	1,500,000	85%
	T_{P6}	1,500,001	3,000,000	85%
	T_{P7}	3,000,001	5,000,000	85%
	T_{P8}	5,000,001	7,500,000	90%
	T_{P9}	7,500,001	10'000,000	90%
	T_{P10}	10'000,001	12'500,000	90%
	T_{P11}	12'500,001	15'000,000	90%
	T_{P12}	15'000,001	20'000,000	95%
	T_{P13}	20'000,001	25'000,000	95%
	T_{P14}	25'000,001	30'000,000	95%
	T_{P15}	>30'000,000		95%

Fuente: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos, MTC 2014 [1].

De acuerdo a nuestro ESAL obtenido por el tráfico estudiado, nos corresponde un Tp3. Que tiene un nivel de confiabilidad (R%) de 80%.

C. Coeficiente estadístico de desviación estándar normal (Zr)

Agrupación de datos de distribución que representa los ejes equivalentes hallados:

Tabla 16: Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (ZR) para una sola etapa de diseño (10 o 20 años). Según el Nivel de Confiabilidad seleccionado y el Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z_R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{P0}	75,000	150,000	-0.385
	T_{P1}	150,001	300,000	-0.524
	T_{P2}	300,001	500,000	-0.674
	T_{P3}	500,001	750,000	-0.842
	T_{P4}	750 001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	T_{P5}	1,000,001	1,500,000	-1.036
	T_{P6}	1,500,001	3,000,000	-1.036
	TP7	3,000,001	5,000,000	-1.036
	T_{P8}	5,000,001	7,500,000	-1.282
	T_{P9}	7,500,001	10'000,000	-1.282
	T_{P10}	10'000,001	12'500,000	-1.282
	T_{P11}	12'500,001	15'000,000	-1.282
	T_{P12}	15'000,001	20'000,000	-1.645
	T_{P13}	20'000,001	25'000,000	-1.645
	T_{P14}	25'000,001	30'000,000	-1.645
	T_{P15}	>30'000,000		-1.645

Fuente: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos, MTC 2014 [1].

Para un Tp3 le corresponde una Desviación Estándar Normal (ZR) de: -0.842.

D. Desviación estándar combinada (So)

Este parámetro se enfoca en la variabilidad esperada ocasionada por la predicción del tránsito y de las demás características que interviene en el comportamiento del pavimento, siendo algunos de ellos: construcción, medio ambiente, incertidumbre del modelo. Es por ello, que la Guía AASHTO recomienda tomar en cuenta para la pavimentación flexible, valores de So un rango entre 0.40 y 0.50 [3].

- Tomando en cuenta para el diseño de este pavimento el valor de: So=0.45.

E. Serviciabilidad (Δ PSI)

El parámetro de Serviciabilidad nos da la comodidad de trayectoria ofrecida al individuo. Este valor está en un rango de 0 a 5. Un valor 5 revela el mejor confort teórico (complicado de alcanzar) y un valor 0 revela la peor.

a) Serviciabilidad Inicial

Tabla 17: Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi) Según Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (PI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{P0}	75,00	150,000	3.80
	T_{P1}	150,001	300,000	3.80
	T_{P2}	300,001	500,000	3.80
	T_{P3}	500,001	750,000	3.80
	T_{P4}	750 001	1,000,000	3.80
Resto de Caminos	T_{P5}	1,000,001	1,500,000	4.00
	T_{P6}	1,500,001	3,000,000	4.00
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.00
	T_{P8}	5,000,001	7,500,000	4.00
	T_{P9}	7,500,001	10'000,000	4.00
	T_{P10}	10'000,001	12'500,000	4.00
	T_{P11}	12'500,001	15'000,000	4.00
	T_{P12}	15'000,001	20'000,000	4.20
	T_{P13}	20'000,001	25'000,000	4.20
	T_{P14}	25'000,001	30'000,000	4.20
	T_{P15}	>30'000,000		4.20

Fuente: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos, MTC 2014 [1].

- Para este proyecto tendremos con un Tp3 la Serviciabilidad inicial de: Pi=3.80

b) Serviciabilidad final

Tabla 18: Índice de Serviciabilidad Final (Pt) Según Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (PT)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{P0}	75,000	150,000	2.00
	T_{P1}	150,001	300,000	2.00
	T_{P2}	300,001	500,000	2.00
	T_{P3}	500,001	750,000	2.00
	T_{P4}	750 001	1,000,000	2.00
Resto de Caminos	T_{P5}	1,000,001	1,500,000	2.50
	T_{P6}	1,500,001	3,000,000	2.50
	TP7	3,000,001	5,000,000	2.50
	T_{P8}	5,000,001	7,500,000	2.50
	T_{P9}	7,500,001	10'000,000	2.50
	T_{P10}	10'000,001	12'500,000	2.50
	T_{P11}	12'500,001	15'000,000	2.50
	T_{P12}	15'000,001	20'000,000	3.00
	T_{P13}	20'000,001	25'000,000	3.00
	T_{P14}	25'000,001	30'000,000	3.00
	T_{P15}	>30'000,000		3.00

Fuente: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos, MTC 2014 [1].

- Para este proyecto tendremos con un Tp3 la Serviciabilidad final o terminal de: Δ Pt=2.00

c) Diferencial de Serviciabilidad (ΔPSI)

Tabla 19: Diferencial de Serviciabilidad (Δ PSI) Según Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{P0}	75,001	1500,000	1.80
	T_{P1}	150,001	300,000	1.80
	T_{P2}	300,001	500,000	1.80
	T_{P3}	500,001	750,000	1.80
	T_{P4}	750 001	1,000,000	1.80
Resto de Caminos	T_{P5}	1,000,001	1,500,000	1.50
	T_{P6}	1,500,001	3,000,000	1.50
	TP7	3,000,001	5,000,000	1.50
	T_{P8}	5,000,001	7,500,000	1.50
	T_{P9}	7,500,001	10'000,000	1.50
	T_{P10}	10'000,001	12'500,000	1.50
	T_{P11}	12'500,001	15'000,000	1.50
	T_{P12}	15'000,001	20'000,000	1.20
	T_{P13}	20'000,001	25'000,000	1.20
	T_{P14}	25'000,001	30'000,000	1.20
	T_{P15}	>30'000,000		1.20

Fuente: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos, MTC 2014 [1].

- Para este proyecto tendremos con un Tp3 la Serviciabilidad de: Δ PSI=1.80.

F. Selección del CBR (%)

Para este diseño se tomó en cuenta el CBR menor del estudio de mecánica de suelos realizado en la zona de la vía. Tanto en fuentes propias como externas realizadas en la zona, como ejemplo de fuentes externas tenemos a dos tesis pre grado de dicha trocha carrozable.

Según la tesis "Estudio definitivo de la carretera de integración Pomalca-Callanca, provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque". Carretera de la cual es vía de acceso hacia el relleno sanitario y demás pueblos anexos al área del proyecto [3].

Sacamos la siguiente calicata que es referencial con respecto al CBR en la trocha:

Tabla 20: CBR de sub rasante diseño de pavimento de la vía de acceso

CBR de diseño de Sub Rasante	95% MDS
	9.05

Fuente: Estudio definitivo de la carretera de integración Pomalca-Callanca [4].

Según la tesis "Diseño de infraestructura vial para accesibilidad del tramo Callanca km 0+000 a cruce de Carretera Saltur km 7+026, Pomalca, Chiclayo, Lambayeque 2018". Carretera de la cual es vía de acceso hacia el relleno sanitario y demás pueblos anexos al área del proyecto [4].

Tabla 21: Calicata y CBR de referencia de la vía de acceso

Datos de calicata				CBR
Calicata	Norte	Este	Profundidad	95% MDS
C-5	9249385.47	635151.15	0.00-1.50	8.98

Fuente: Diseño de infraestructura vial para accesibilidad del tramo Callanca [4].

Así mismo, el valor CBR tomado para su diseño de pavimento es de 8.25

También realizamos nuestro estudio de mecánica de suelos, del área del proyecto, que es referencial para la vía de acceso de la planta de tratamiento, esto se expresa en la siguiente tabla:

Tabla 22: Calicatas y CBR realizadas

Datos de calicatas				CBR
Calicatas	Este	Norte	Profundidad	95% MDS
C-01	633701.8523	9248237.674	0.00-1.50	7.9
C-02	633637.5972	9248201.059	0.00-1.50	6
C-03	633673.8546	9248163.835	0.00-1.50	8.1
C-04	633453.9112	9248174.572	0.00-1.50	7.6
C-05	633444.3798	9248120.021	0.00-1.50	7.5
C-06	633434.9122	9248065.835	0.00-1.50	8
C-08	633539.3927	9248238.472	0.00-1.50	8.2

Fuente: propia

Finalmente realizamos un promedio para tomar nuestro diseño de CBR de la vía de acceso hacia el relleno sanitario.

- CBR promedio: 7.93
- Sub Rasante regular (S2)

Tabla 23: Categorías de Sub Rasante

Categorías de Sub rasante	CBR
S_0 : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S_1 : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S_2 : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S_3 : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S_4 : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S_5 : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos, MTC 2014 [1].

Este valor de CBR según el cuadro 4.11. Categorías de Sub rasante del MTC, tendríamos una sub Rasante Regular (S2).

G. Módulo de resilente (Mr)

Este parámetro es el módulo dinámico que mide la elasticidad de la tierra natural, es decir de la sub rasante. Interactúa con el CBR de nuestra sub rasante es por ello que se utiliza la siguiente ecuación correlacionándolas [21].

$$M_R(psi) = 2555 * CRB^{0.64}$$

- CBR de diseño es 7.93%
- Módulo de Resiliente es 10426 psi (733.02034 kg/cm2).

Tabla 24: CBR de las capas de un pavimento flexible

CBR (base)=	80	%
CBR (sub base) =	40	%
CBR (sub rasante) =	7.93	%

Fuente: propia.

Tabla 25: Modulo de resiliente de cada capa

MR (psi)=	42205	psi
MR (psi)=	27084	psi
MR (psi)=	9614	psi

Fuente: Propia

H. Coeficiente de capa

a) Capa superficial

Este coeficiente estructural (a1) se utilizará en la capa superficial de concreto asfáltico:

Tabla 26: Coeficiente Estructural de la capa superficial (a1)

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_i (cm)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	a_1	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico. Este ES un valor Maximo y de utilizarse como tal, El expediente de ingenieria debe ser explicito en cuanto a pautas de cumplimiento obligatorio como realizar : - Un control de calidad riguroso - Indicar un valor de Estabilidad Marshal, superior a 1000 kf-f - Alertar sobre la suceptibilidad al fisuramiento térmico y por fatiga (AASHTO 1993)
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión.	a_1	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Micropavimento 25 mm	a_1	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Tratamiento Superficial Bicapa.	a_1	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000 EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12 mm.	a_1	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000 EE No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) no se considerapor no tener aporte estructural			

Fuente: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos, MTC 2014 [1].

- Para este proyecto el coeficiente estructural de la capa superficial es: a1= 0.170 cm

b) Base granular

Este coeficiente estructural (a2) se utilizará en la capa superficial de la base granular:

Tabla 27: Coeficiente Estructural de la base granular (a2)

BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a_2	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 10'000,000 EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a_2	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico > 10'000,000 EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a_{2a}	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm²)	a_{2b}	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm²)	a_{2c}	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico

Fuente: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos, MTC 2014 [1].

- Para este proyecto el coeficiente estructural de la base granular es: a2= 0.052 cm

c) Sub base granular

Este coeficiente estructural (a3) se utilizará en la capa superficial de la sub base granular:

Tabla 28: Coeficiente Estructural de la subbase granular (a3)

SUBBASE			
Subbase Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a_3	0.047 / cm	Capa de Subbase recomendada con CBR mínimo 40%, para todos los tipos de Tráfico

Fuente: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos, MTC 2014 [1].

- Para este proyecto el coeficiente estructural de la sub base granular es: a3= 0.047 cm

Finalmente, los coeficientes estructurales para las capas: superficial, base y sub base respectivamente es:

Tabla 29: Coeficientes estructurales para capas de pavimento flexible

a1=	0.170 cm	0.432 pulg	Cap. superficial
a2=	0.052 cm	0.132 pulg	Base
a3=	0.047 cm	0.119 pulg	Sub Base

Fuente: propia

I. Drenaje

El método de AASHTO, utiliza este parámetro en su ecuación, tomando en cuenta el drenaje de las capas base y su base granular (m1 y m2). Teniendo como finalidad tomar en referencia el drenaje en la estructura del pavimento [1].

Tabla 30: Calidad del Drenaje

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO – 1993

Tomando como referencia tesis realizadas en la zona de la vía del proyecto, consideran una calidad de drenaje regular. Es por ello, que para este proyecto se considerará un drenaje regular.

Tabla 31: Valores recomendados del Coeficiente de Drenaje mi

Para Bases y Sub Bases granulares (m1 y m2) no tratadas en Pavimentos Flexibles

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN.			
	MENOR QUE 1%	1% - 5%	5% - 25%	MAYOR QUE 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 - 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Insuficiente	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy Insuficiente	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO – 1993

- Obteniendo los valores de los coeficientes de *m1 y m2*, considerando un drenje regular y un % expuesto a niveles de humedad cercano a la saturación de 1-5%.
- Teniendo valores para *m1 y m2* igual a 1.1

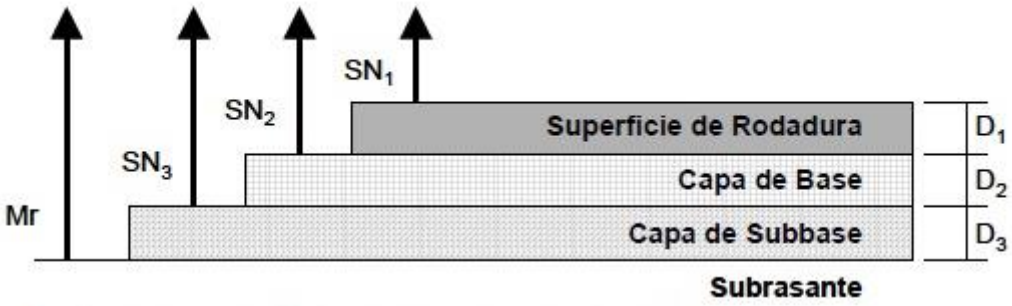
J. Obtención del numero estructural (SN)

En la siguiente tabla se presentará los parámetros finales que obtuvimos como resultados finales, siendo estos incorporados al programa AASHTO 93, con la finalidad de obtener el número estructural SN.

Ecuación básica para el diseño de la estructura de un pavimento flexible.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_O + 9.36\log_{10}(SN+1) - 0.2 + \frac{\log_{10}(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5})}{0.4+\frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32\log_{10}(M_R) - 8.07$$

Figura 5: Número estructural de las capas de un pavimento flexible



Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO – 1993

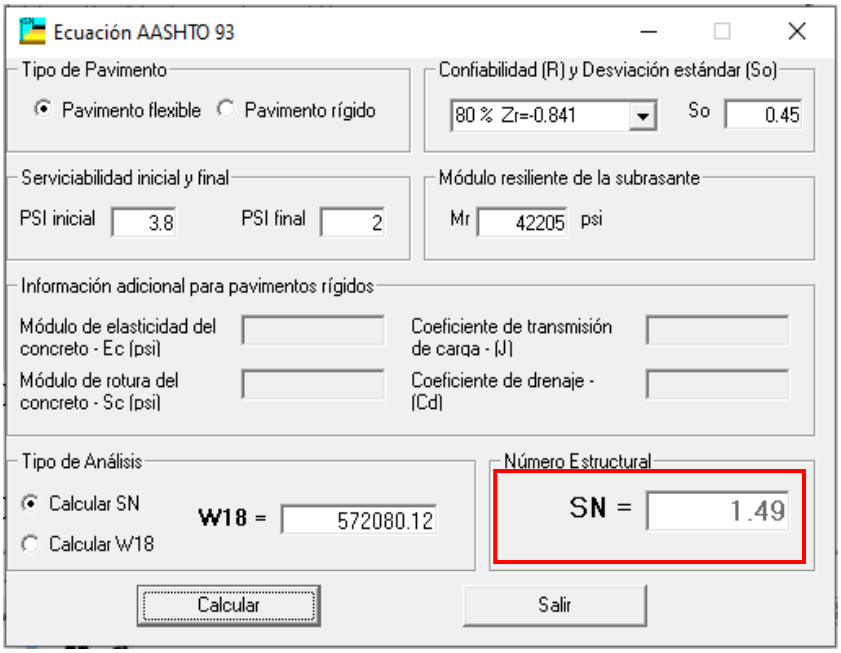
Tabla 32: Parámetros finales para hallar el número estructural

PARÁMETROS FINALES PARA HALLAR EL SN	
Ejes equivalentes (ESAL)	572080.12
Nivel de Confiabilidad (R)	80%
Desviación Estándar Normal (Zr)	-0.842
Desviación Estándar Combinada (So)	0.45
Serviciabilidad Inicial (Pi)	3.80
Serviciabilidad Final (Pt)	2
Diferencial de Serviciabilidad (ΔPSI)	1.80
Módulo Resiliente, Base (Mr. Base)	42205 psi
Módulo Resiliente, Sub base (Sub base)	27084 psi
Módulo Resiliente, Sub rasante (Sub rasante)	9614 psi

Fuente: propia

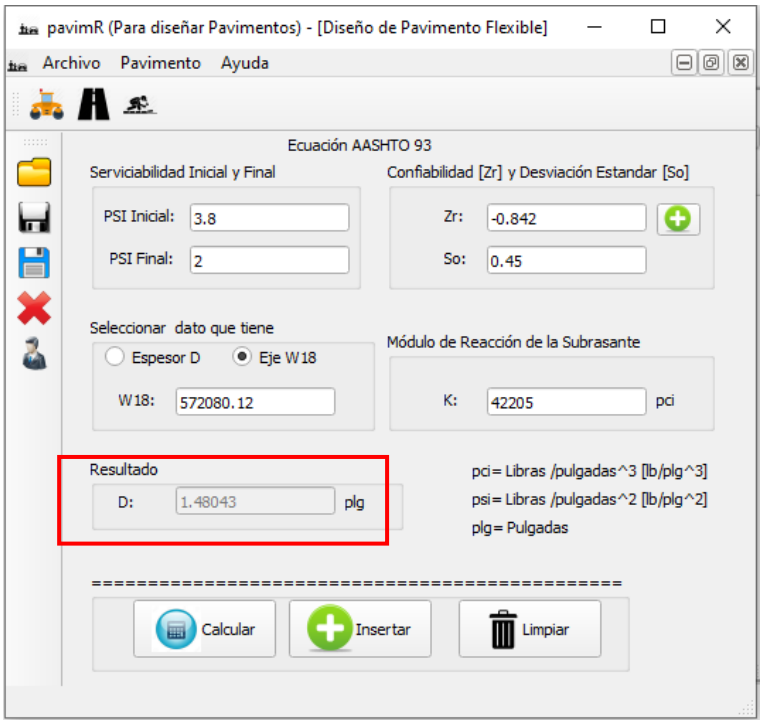
a) Cálculo del Número Estructural de la carpeta asfáltica (SN1)

Figura 6: Número estructural de la carpeta asfáltica



Fuente: Programa Ecuación AASHTO 93

Figura 7: Número estructural de la carpeta asfáltica



Fuente: Programa PavimR, para diseñar pavimentos flexibles

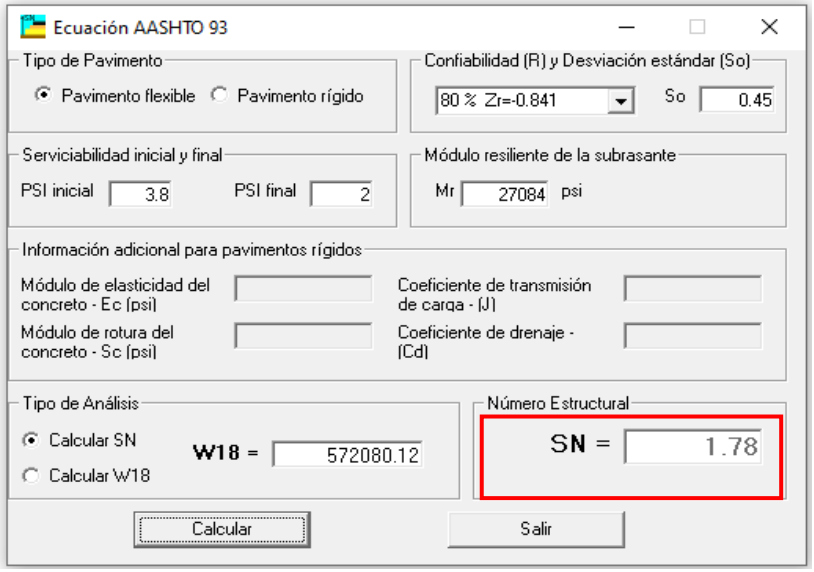
Como resultado:

- Programa Ecuación AASHTO 93, nos dio: SN1= 1.49 in
- Programa PavimR, para diseñar pavimentos: SN=1.48 in

- Nos damos cuenta que en los diferentes Software que utiliza los monogramas ya la ecuación del método AASHTO 93, son semejantes, esto acredita la confiabilidad del valor obtenido.
- Finalmente nos quedamos con un: SN1= 1.49 in

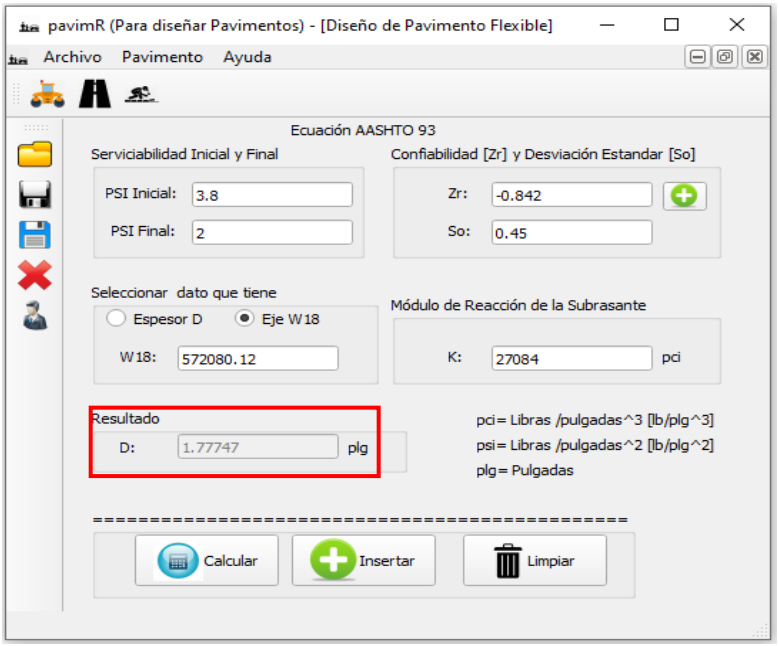
b) Cálculo del Número Estructural de la carpeta asfáltica (SN2)

Figura 8: Número estructural de la carpeta asfáltica y base granular



Fuente: Programa Ecuación AASHTO 93

Figura 8: Número estructural de la carpeta asfáltica y base granular



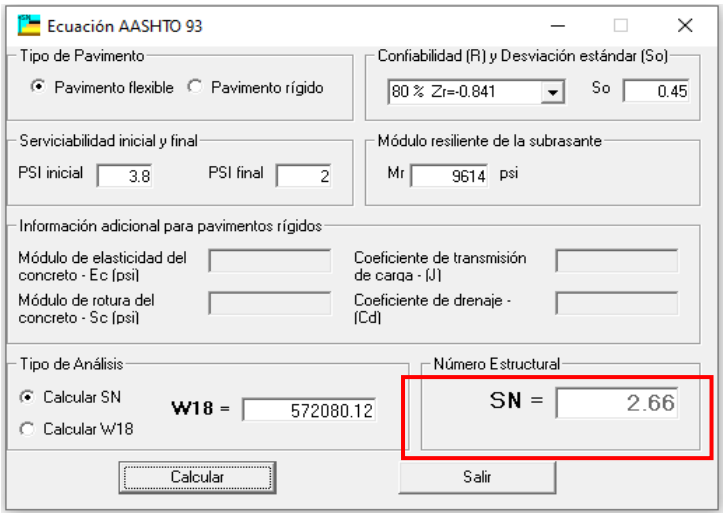
Fuente: Programa PavimR, para diseñar pavimentos flexibles.

Como resultado:

- Programa Ecuación AASHTO 93, nos dio: SN2= 1.78 in
- Programa PavimR, para diseñar pavimentos: SN2=1.78 in
- Nos damos cuenta que en los diferentes Software que utiliza los monogramas ya la ecuación del método AASHTO 93, son semejantes, esto acredita la confiabilidad del valor obtenido.
- Finalmente nos quedamos con un: SN2= 1.78 in

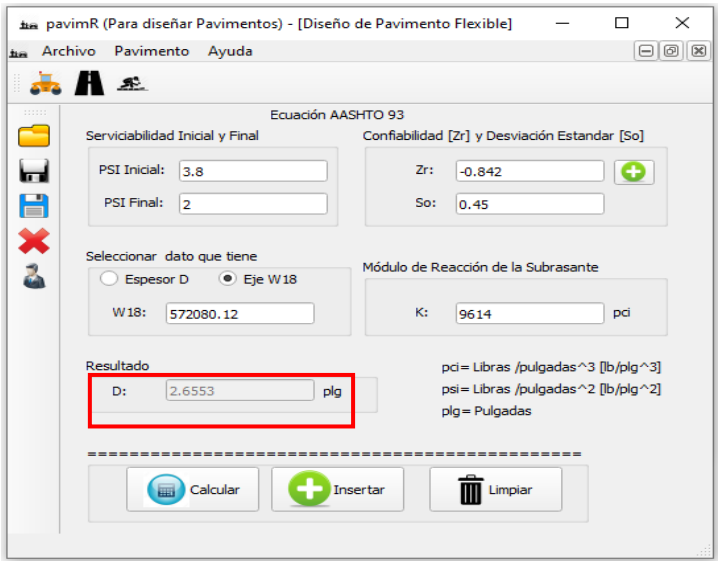
a) Cálculo del Número Estructural de la carpeta asfáltica (SN3)

Figura 9: Número estructural de la carpeta asfáltica, base y sub base granular



Fuente: Programa Ecuación AASHTO 93

Figura 10: Número estructural de la carpeta asfáltica, base y sub base granular



Fuente: Programa PavimR, para diseñar pavimentos flexibles

Como resultado:

- Programa Ecuación AASHTO 93, nos dio: SN3= 2.66 in
- Programa PavimR, para diseñar pavimentos: SN3=2.66 in
- Nos damos cuenta que en los diferentes Software que utiliza los monogramas ya la ecuación del método AASHTO 93, son semejantes, esto acredita la confiabilidad del valor obtenido.
- Finalmente nos quedamos con un: SN3= 2.66 in

Como resumen hemos obtenido los siguientes números estructurales de las capas: carpeta asfáltica, base granular y sub base granular respectivamente.

Tabla 33: Resumen de números estructurales (SN) hallados

Capa del pavimento	SN	
Carpeta Asfáltica (SN1)	1.49 pulg	3.78 cm
Base granular (SN2)	1.78 pulg	4.52 cm
Sub Base granular (SN3)	2.66 pulg	6.76 cm

Fuente: propia

K. Cálculo de los espesores de las capas del pavimento

Tomando de referencia la tabla de la guía AASHTO 93 que nos brinda los espesores mínimos. Nuestro ESAL es de **572080.12 EE.**

Estaríamos en el siguiente rango y por lo tanto tendríamos como espesores mínimos los siguiente:

Tabla 34: Espesores de carpeta asfáltica y base granular

Tráfico ESAL	**Carpeta asfáltica**	**Base granular**
Menos de 50000	1'' (2.54 cm) (o tratamiento superficial)	4'' (10.160 cm)
50001 - 150000	2'' (5.080 cm)	4'' (10.160 cm)
150001 - 500000	2.5'' (6.350 cm)	4'' (10.160 cm)
500001 – 2'000000	3'' (7.620 cm)	6'' (15.240 cm)
2'000000 – 7'000000	3.5'' (8.890 cm)	6'' (15.240 cm)
Mayor que 7'000000	4'' (10.160 cm)	6'' (15.240 cm)

Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO – 1993

Tabla 35: Valores recomendados de Espesores Mínimos de Capa Superficial y Base Granular, según MTC.

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		CAPA SUPERFICIAL	BASE GRANULAR
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{P1}	150,001	300,000	TSB, o Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, o Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio:	150 mm
	T_{P2}	300,001	500,000	TSB, o Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, o Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frío:	150 mm
	T_{P3}	500,001	750,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frío: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 70mm	150 mm
	T_{P4}	750 001	1,000,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frío: 70mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm

Fuente: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos, MTC 2014 [1].

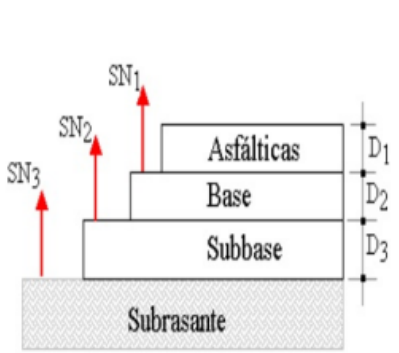
En referencia a la Guía AASHTO 93 y el MTC tenemos respectivamente lo siguiente:

- Según nuestro ESAL es 572080.12 EE y por ende le corresponde una carpeta asfáltica de 3 pulgadas y una base granular de 6 pulgadas.
- Según nuestro tipo de tráfico que es Tp3, y por ende le corresponde una base granular de 150mm o 5.91 ≈ 6 pulgadas

a) Diseño por capas

Tomaremos en cuenta para este diseño el proceso que se muestra a continuación:

Figura 11: Proceso para detener minar los espesores de las capas.



$$D_1^* \geq \frac{SN_1}{a_1}$$

$$SN_1^* = a_1 D_1^* \geq SN_1$$

$$D_2^* = (SN_2 - SN_1^*)/a_2 m_2$$

$$SN_1^* + SN_2^* \geq SN_2$$

$$D_3^* = \left[SN_3 - (SN_1^* + SN_2^*)\right]/a_3 m_3$$

* Indica el valor realmente usado, el cual debe ser igual o mayor que el valor requerido según el algoritmo

Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO – 1993

Para realizar este proceso de cálculo, tendremos en cuenta los valores resumen que utilizaremos:

Tabla 36: Resumen de valores usados para el proceso

Parámetros	Valor	Comentario
D1	3.0 pulg	Mínimo de la Guía AASHTO 93 y MTC
D2	6 pulg	
a1	0.432 pulg	Obtenidos en las tablas de la Norma
a2	0.132 pulg	
a3	0.119 pulg	
m2	1.1	Drenaje Regular, 1% - 5%
m3	1.1	
SN1	1.49 pulg	Número estructural 1
SN2	1.78 pulg	Número estructural 2
SN3	2.66 pulg	Número estructural 3

Fuente: Modificado en base a tesis [5].

Luego del proceso empleado mediante los programas AASHTO 93 y PavimR para hallar el espesor de la capa número estructural, se observa el SN3>SN2, es decir que la capa de sub base granular soporta las cargas y esfuerzos ejercidas por los ejes equivalentes del estudio del tráfico. Es decir, la carpeta asfáltica y la base granular no soportan las cargas solas, necesitan la capa granular sub base.

b) Espesor del concreto asfáltico:

Tomaremos la siguiente ecuación que se muestra, para calcular el concreto asfáltico.

$$D^*_1 = \frac{SN_1}{a_1}$$

$$D^*_1 = \frac{1.49}{0.432} = 3.45\ pulg\ (8.76cm)$$

Tomando el mismo valor de:

$$SN^*_1 = a_1 D^*_1 = 0.432 * 3.45 = 1.49 \geq SN_1$$

$$SN^*_1 = 1.49 \geq SN_1$$

c) Espesor de la base granular:

$$D^*_2 = \frac{SN_2 - SN_1}{a_2 * m_2}$$

$$D^*_2 = \frac{(1.41 - 1.16)}{0.132 * 1.1} = 2\ pulg\ (5.08cm)$$

$$SN^*_1 + SN^*_2 \geq SN_2$$

$$\boldsymbol{SN}2^* = \boldsymbol{a2} * \mathrm{m}2^* \boldsymbol{D}1$$

$$1.16 + 0.132 * 1.1 * 2'' = 1.78 \geq (1.78 = SN2)$$

$$SN^*_2 = 0.29$$

d) Espesor de la sub base granular:

$$D^*_3 = \frac{[SN_3 - (SN^*_1 + SN^*_2)]}{a_3 * m_3}$$

$$D^*_3 = \frac{[2.66 - (1.49 + 0.29)]}{0.119 * 1.1} = 6.72'' \approx 7''(17.78cm)$$

Tabla 37: Resultados de número estructural calculados

Resultados de número estructural calculados		
SN*(1 y 2)	Valor	
SN*1	1.49 pulg	3.78 cm
SN*2	0.29 pulg	0.74 cm

Fuente: propio

Tabla 38: Resultados de espesores calculados

Resultados de espesores calculados			
Capas	Espesores	Valor	
Concreto Asfáltico	D*1	3.45 pulg	8.76 cm
Base granular	D*2	2.00 pulg	5.08 cm
Sub Base granular	D*3	7.00 pulg	17.78 cm
Total		12.5 pulg	31.63 cm

Fuente: propio

9. Resultados de las capas del pavimento flexible

a) Opción 1:

Para esta primera opción consideramos un espesor de la capa asfáltica mínima que nos da la Guía AASHTO 93 de 3 pulgadas y un espesor de la capa base granular de 150mm o de 5.91≈ 6 pulgadas según la Norma del MTC y la Guía AASHTO 93. Con estos valores y los ya obtenidos en nuestro cálculo, hallaremos el espesor de la capa sub base granular (D3).

$$\boldsymbol{SN = a1 * D1 + a2 * D2 * m2 + a3 * D3 * m3}$$

Calculándose se halló: D3=3.76 ≈4'' (10.16 cm)

Tabla 39: Espesores1, de capas de pavimento flexible

Capas	Espesores mínimos	
Concreto Asfáltico	3.0 pulg	7.62 cm
Base granular	6.0 pulg	15.24 cm
Sub Base granular	4.0 pulg	10.16 cm
Total	13.0 pulg	33.02 cm

Fuente: propia

Usaremos esta fórmula para volver a calcular SN3

$$\boldsymbol{SN = a1 * D1 + a2 * D2 * m2 + a3 * D3 * m3}$$

- Volviendo a calcular nos da un SN3 final de 2.66 pulgadas, siendo este el mismo valor de 2.66 que nos dio en el cálculo anterior mediante los programas. Estaría cumpliendo con el mínimo.

b) Opción 2:

Para esta opción tendremos en cuenta los espesores máximos obtenidos en el cálculo, dando la siguiente tabla:

Tabla 40: Espesores2, de capas de pavimento flexible

Capas	Espesores mínimos	
Concreto Asfáltico	3.5 pulg	8.76 cm
Base granular	2.0 pulg	5.08 cm
Sub Base granular	7.0 pulg	17.78 cm
Total	12.5 pulg	32.00 cm

Fuente: propia

Usaremos esta fórmula para volver a calcular SN3

$$\boldsymbol{SN = a1 * D1 + a2 * D2 * m2 + a3 * D3 * m3}$$

- Volviendo a calcular nos da un SN3 final de 2.70 pulgadas, siendo el mínimo 2.66 que nos dio en el cálculo anterior mediante los programas. Estaría cumpliendo con el mínimo.
- Según la guía AASHTO 93 y la Norma del MTC, el espesor mínimo de la base granular es de 6’’. Es por ello, que no estaríamos cumpliendo con el mínimo requerido, porque nuestro espesor en la base granular nos dio es de 2’’.

c) Opción 3:

Para esta opción se tomaron las combinaciones de la Guía AASHTO 93 y la Norma del MTC y los análisis obtenidos en nuestro procedimiento. Es decir, el espesor del concreto asfáltico y

la base granular tomaremos el mínimo recomendado por la Guía AASHTO 93y del MTC, para el espesor de la sub base granular tomaremos nuestro valor obtenido en el cálculo.

Tabla 41: Espesores2, de capas de pavimento flexible

Capas	Espesores mínimos	
Concreto Asfáltico	3.0 pulg	8.00 cm
Base granular	6.0 pulg	15.00 cm
Sub Base granular	7.0 pulg	18.00 cm
Total	16.0 pulg	41.00 cm

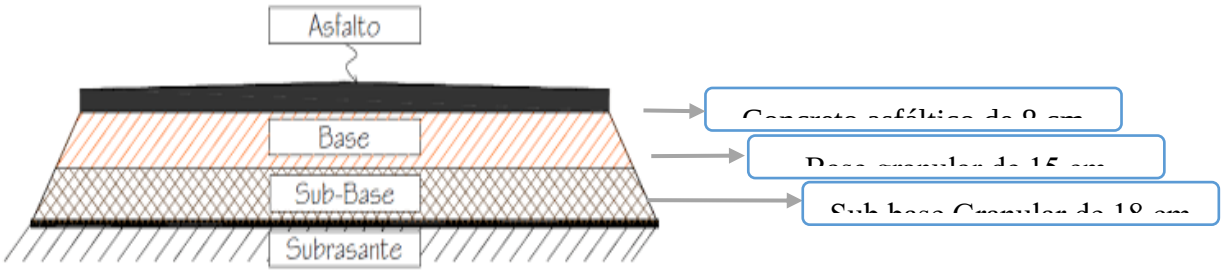
Fuente: propia

Usaremos esta fórmula para volver a calcular SN3

$$\boldsymbol{SN = a1 * D1 + a2 * D2 * m2 + a3 * D3 * m3}$$

- Volviendo a calcular nos da un SN3 final de 3.08 pulgadas, siendo el mínimo 2.66 que nos dio en el cálculo anterior mediante los programas. Estaría cumpliendo con el mínimo.
- Esta opción la tomaremos, porque estaríamos cumpliendo con la Guía AASHTO 93 y norma del MTC, así mismo

Figura 12: Espesores de capas de pavimento flexible finales



Fuente: propia

10. Resumen de características de la vía de acceso principal

10.1 Clasificación, según:

a) Jurisdicción: Red Vial Vecinal o rural
b) Categoría: Tercera Clase
c) Orografía: Topografía llana o plano
d) Diseño: Pavimento flexible
e) Conteo de tráfico: IMD <180 Veh. /día

10.2 Consideración de la vía de acceso principal:

Tabla 42: Diseño de la vía de acceso principal

Datos	Valor	Unidad
Longitud de vía	4	km
Ancho total de vía	15-20	m
Número de Carriles	02	
Ancho de superficie de rodadura	6	m
Espesor total del pavimento	41	cm
Ancho de berma	0.8	m

Fuente: propia

Algunas características de esta vía de acceso principal, se han obtenido de la tesis "Diseño de infraestructura vial para accesibilidad del tramo Callanca km 0+000 a cruce de Carretera Saltur km 7+026, Pomalca, Chiclayo, Lambayeque 2018" [4]. En dicho proyecto de investigación se ha diseñado la carretera de vía de acceso principal, con sus cálculos respectivos, es por ello que se toma algunos datos de referencia.

Tabla 43: Características de la vía de acceso principal

Datos	Valor	Unidad
Velocidad Directriz	40	Km/h
Talud de corte	1:3 (h:v)	
Talud de relleno	1:1.5 (h:v)	
Bombeo	3	%
Peralte máximo	4	%

Fuente: Diseño de infraestructura vial para accesibilidad del tramo Callanca km 0+000 a cruce de Carretera Saltur km 7+026, Pomalca [4].

11. Conclusiones

- Se realizó el diseño del pavimento de la vía de acceso principal.
- El concreto asfáltico tiene un espesor de 8 cm.
- La base granular tiene un espesor de 15 cm.
- La sub base granular tiene un espesor de 18 cm.
- Espesor total del pavimento es de 41 cm.
- Longitud de vía es de 4 km.
- Ancho de superficie de rodadura de 6m.
- El número de carriles es de 2.

12. Recomendaciones

- La estación de conteo de tráfico debe representativa para la vía de acceso.
- Se recomienda conocer la vía de acceso para realizar un mejor diseño.
- Seguir la Norma del MTC y la Guía de la norma AASHTO 93.

13. Referencias

[1] MTC, Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Manual de Carreteras, Suelos y Geología, Geotecnia y Pavimentos. [En línea]. Disponible en: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf

[2] A. Medina Palacios y M. De La Cruz Puma, «Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método del PCI», Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Facultad de ingeniería, Universidad Privada Ciencias Aplicada, Lima, 2019, [En línea]. Disponible en: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/581505/Medina_PA.pdf?sequence=1

[3] V. Mendoza Regalado y R. Plasencia Coronel, «Estudio definitivo de la carretera de integración Pomalca-Callanca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque», Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Facultad de ingeniería Civil, Sistemas y Arquitectura, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, 2018, [En línea]. Disponible en: https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/381

[4] L. Gonzales Muñoz, «Diseño de infraestructura vial para accesibilidad del tramo Callanca km 0+000 a cruce de Carretera Saltur km 7+026, Pomalca, Chiclayo, Lambayeque 2018», Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Facultad de ingeniería, Universidad César Vallejo, Chiclayo, 2019, [En línea]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35397

[5] J. Delgado Rojas y D. Gonzalez Ballena, «Diseño del sistema de drenaje pluvial y pavimentación para el área urbana del centro poblado de Pampa Grande, distrito de Chongoyape, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, 2017», Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil ambiental, facultad de ingeniería, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, 2019, [En línea]. Disponible en: https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/1997

14. Anexos

14.1 Panel fotográfico

Figura 13: Punto de control para conteo de tráfico

Fuente: propia

Figura 14: Conteo 01 de tráfico en estación Las Palmeras

Fuente: propia

Figura 15: Conteo 02 de tráfico en estación Las Palmeras

Fuente: propia

Figura 16: Conteo 03 de tráfico en estación Las Palmeras

Fuente: propia

Figura 17: Conteo 04 de tráfico en estación Las Palmeras

Fuente: propia de Google Heart

Figura 18: Medición de trocha carrozable de vía de acceso principal

Fuente: propia de Google Heart

Figura 19: Georreferenciación de la vía de acceso principal

Fuente: propia de Google Heart

Figura 20: Georreferenciación de la vía de acceso principal

Fuente: propia de Google Heart

14.2 Formato general de conteo de tráfico

Tabla 44: Formato de clasificación vehicular, estudio de tráfico

FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHÍCULAR
ESTUDIO DE TRÁFICO

TRAMO DE LA CARRETERA	POMALCA - ÁREA DE PROYECTO				
SENTIDO	POMALCA	E ←	ÁREA DE PROYECTO	O →	
UBICACIÓN	POMALCA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE				
DÍA					

ESTACIÓN		Carretera hacia proyecto	
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN			
DÍA Y FECHA			2022

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		RURAL Combi	MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DIAGRA. VEH.																					
00-01	N																				0
	S																				0
01-02	N																				0
	S																				0
02-03	N																				0
	S																				0
03-04	N																				0
	S																				0
04-05	N																				0
	S																				0
05-06	N																				0
	S																				0
06-07	N																				0
	S																				0
07-08	N																				0
	S																				0
08-09	N																				0
	S																				0
09-10	N																				0
	S																				0
10-11	N																				0
	S																				0
11-12	N																				0
	S																				0
12-13	N																				0
	S																				0
13-14	N																				0
	S																				0
14-15	N																				0
	S																				0
15-16	N																				0
	S																				0
16-17	N																				0
	S																				0
17-18	N																				0
	S																				0
18-19	N																				0
	S																				0
19-20	N																				0
	S																				0
20-21	N																				0
	S																				0
21-22	N																				0
	S																				0
22-23	N																				0
	S																				0
23-24	N																				0
	S																				0
PARCIAL:		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Modificación propia del manual del MTC

ANEXO 07

INSTALACIONES ELÉCTRICAS, SANITARIAS

1. Instalaciones Sanitarias

El abastecimiento de agua e instalaciones sanitarias en el interior de una infraestructura es de vital importancia, para su correcta operación. Es la razón necesaria para las áreas administrativas y auxiliares que se requiera. Para un buen desarrollo del personal que trabaje en esta planta de tratamiento y de todo aquello que se encuentre en este lugar. Este cálculo se realizará siguiendo las indicaciones de la Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para edificaciones.

2. Descripción y metodología

2.2 Características

Esta etapa consiste en realizar el abastecimiento y distribución de la red de agua fría de las áreas administrativas y auxiliares de la infraestructura de tratamiento de residuos sólidos. Las áreas que se tendrá en cuenta para el cálculo de abastecimiento son las siguientes:

2.3 Procedimiento

En primer lugar, se elaboraron los planos arquitectónicos, donde se muestra la respectiva distribución de cada ambiente. Con ella visualizamos los elementos sanitarios que se necesita abastecer y la cantidad de ellos.

En segundo lugar, se realizó el diseño geométrico de las tuberías, estas se dividieron en dos circuitos en tuberías de distribución y de alimentación.

3. Memoria de cálculo

3.1 Área total para Instalaciones Sanitarias

Tabla 1: áreas para instalaciones sanitarias

Área administrativa	Área (m2)
Oficina de administración	56 m2
Comedor y cocina	40 m2
SS. HH y vestidores	48 m2
Almacén	18 m2
Caseta de control	9 m2
Caseta de pesaje	9 m2
Caseta de vigilancia	9 m2
Balanza vehicular	36 m2
Estacionamiento de autos I	100 m2
Estacionamiento de autos II	100 m2
Estacionamiento de camiones	537 m2
Planta de recilaje	510 m2
Planta de compostaje	5110 m2
Área Total	6582 m2

Fuente: propia

3.2 Dotación de agua

3.2.1 Oficinas

i) **La dotación de agua para oficinas** se calculará a razón de 6 L/d por m^2 de área útil del local.

Tabla 2: dotación de agua para oficinas

Dotación (L/día/m2)	Área útil (m2)	Total (L/d)
6	56 m2	336

Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Comedor – Restaurante

d) **La dotación de agua para restaurantes** estará en función del área de los Comedores, según la siguiente tabla

Área de los comedores en m^2	Dotación
Hasta 40	2000 L
41 a 100	50 L por m^2
Más de 100	40 L por m^2

Tabla 3: dotación de agua para comer - restaurante

Dotación (L/día/m2)	Área útil (m2)	Total (L/d)
2000	40 m2	2000

Fuente: Elaboración propia

3.2.3 Estacionamiento

o) **La dotación de agua para las estaciones de servicio**, estaciones de gasolina, garajes y parques de estacionamiento de vehículos, según la siguiente tabla.

Estaciones y Parques de Estacionamientos	Dotaciones
Lavado automático.	12 800 L/d por unidad de lavado
Lavado no automático.	8000 L/d por unidad de lavado
Estación de gasolina.	300 L/d por surtidor.
Garajes y parques de estacionamiento de vehículos por área cubierta.	2 L por m^2 de área.

Tabla 4: dotación de agua para estacionamiento

Dotación (L/día/m2)	Área útil (m2)	Total (L/d)
2	737 m2	1474

Fuente: Elaboración propia

3.2.4 Planta de reciclaje y compostaje

m) **El agua para consumo industrial** deberá calcularse de acuerdo con la naturaleza de la industria y su proceso de manufactura. En los locales industriales la dotación de agua para consumo humano en cualquier tipo de industria, será de 80 litros por trabajador o empleado, por cada turno de trabajo de 8 horas o fracción.

La dotación de agua para las oficinas y depósitos propios de la industria, servicios anexos, tales como comercios, restaurantes, y riego de áreas verdes, etc. se calculará adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en esta Norma para cada caso.

Tabla 5: dotación de agua para planta de reciclaje y compostaje

Dotación (L/día/trabajador)	N° trabajadores	Total (L/d)
80	9	720

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6: dotación total

Dotación Total	4530 L/día
Dotación Total	4.53 m3/día

Fuente: Elaboración propia

3.3 Volumen de tanque cisterna de agua

$$Tc = \left(\frac{3}{4}\right) * Dotación\ \ Diaria\ (m3).$$

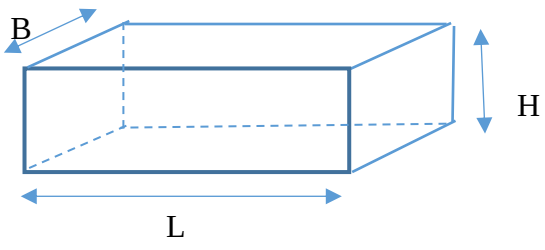
Dotación Diaria:	4.53 m3/día

TC= 3/4 * Dotación Diaria (m3/día)
TC= 3/4 * 4.53
TC= 3.4 m3

o Diseño de tanque cisterna

$$\frac{B}{L} = \frac{1}{2} \qquad \frac{H}{L} = \frac{2}{3} \qquad V = B * L * H$$

Figura 4: Dimensiones finales del tanque cisterna



Fuente: propia

3 =L/2*2L/3*L

3.4 $=L^3/3$

10.2 $=L^3$

L= 2.17 m

B= L/2= 1.08

H= 2L/3= 1.45

Teniendo en cuenta que las distancias calculadas corresponden al volumen de agua, a la cisterna le añadimos la altura libre= 30 cm y la altura sumergida= 10 cm

H= 1.64+0.1+0.3= 1.85 m

B= 1.08 m

L= 2.17 m

Tabla 7: Volumen final del tanque cisterna

Volumen calculado del tanque cisterna	4.34	m^3
Volumen total del tanque cisterna	**5.00**	**m^3**

Fuente: propia

3.4 Volumen de tanque elevado de agua

$$Tc = \left(\frac{1}{3}\right) * Dotación\ \ Diaria\ (m3).$$

TE= 1/3 * Dotación Diaria (m3/día)

TE= 1/3 * 4.53

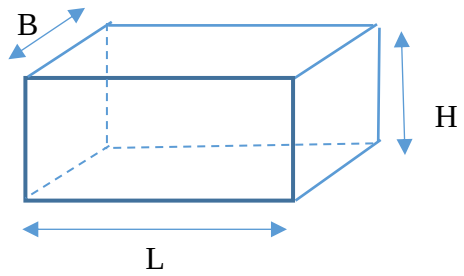
TE= 1.51 m3

- **Diseño de tanque elevado**

La ubicación del tanque elevado es muy importante porque ello ayudará a la distribución correcta de la dotación del agua a las diferentes áreas de la planta.

$$B = L \qquad V_e = B * L * H \qquad V_e = B^2 * H \qquad H = \frac{V_e}{B^2}$$

Figura 6: Dimensiones finales del tanque cisterna



Fuente: propia

TE= 1.51 m3
Largo= 2.50 m

$$B = H$$

1.51 =H*H*2.50
1.51 =H^2*2.50
0.604 =H^2
H= 0.78 m
B= 0.78 m

Le aumentamos la altura de rebose: 10cm y la altura entre el agua y el techo del tanque 20 cm

L= 2.50 m
B= 0.78 m
H= 1.08 m
V te= 2.09 m3

Tabla 8: Volumen final del tanque elevado

Volumen calculado del tanque cisterna	2.09	m^3
Volumen total del tanque cisterna	**2.20**	**m^3**

Fuente: propia

Se halló como volumen final del tanque elevado 2.20 m3 o 2200 Lt. Para este proyecto proponemos la utilización de dos tanques elevados pre fabricados de 1100 Lt cada uno.

Figura 1: Tanque elevado prefabricado

Fuente: Rotoplas

3.5 Tubería de impulsión y succión

$$Qb = Vte/T$$

Qb= Cantidad de agua a bombearse
T= Tiempo de llenado del tanque = 2 hrs
Vte= Volumen del tanque elevado = 2.20 m3

Qb= Vte/T
Qb= 0.0003056 m3/seg
Qb= 0.306 Lt/seg

Con este caudal obtenido vamos a unas tablas de la NORMA TÉCNICA I.S. 010 y nos dirige a los diámetros de la tubería succión e impulsión.

Tabla 9: diámetro de la tubería

Gasto de bombeo en lit/seg.	Diámetro de la tubería de impulsión
Hasta 0.50	¾''
Hasta 1.00	1''
Hasta 1.60	1 1/4''
Hasta 3.00	1 ½''
Hasta 5.00	2''
Hasta 8.00	2 ½''
Hasta 15.00	3''
Hasta 25.00	4''

Tubería de Impulsión

Tubería de Succión

Fuente: Norma Técnica IS.010

Tabla 10: diámetro de la tubería de succión e impulsión

Diámetro de la tubería de Impulsión	**3/4"**
Diámetro de la tubería de Succión	**1"**

Fuente: Elaboración propia

3.6 Cálculo de la altura dinámica total

$$H_{DT} = H_S + H_T + H_{ft}$$

Altura Total	Ht=	3.00 m
Altura de Succión	Hs=	1.60 m
Pérdida de carga de la tubería de succión y de impulsión	Hft=	0.31 m
Altura Dinámica Total:	Hdt=	**4.91 m**

3.7 Determinación de la Hfi, de la tubería de succión

- **Determinación de la longitud equivalente en tubería de Succión**

Factor de forma = 10%
Longitud equivalente = 1.76 m
1"= 0.0254 m

- **Determinación de la gradiente o pendiente (m/m)**

Ø Succión = 1"
Ø succión = 0.0254 m

Sistema de impulsión

Qb =	0.0000003056	m3/s
C =	140	(PVC)
D =	0.0254	m

$$S_S = \left(\frac{Q_b(m3/s)}{0.2785\ x\ C\ x\ D(m)^{2.63}}\right)^{1.85}$$

Ss =	0.0000000583

Hfi =	S x Leq

Hfi =	0.00000010255 m

2.1 Determinación de la Hfi, de la tubería de impulsión

- **Determinación de la longitud equivalente en tubería de Impulsión**

Factor de forma = 25%
Longitud equivalente = 3.75 m
3/4"= 0.0191 m

Ø Impulsión = 3/4"
Ø Impulsión = 0.0191 m

Qb =	0.00031	m3/s
C =	140	(PVC)
D =	0.0191	m

$$S_S = \left(\frac{Q_b(m3/_S)}{0.2785\ x\ C\ x\ D(m)^{2.63}}\right)^{1.85}$$

Ss =	0.0838

Hfs =	S x Leq

Hfs =	0.31430811823 m

2.2 Cálculo del caballaje del equipo bombeo

$$H.P = \frac{Q_b * H_{DT}}{75n}$$

Caudal de bombeo =	Qb=	0.306 Lt/seg
Caudal de bombeo =	Qb=	0.00031 m3/seg
Altura Dinámica Total =	Hdt=	4.91 m
Eficiencia de la Bomba =	n=	0.6

Tabla 11: Potencia de la bomba

Potencia de la bomba	0.03 Hp
Potencia de la bomba	0.50 Hp

Fuente: propia

Se propone una bomba de 1/2Hp de potencia para subir el agua del tanque cisterna hacia el tanque elevado.

Figura 2: Bomba de agua

Fuente: Rotoplas

2.3 Método de Hunter para hallar unidades de gasto

Tabla 12: Unidades de gasto

UG	Aparato sanitario	SS. HH mujeres		SS. HH varones		Comedor y cocina		TOTAL	
		#Ap.	U.G	#Ap.	U.G	#Ap.	U.G	#Ap.	U.G
0.75	Lavatorio	2	1.5	3	2.25			5	3.75
3	Inodoro	2	6	3	9			5	15
3	Urinario			1	3			1	3
1.5	Ducha	3	4.5	3	4.5			6	9
2	Lavadero de cocina					1	2	1	2
	TOTAL		**12**		**18.75**		**2**	**18**	**32.75**

Fuente: Elaboración propia

2.4 Cálculo del diámetro de las tuberías

Tabla 13: gastos probables (Lt/seg)

GASTOS PROBABLES PARA APLICACIÓN DEL MÉTODO DE HUNTER (Lt/seg)

N° de unidades	Gasto Probable		N° de unidades	Gasto Probable		N° de unidades	Gasto Probable
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula		
3	0,12		120	1,83	2,12	1100	8,21
4	0,16		130	1,91	2,80	1200	8,10
5	0,23	0,Q1	140	1,98	2,85	1300	9,15
6	0,25	0,Q4	150	2,06	2,95	1400	9,56
I	0,28	0,QI	160	2,14	3,04	1500	9,90
8	0,2Q	1,00	1I0	2,22	3,12	1600	10,42
9	0,32	1,03	180	2,29	3,20	1I00	10,85
10	0,43	1,06	190	2,3I	3,25	1800	11,25
12	0,38	1,12	200	2,45	3,36	1900	11,I1
14	0,42	1,1I	210	2,53	3,44	2000	12,14
16	0,46	1,22	220	2,60	3,51	2100	12,5I
18	0,50	1,2I	230	2,65	3,58	2200	13,00
20	0,54	1,33	240	2,I5	3,65	2300	13,42
22	0,58	1.3I	250	2,84	3,I1	2400	13,86
24	0,61	1.42	260	2,91	3,I9	2500	14,29
26	0,6I	1,45	2I0	2,99	3.8I	2600	14,I1
28	0,I1	1,51	280	3,0I	3,94	2I00	15,12
30	0,I5	1,55	290	3,15	4,04	2800	15,53
32	0,IQ	1,59	300	3,32	4,12	2900	15,9I
34	0,82	1,63	320	3,3I	4,24	3000	16,20
36	0,85	1,6I	340	3,52	4,35	3100	16,51
38	0,88	1,I0	380	3,6I	4,46	3200	1I,23
40	0,Q1	1,I4	390	3,83	4,60	3300	1I,85
42	0,Q5	1,I8	400	3,9I	4,I2	3400	18,0I
44	1,00	1,82	420	4,12	4,84	3500	18,40
46	1,03	1,84	440	4,2I	4,96	3600	18,91

Fuente: Norma Técnica IS.010

Tabla 14: diámetro por caudal máximo

Φ Pulg.	Limite Veloc. (m/Sg)	Qmax (Lt/Sg)
½"	1.90	0.24
¾"	2.20	0.63
1"	2.48	1.25
1 ¼"	2.85	2.25
1 ½"	3.05	3.48
2"	3.84	3.79

Fuente: Norma Técnica IS.010

2.5 Cálculo del caudal del bombeo

12 →	0.38	
12 →	x	
14 →	0.42	

X=	0.38

18 →	0.50	
18.75 →	x	
20 →	0.54	

x=	0.52

3 →	0.12	
3 →	x	
4 →	0.16	

x=	0.120

Tabla 15: diámetro de tuberías y caudal de bombeo

Caudal SS. HH Mujeres	Caudal SS. HH Varones	Caudal comedor y cocina	Caudal de bombeo
Con 12 UG	Con 18.75 UG	Con 2 UG	
0.38 Lt/seg	0.52 Lt/seg	0.12 Lt/seg	1.02 Lt/seg
3/4"	**3/4"**	**3/4"**	**1"**

Fuente: propia

4. Resultados de Instalaciones Sanitarias

Tabla 16: Resumen de datos obtenidos

Parámetros	Valor
Dotación diaria	4.53 m3/día
Volumen de tanque de cisterna	5.00 m3
Volumen de tanque elevado	2.20 m3
Diámetro de la tubería de succión	1"
Diámetro de la tubería de impulsión	3/4 "
Potencia de la bomba	1/2 Hp
Diámetros más convenientes	3/4" y 1"
Caudal bombeado	1.020 Lt/seg

Fuente: elaboración propia

Instalaciones Eléctricas

Cálculo de la Máxima Demanda Instalada

$$\mathrm{MDI} = \mathrm{A} * \mathrm{CU}$$

Tabla 17: Tabla de área general

Área administrativa	Altura (m)	Área (m2)	Carga unitaria (W/m2)	Máx. Demanda Inst. (w)
Oficina de administración	2.6	56 m2	10	560
Comedor y cocina	2.6	40 m2	50	2000
SS. HH y vestidores	2.6	48 m2	10	480
Almacén	2.6	18 m2	10	180
Caseta de control	2.6	9 m2	10	90
Caseta de pesaje	2.6	9 m2	10	90
Caseta de vigilancia	2.6	9 m2	10	90
Planta de recilaje	8	510 m2	50	25500
Planta de compostaje	8	5110 m2	50	255500
Área Total		**5809 m2**	**M.D.I**	**284490 W**

Fuente: propia

Tabla 18: Máxima Demanda Instalada

Máxima demanda instalada (w)	284490 W
Máxima demanda instalada (Kw)	284.49 Kw

Fuente: propia

Tabla 19: Carga de demanda

Carga de demanda			
284.49 Kw	Factor	100%	284.49 Kw

Fuente: propia

Cálculo de la capacidad de Corriente

$$I_{ag} = \frac{1.25 * MDI}{K_1 * V * Cos\emptyset}$$

Constante= 1.25
MDI= 284490 Kw
K1= 1.73
V= 380 Kw
cosØ= 0.95
Iag= 569.408 A

Tabla 20: Utilización y temperatura nominal de operación de conductores para uso general

Nombre comercial	Designación	Temperatura Máxima de Funcionamiento	Aplicaciones previstas	Aislamiento	Cubierta Protectora Exterior [1]
Termoplástico resistente al calor	**THHN**	90 °C	Lugares secos y húmedos	Termoplástico resistente al calor y retardante de la llama	Cubierta de nailon o equivalente
Termoplástico resistente a la humedad y al calor	**THHW**	75 °C 90 °C	Lugares mojados Lugares secos	Termoplástico retardante de la llama y resistente a la humedad y al calor	Ninguna
Termoplástico resistente a la humedad y al calor	**THW** [3]	75 °C 90 °C	Lugares secos y mojados Aplicaciones especiales en equipos de iluminación por descarga. Limitado a 1 000 V en circuito abierto o menos (sólo cables de secciones 2,5 a 6 mm^2)	Termoplástico retardante de la llama y resistente a la humedad y al calor	Ninguna
Termoplástico resistente a la humedad y al calor	**THWN** [3]	75 °C 90 °C	mojados húmedos	Termoplástico retardante de la llama y resistente a la y al calor	Cubierta de nailon o equivalente
Termoplástico resistente a la humedad	**TW**	60 °C 70 °C	Lugares secos y mojados	Termoplástico retardante de la llama y resistente a la humedad y al calor	Ninguna

Fuente: Código Nacional de Electricidad (CNE)

Tipo	THW	90°C

Tabla 21: Capacidad de corriente permisible

Sección nominal del conductor		Rango de temperatura del Cable								
		60 °C			75 °C			90 °C		
[AWG] [MCM]	[mm^2]	D [1]	E [2]	F [3]	D [1]	E [2]	F [3]	D [1]	E [2]	F [3]
8	8,367	60	55	48	70	65	57	80	77	65
6	13,30	80	72	63	95	88	77	105	99	87
4	21,15	105	96	84	125	115	101	140	130	114
3	26,67	120	113	99	145	135	118	165	152	133
2	33,62	140	128	112	170	152	133	190	174	152
1	42,41	165	150	131	195	178	156	220	202	177
1/0	53,49	195	173	151	230	207	181	260	234	205
2/0	67,43	225	199	174	265	238	208	300	271	237
3/0	85,01	260	230	201	310	275	241	350	313	274
4/0	107,2	300	265	232	360	317	277	405	361	316
250	126,7	340	296	259	405	354	310	455	402	352
300	151	375	330	289	445	395	346	505	449	393
350	177	420	363	318	505	435	381	570	495	433
400	202	455	392	343	545	469	410	615	535	468
500	253	515	448	392	620	537	470	700	613	536

Fuente: Código Nacional de Electricidad (CNE)

570 A	>	569.41 A

La sección nominal es de 177 mm2

Cálculo por caída de tensión

$$\Delta V = \frac{K_2 * i * r_u * L * Cos\emptyset}{S}$$

k2= 1.73
I= 569.41 A
Resistividad del cobre= 0.01724
L 14.00 m
cosØ= 0.9
S= 570 A

ΔV=	0.375 V

Esta caída de voltaje se expresa en porcentaje

%ΔV=	0.17045 %

El máximo porcentaje permisible es de 2.5%

Corriente máxima a circular

$$I_t = \frac{I_{ag}}{0.8}$$

Iag= 569.408 A
Factor= 0.8

It=	711.76 A

Figura 3: Interruptores termomagnéticos

Serie THQL
Interruptores termomagnéticos de Engrape
Poder de ruptura 10kA

	Corriente	Código GE	Empaque
1 Polo	15A	THQL1115	1
	40A	THQL1140	1
	60A	THQL1160	1
2 Polos	15A	THQL2115	5
	20A	THQL2120	5
	30A	THQL2130	5
	40A	THQL2140	5
	50A	THQL2150	5
	60A	THQL2160	5
	70A	THQL2170	5
	100A	THQL21100	5
3 Polos	15A	THQL32015	3
	20A	THQL32020	3
	30A	THQL32030	3
	40A	THQL32040	3
	50A	THQL32050	3
	60A	THQL32060	3
	70A	THQL32070	3
	100A	THQL32100	3

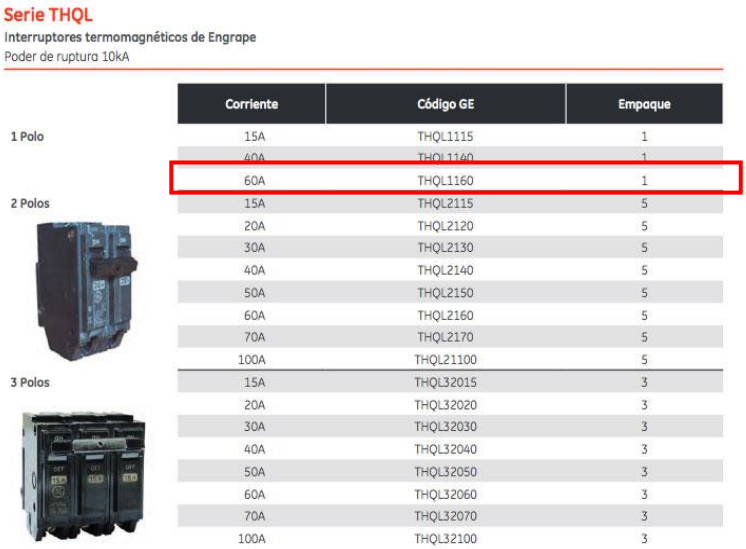
Fuente: Grupo Yllaconza

Del catálogo del Grupo Yllaconza- Interruptores Termomagnéticos THQL de engrape
Se selecciona: Interruptor bipolar: 8x100A-THQL32100

Con este hallamos el tablero general

De la misma forma se calculará los tableros de distribución, teniendo TD1, TD2, TD3, TD4, TD5, TD6, TD7

Figura 4: Interruptores termomagnéticos



Serie THQL

Interruptores termomagnéticos de Engrape

Poder de ruptura 10kA

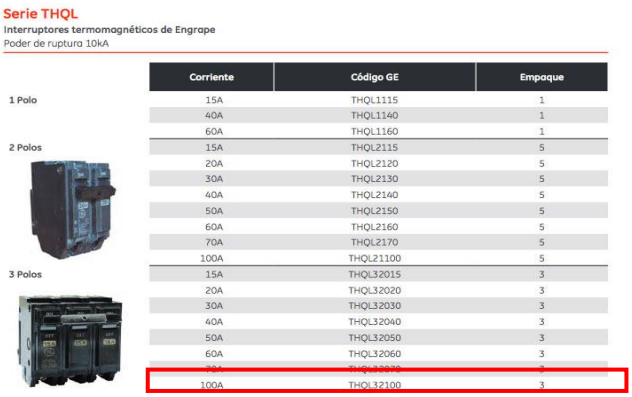
	Corriente	Código GE	Empaque
1 Polo	15A	THQL1115	1
	40A	THQL1140	1
	60A	THQL1160	1
2 Polos	15A	THQL2115	5
	20A	THQL2120	5
	30A	THQL2130	5
	40A	THQL2140	5
	50A	THQL2150	5
	60A	THQL2160	5
	70A	THQL2170	5
	100A	THQL21100	5
3 Polos	15A	THQL32015	3
	20A	THQL32020	3
	30A	THQL32030	3
	40A	THQL32040	3
	50A	THQL32050	3
	60A	THQL32060	3
	70A	THQL32070	3
	100A	THQL32100	3

Del catálogo del Grupo Yllaconza- Interruptores Termomagnéticos THQL de engrape
Se selecciona: Interruptor bipolar: 60A-THQL1160

Fuente: Grupo Yllaconza

Y TD-8, TD-9.

Figura 5: Interruptores termomagnéticos



Serie THQL

Interruptores termomagnéticos de Engrape

Poder de ruptura 10kA

	Corriente	Código GE	Empaque
1 Polo	15A	THQL1115	1
	40A	THQL1140	1
	60A	THQL1160	1
2 Polos	15A	THQL2115	5
	20A	THQL2120	5
	30A	THQL2130	5
	40A	THQL2140	5
	50A	THQL2150	5
	60A	THQL2160	5
	70A	THQL2170	5
	100A	THQL21100	5
3 Polos	15A	THQL32015	3
	20A	THQL32020	3
	30A	THQL32030	3
	40A	THQL32040	3
	50A	THQL32050	3
	60A	THQL32060	3
	70A	THQL32070	3
	100A	THQL32100	3

Fuente: Grupo Yllaconza

Del catálogo del Grupo Yllaconza- Interruptores Termomagnéticos THQL de engrape Se selecciona: Interruptor bipolar: 100A-THQL32100

Cálculo de luminaria

Módulo de Administración

Dimensiones	
Ancho=	7.50 m
Largo=	7.50 m
Alto=	2.60 m

Por el tipo:

Área de trabajo: Área de administración y sala de reuniones

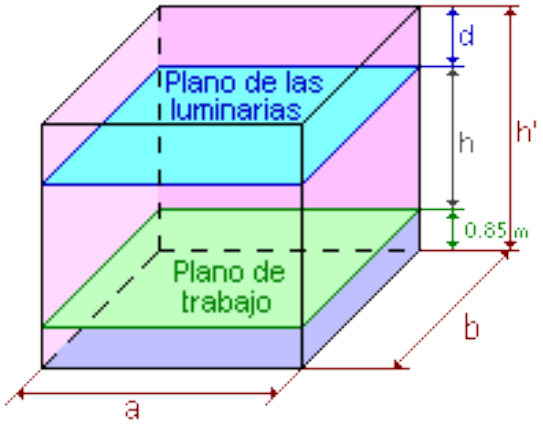
Su nivel de iluminación: Em=500 lux/m2

Tabla 22: Iluminación para ambientes al interior

AMBIENTES	ILUMINANCIA EN SERVICIO (lux)	CALIDAD
Industrias de cuero		
Áreas de trabajo en general		
Prensado, curtiembre, costura	300	B – C
Producción de calzados	750	A – B
Control de calidad	1000	A - B
Trabajos de maquinado (forjado – torno)		
Forjado de pequeñas piezas	200	D – E
Maquinado en tornillo de banco	400	B – C
Maquinado simple en torno	750	A – B
Maquinado fino en torno e inspección de pequeñas partes	1500	A – B
Talleres de pintado		
Preparación de superficies	500	C – D
Pintado general	750	B – C
Pintado fino, acabados, control	1000	A – B
Fábricas de papel		
Procesos automáticos	200	D – E
Elaboración semi automática	300	C – D
Inspección	500	A – B
Imprentas – Construcción de libros		
Salas de impresión a máquina	500	C – D
Encuadernado	500	A – B
Composición, edición, etc.	750	A – B
Retoques	1000	A – B
Reproducciones e impresiones a color	1500	A – B
Grabados en acero y cobre	2000	A – B
Industrias textiles		
Área de desembalaje	200	D – E
Diseño	300	D – E
Hilados, cardados, teñidos	500	C – D
Hilados finos, entrelazados	750	A – B
Cosido, inspección	1000	A – B
Industrias en madera		
Aserradero	200	D – E
Ensamble en tornillo de banco	300	C – D
Trabajo con máquinas	500	B – C
Acabados	750	A – B
Inspección control calidad	1000	A – B
Oficinas		
Archivos	200	C – D
Salas de conferencia	300	A – B
Oficinas generales y salas de cómputo	500	A – B
Oficinas con trabajo intenso	750	A – B
Salas de diseño	1000	A – B
Centros de enseñanza		
Salas de lectura	300	A – B
Salones de clase, laboratorios, talleres, gimnasios	500	A – B

Fuente: Código Nacional de Electricidad (CNE)

Figura 6: Dimensiones del local y la altura del plano de trabajo



Fuente: Manual de iluminación

Locales de altura normal	Altura de las iluminarias
Oficinas, viviendas, aulas…	Lo más alto posible

h'=	2.60 m
Plano de trabajo=	0.85 m
d=	0.00 m
h=	1.75 m

Tipo de lámpara

Figura 7: Luminaria Led lineal MODUL LMD LED

Fuente: Outside tech ligth

Luminaria Led lineal MODUL LMD LED	
Flujo (ϕL)	8000 lm

Cálculo del índice del local

Tabla 23: índice del local (k)

Sistema de Iluminación	Índice del local
Iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta, y general difusa	$k = \frac{a.b}{h.(a+b)}$
Iluminación directa y semiidirecta	$k = \frac{3.a.b}{2.(h+0,85).(a+b)}$

Fuente: Greenice iluminación LED

$$k = \frac{l.a}{h(l+a)}$$

Dimensiones	
Ancho=	7.50 m
Largo=	7.50 m
h=	1.75 m

K= 2.143

Coeficiente de reflexión

Tabla 24: coeficientes de reflexión

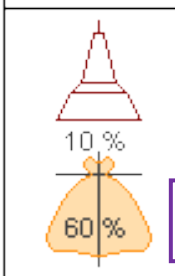
	Color	Factor de reflexión (ρ)
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	claro	0.5
	medio	0.3
Paredes	claro	0.5
	medio	0.3
	oscuro	0.1
Suelo	claro	0.3
	oscuro	0.1

Fuente: Código Nacional de Electricidad (CNE)

Techo=	0.70
Pared=	0.30
Suelo=	0.30

Factor de utilización

Tabla 25: factor de utilización

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización (η)											
		Factor de reflexión del techo											
		0.8			0.7			0.5			0.3		0
		Factor de reflexión de las paredes											
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1	0
	0.6	.39	.35	.32	.38	.34	.32	.38	.34	.31	.33	.31	.30
	0.8	.48	.43	.40	.47	.42	.40	.46	.42	.39	.41	.38	.37
	1.0	.53	.49	.46	.52	.48	.45	.51	.47	.45	.46	.44	.41
	1.25	.58	.54	.51	.57	.53	.50	.55	.51	.49	.50	.48	.45
	1.5	.62	.58	.54	.61	.57	.54	.58	.55	.52	.53	.51	.48
	2.0	.66	.62	.59	.64	.61	.58	.61	.59	.57	.56	.55	.52
	2.5	.68	.65	.63	.67	.64	.62	.64	.61	.60	.59	.57	.54
	3.0	.70	.67	.65	.69	.66	.64	.65	.63	.61	.60	.59	.56
D_{max} = 1.0 H_m	4.0	.72	.70	.68	.70	.69	.67	.67	.66	.64	.63	.61	.58
f_m .70 .75 .80	5.0	.73	.71	.70	.71	.70	.68	.68	.67	.66	.64	.63	.59

H_m: altura luminaria-plano de trabajo

Fuente: Código Nacional de Electricidad (CNE)

Como nuestro índice del local (K) es 2.143, interpolamos en la tabla para obtener el factor de utilización (n)

2	→	0.61
2.14	→	n
2.5	→	0.64

n=	0.62

Factor de mantenimiento

Tabla 26: factor de mantenimiento

Ambiente	Factor de mantenimiento (f_m)
Limpio	0.8
Sucio	0.6

Fuente: Código Nacional de Electricidad (CNE)

fm=	0.8

Superficie de trabajo

Tabla 27: Superficie de trabajo

Dimensiones	
Ancho=	7.50 m
Largo=	7.50 m
Alto=	2.60 m

Superficie	56.25 m2

Fuente: propia

Flujo luminoso total

$$\Phi_T = \frac{E.S}{n.fm}$$

E= 500 lux/m2
S= 56.25 m2
n= 0.62
fm= 0.8

ϕt=	56703.629 lm

Número de luminarias necesarias

$$N = \frac{\Phi_T}{n.\Phi_L}$$

ϕt= 56703.629 lm
ϕl= 8000 lm
n. punto= 1

NL=	7.09
NL=	8.00

Emplazamiento de luminarias

Número de filas de luminarias

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{NL_{total}}{b} * a}$$

NL. total= 7.09
Ancho= 7.50 m
Largo= 7.50 m

N ancho=	3.00

Número de filas de luminarias

$$N_{largo} = N_{ancho} * \left(\frac{b}{a}\right)$$

N ancho= 3.00
Ancho= 7.50 m
Largo= 7.50 m

N largo=	3.00

Distancias entre luminarias

Tabla 28: distancia entre luminarias

Tipo de Luminaria	Altura del Local	Distancia Máxima entre Luminarias
Intensiva	>10 m	e <= 1.2 h
Extensiva	6-10 m	e <= 1.5 h
Semiextensiva	4-6 m	
Extensiva	<= 4 m	e <= 1.6 h

Fuente: Greenice iluminación LED

Nuestra altura es 2.60 m, por ende, le corresponde un tipo de luminaria extensiva.

Comprobamos que nuestra iluminación calculada sea superior o igual al de la iluminación que nos dice la Norma EM.010 – RNE

$$E_m = \frac{NL * n.punto * \Phi_L * n * f_m}{S} \geq E_{Norma}$$

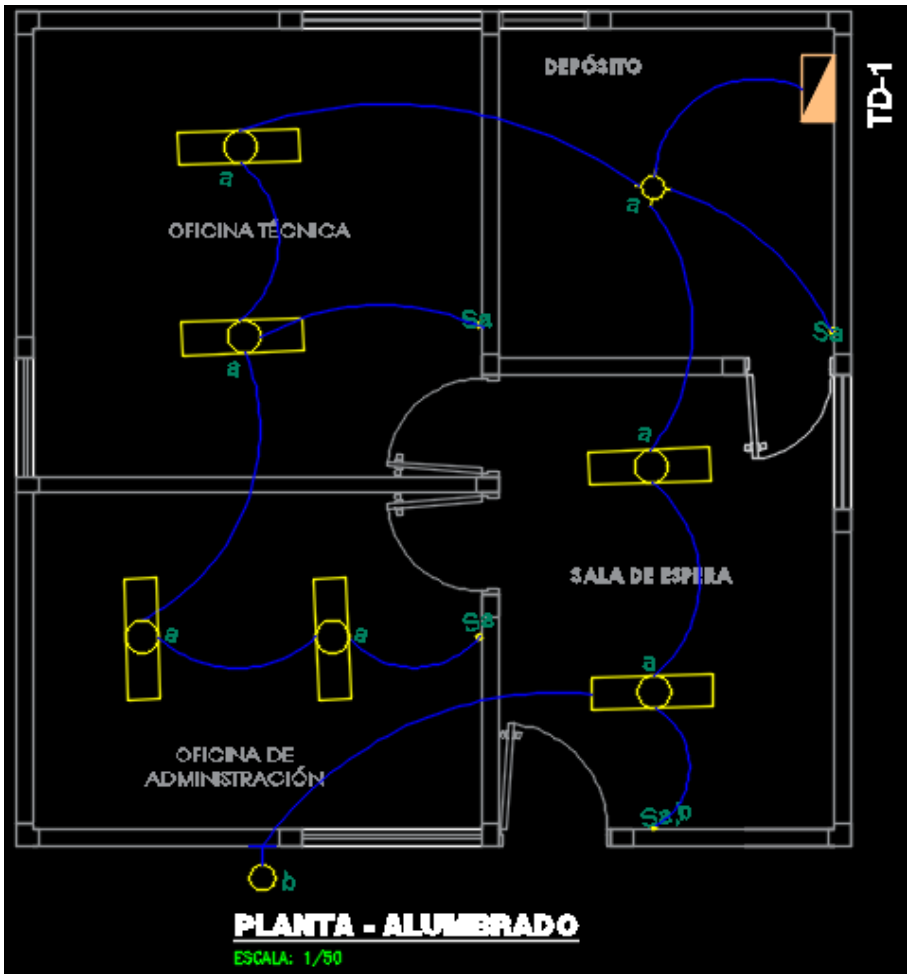
NL= 8.00
n. punto= 1
ϕl= 8000 lm
n= 0.62
fm= 0.8
S= 56.25 m2

E.Norma=	500 lux/m2

E. calculado=	565 lux/m2

Se puede observar que nuestra iluminación calculada es 565 lux/m2 y es mayor a la iluminación que nos indica la Norma para oficinas de 500 lux/m2.

Figura 8: Luminaria de área de administración



Fuente: propia

El mismo procedimiento se realiza para cada área de la infraestructura de tratamiento de residuos sólidos.

Resultados de Instalaciones Eléctricas

Tabla 29: Resumen de datos obtenidos

Parámetros	Valor
Máxima Demanda instalada	284.49 Kw
Capacidad de corriente	569.41 A
Sección Nominal	177 mm2
Caída de tensión	0.171%
Corriente máxima es Circular	711.76 A

Fuente: elaboración propia

4. Conclusiones

- Mediante la caracterización de residuos sólidos 2019 aplicada por la municipalidad de Pomalca, nuestro flujo de destino del total de residuos generados los residuos orgánicos son un 52.2%, inorgánicos son un 24.4% y residuos no aprovechables son un 23.4%
- Las plantas de reciclaje y compostaje tendrán una productividad del 85%, el restante 15% de residuos Sólidos irá al Relleno sanitario.
- La generación de residuos inorgánicos total al año 2041 es de 27 950.05 ton
- Para la planta de Reciclaje se tendrán las siguientes áreas: área de aceptación, área de segregación, área de compresión y embalaje y área de almacenamiento y/o acopio final.
- El área de la planta de Reciclaje calculada es de 502 m2
- Las dimensiones de la planta de Reciclaje: largo de 34 m y un ancho de 15 m
- La generación de residuos orgánicos total al año 2041 es de 59 826.59 ton
- Para la planta de Compostaje se tendrán las siguientes áreas: área de recepción, trituración y almacenamiento, área descomposición, área de curado o maduración, área de post tratamiento y área de almacenamiento de lixiviados
- Se utilizará las pilas composteras en la planta de compostaje.
- El área de la planta de Compostaje calculada es de 5 098 m2
- Las dimensiones de la planta de Compostaje: largo de 114 m y un ancho de 45 m

- Para la zona administrativa y auxiliares se tendrán las siguientes áreas: oficina de administración, comedor y cocina, almacén, caseta de pesaje y vigilancia, SS. HH y vestuarios para mujeres y varones, dos estacionamientos de autos y un estacionamiento de camiones.
- El área de planteada para la zona administrativa es 1500 m2
- La dotación total diaria es 4.53 m3/día
- El volumen del Tanque Cisterna es 5 m3
- El volumen del Tanque Elevado es 2.20 m3
- El diámetro de la tubería de Succión es 1’’
- El diámetro de la tubería de Impulsión es 3/4''
- La potencia de la bomba es 1/2 Hp
- Los diámetros más convenientes para cada tramo de tubería, mediante el Método de Hunter es 3/4’’ y 1’’
- El caudal del bombeo es 1.02 lt/seg
- La máxima demanda instalada es 284.49 Kw
- Capacidad de corriente es 569.41A
- La sección nominal es 177 mm2
- La caída de tensión es 0.171%
- La corriente máxima a circular es 711.76A

5. Recomendaciones

- La caracterización de Residuos Sólidos deberá actualizado en el rango de 05 años de vigencia.
- Para que las plantas de reciclaje y compostaje sean más productivas se debe tener una buena segregación desde la fuente.
- Se debe considerar un área amplia para el manejo correcto de las plantas de valorización.
- Se recomienda realizar el análisis de dotación diaria de cada área a emplearse del proyecto.
- Se recomienda por factor de seguridad a los resultados obtenidos mayorizarlos de manera razonable, sin sobre costear los elementos.
- Se recomienda encontrar las pérdidas de cargas de las tuberías a analizar para obtener un mejor resultado en la potencia de la bomba.

ANEXO 08

DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO

1. Objetivo

Realizar los cálculos para el dimensionamiento del relleno sanitario para el diseño de la infraestructura para el tratamiento de residuos sólidos del distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque

2. Ubicación

El área de proyecto y por ende de estudio de esta investigación se encuentra ubicado en el distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

3. Metodología

3.1 Parámetros para realizar el diseño

3.1.1 Clasificación del relleno sanitario

Según el MINAM le corresponde un relleno sanitario semimecanizado, por tener el distrito de Pomalca una generación de residuos sólidos entre 6 hasta 50tn/día.

3.1.2 Método de diseño

Como la zona es de topografía plana con pendientes pocos significativas, se utilizará el método de trincheras o zanjas. Es decir, se construirán trincheras o zanjas.

3.1.3 Dimensiones de áreas

Las áreas que se dimensionarán en este proyecto están relacionadas a los residuos aprovechables (residuos orgánicos e inorgánicos) y los no aprovechables, es por ello que tendremos las siguientes áreas: para el tratamiento de los residuos orgánicos el área de compostaje y para el tratamiento de los residuos inorgánicos el área de reciclaje. Así mismo, para los residuos no aprovechables, se tendrá el área del relleno sanitario.

En la siguiente tabla se presentará la composición em porcentajes y tonelaje que le corresponde a cada tipo de residuos, esta información se estudió y realizó en el año 2019 con su respectiva caracterización de residuos sólidos municipales.

3.2 Flujo de destino

Teniendo como referencia los residuos domiciliarios y no domiciliarios se obtiene mediante el flujo de destino: el 52.209% será aprovechado a través de una planta de compostaje, el 24.391% será aprovechado a través de una planta de reciclaje y el 23.399% irá como destino final al relleno sanitario.

Tabla 1: Flujo de destino de los residuos sólidos

Datos previos			A. Compostaje		A. Reciclaje		A. Relleno	
			Aprovechable				No aprovechable	
Generación Total	Tn/día	%	Materia Orgánica		Materia Inorgánica			
			Tn/día	%	Tn/día	%	Tn/día	%
Generación Domiciliaria	10.144	85.743%	5.885	58.010	1.978	19.500	2.281	22.490
Generación no domiciliaria y especial	1.687	14.257%	0.292	17.326	0.908	53.808	0.487	28.866
Total	**11.831**	**100%**	**6.177**	**52.209**	**2.886**	**24.391**	**2.768**	**23.399**

Fuente: Elaboración propia con la fuente de la valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

En la siguiente tabla se mostrarán los parámetros que se han utilizado para este proceso de cálculo.

Tabla 2: Parámetros usados en el proceso de cálculo

Parámetros para proceso	Valor	Unidad
Población del año del estudio de caracterización, 2019	25726	hab.
Generación per cápita de residuos sólidos, 2019	0.46	Kg/hab./día
Tasa de crecimiento anual de la generación per cápita de residuos sólidos	1	%
Tasa de crecimiento anual de población	0.99	%

Fuente: Elaboración propia con la fuente de la valorización de residuos sólidos municipales del distrito de Pomalca 2019.

3.3 Cálculo del área del Relleno Sanitario

a) Cálculo de la capacidad del relleno sanitario caso 01

Considerando que no hay una separación de residuos aprovechables y no aprovechables y que los residuos totales del distrito de Pomalca van hacia el Relleno Sanitario, se calculó el área.

Tabla 3: Proyección de la generación de Residuos Sólidos, caso 01

Proyección de la generación de Residuos Sólidos						
Cantidad de años (n)	Año	Población (Hab.)	Generación Per Cápita (kg/hab./día)	Generación de Residuos		
				(Ton/día)	(Ton/mes)	(Ton/año)
0	**2019**	25726	0.4599	11.8308	354.923	4318.231
1	**2020**	25959	0.464	12.0573	361.719	4400.915
2	**2021**	26193	0.469	12.2876	368.629	4484.991
3	**2022**	26430	0.474	12.5228	375.685	4570.828
4	**2023**	26669	0.479	12.7624	382.873	4658.283
5	**2024**	26910	0.483	13.0065	390.196	4747.382
6	**2025**	27153	0.488	13.2552	397.656	4838.154
7	**2026**	27399	0.493	13.5091	405.272	4930.806
8	**2027**	27647	0.498	13.7676	413.029	5025.191
9	**2028**	27897	0.503	14.0311	420.932	5121.338
10	**2029**	28149	0.508	14.2994	428.982	5219.277
11	**2030**	28403	0.513	14.5727	437.181	5319.036
12	**2031**	28660	0.518	14.8516	445.548	5420.836
13	**2032**	28919	0.523	15.1357	454.070	5524.522
14	**2033**	29181	0.529	15.4255	462.766	5630.319
15	**2034**	29445	0.534	15.7207	471.622	5738.069
16	**2035**	29711	0.539	16.0214	480.641	5847.805
17	**2036**	29979	0.545	16.3276	489.827	5959.559
18	**2037**	30251	0.550	16.6405	499.214	6073.766
19	**2038**	30524	0.556	16.9585	508.756	6189.865
20	**2039**	30800	0.561	17.2830	518.490	6308.292
21	**2040**	31079	0.567	17.6139	528.418	6429.090
22	**2041**	31360	0.572	17.9509	538.528	6552.091

Fuente: propia

Finalmente se resumen los cálculos y el proceso realizado en la siguiente tabla resumen del caso 01, cuando todos los residuos van al relleno sanitario.

Tabla 4: Si todos los residuos sólidos municipales van al relleno sanitario, caso 01

Caso 01: Si todos los residuos municipales van al Relleno Sanitario		
Datos del diseño	Valor	Unidad
Población Actual (2021)	26193	Hab
Tasa de crecimiento Poblacional	0.9042	%
Densidad de los residuos sólidos compactados	600	kg/m3
Material cobertura	20	%
Generación Percápita Actual (2021)	0.469	(kg/hab/día)
Factor de incremento de la Generación de Residuos	1.00	%
Profundidad	3.00	m
Población futura (2041)	31360	Hab
Generación Percápita Futura (2041)	0.57	(kg/hab/día)
Volumen del Relleno Sanitario		
Generación de Residuos Sólidos Anual sin compactar	6552.09	tn/año
Generación de Residuos Sólidos Acumulada sin compactar	114589.50	tn
Volumen de RSM Compactado Anual	10920.15	m3/año
Volumen de RSM Compactado Acumulado	190982.50	m3
Volumen de Material Cobertura Anual (20%)	2184.03	m3/año
Volumen de Material Cobertura Acumulado (20%)	38196.500	m3
Volumen del Relleno Sanitario Anual	13104.18	m3/año
Volumen del Relleno Sanitario Acumulado	229179.00	m3
Área del Relleno Sanitario		
Factor de incremento para vías de acceso (20 a 40%)	20	%
Área para vía de acceso libre	15278.60	m2
Área Requerida mínima	91671.60	m2
Área Requerida mínima	9.170	Ha

Fuente: propia

b) Cálculo de la capacidad del relleno sanitario caso 02

Luego de haber realizado nuestro flujo de destino de residuos sólidos, el área final del relleno sanitario se redujo, dado que solo irá el 23.399% del total de residuos. Así mismo, se tiene en cuenta los residuos que se trasladarán de las plantas de reciclaje y compostaje. Con estos parámetros se halló el área del Relleno Sanitario.

Tabla 5: Flujo de destino de los residuos sólidos

Datos previos			A. Compostaje		A. Reciclaje		A. Relleno	
			Aprovechable				No aprovechable	
Generación Total	Tn/día	%	Materia Orgánica		Materia Inorgánica			
			Tn/día	%	Tn/día	%	Tn/día	%
Generación Domiciliaria	10.144	85.743%	5.885	58.010	1.978	19.500	2.281	22.490
Generación no Domiciliaria y Especial	1.687	14.257%	0.292	17.326	0.908	53.808	0.487	28.866
Total	**11.831**	**100%**	**6.177**	**52.209**	**2.886**	**24.391**	**2.768**	**23.399**

Fuente: propia

Tabla 6: Residuos sólidos municipales correspondientes al relleno sanitario, caso 02

Proyección de la generación de Residuos Sólidos						
Cantidad de años (n)	Año	Población (Hab.)	Generación Per Cápita (kg/hab./día)	Generación de Residuos		
				(Ton/día)	(Ton/mes)	(Ton/año)
0	**2019**	25726	0.1076	2.7683	83.049	1010.425
1	**2020**	25959	0.109	2.8213	84.639	1029.773
2	**2021**	26193	0.110	2.8752	86.256	1049.446
3	**2022**	26430	0.111	2.9302	87.907	1069.531
4	**2023**	26669	0.112	2.9863	89.589	1089.994
5	**2024**	26910	0.113	3.0434	91.302	1110.843
6	**2025**	27153	0.114	3.1016	93.048	1132.082
7	**2026**	27399	0.115	3.1610	94.830	1153.762
8	**2027**	27647	0.117	3.2215	96.645	1175.847
9	**2028**	27897	0.118	3.2831	98.494	1198.345
10	**2029**	28149	0.119	3.3459	100.378	1221.262
11	**2030**	28403	0.120	3.4099	102.296	1244.604
12	**2031**	28660	0.121	3.4751	104.254	1268.425
13	**2032**	28919	0.122	3.5416	106.248	1292.686
14	**2033**	29181	0.124	3.6094	108.283	1317.442
15	**2034**	29445	0.125	3.6785	110.355	1342.654
16	**2035**	29711	0.126	3.7489	112.466	1368.331
17	**2036**	29979	0.127	3.8205	114.615	1394.481
18	**2037**	30251	0.129	3.8937	116.811	1421.204
19	**2038**	30524	0.130	3.9681	119.044	1448.370
20	**2039**	30800	0.131	4.0441	121.322	1476.081
21	**2040**	31079	0.133	4.1215	123.645	1504.346
22	**2041**	31360	0.134	4.2003	126.010	1533.127

Fuente: propia

Según especialistas en los temas de reciclaje y compostaje, mencionar que la productividad de las plantas de reciclaje y compostaje es del 85 al 90%. Es decir, que el restante 10- 15% son residuos que no son aprovechables, ya sea porque no se ha segregado o reciclado correctamente y los mismos desechos de la planta de tratamiento. Es por ello que este 15% de residuos que se ha considerado va al relleno sanitario.

Tabla 7: Capacidad aprovechable de R. S. Inorgánicos

Volumen mínimo útil												
Año	Planta de Reciclaje		Planta de Compostaje		Relleno sanitario		Densidad de Residuos Compactados (Ton/m3)	VAR Resiudos Compactados (m3/Año)	Cantidad de material de cobertura (%)	Cantidad de material de cobertura (m3/Año)	VARD (m3/año)	VMU (m3)
	Generación de Residuos (Ton/año)	15% para el Relleno Sanitario (Ton/año)	Generación de Residuos (Ton/año)	15% para el Relleno Sanitario (Ton/año)	Solo de Relleno Sanitario (Ton/año)	Generación de Residuos Total (Ton/año)						
2021	1093.955	164.09325	2341.591	351.23865	1049.446	1564.778	0.6	2607.963	20%	521.590	3129.5526	
2022	1114.892	167.2338	2386.406	357.9609	1069.531	1594.725	0.6	2657.876	20%	531.580	3189.4557	
2023	1136.223	170.43345	2432.065	364.80975	1089.994	1625.237	0.6	2708.729	20%	541.750	3250.4790	
2024	1157.956	173.6934	2478.584	371.7876	1110.843	1656.324	0.6	2760.539	20%	552.110	3312.6494	
2025	1180.096	177.0144	2525.975	378.89625	1132.082	1687.993	0.6	2813.322	20%	562.660	3375.9817	
2026	1202.696	180.4044	2574.349	386.15235	1153.762	1720.319	0.6	2867.198	20%	573.440	3440.6382	
2027	1225.717	183.85755	2623.627	393.54405	1175.847	1753.249	0.6	2922.082	20%	584.420	3506.5017	
2028	1249.169	187.37535	2673.824	401.0736	1198.345	1786.794	0.6	2977.990	20%	595.600	3573.5898	
2029	1273.058	190.9587	2724.958	408.7437	1221.262	1820.964	0.6	3034.940	20%	606.990	3641.9299	
2030	1297.390	194.6085	2777.041	416.55615	1244.604	1855.769	0.6	3092.948	20%	618.590	3711.5382	
2031	1322.221	198.33315	2830.191	424.52865	1268.425	1891.286	0.6	3152.144	20%	630.430	3782.5739	**79958.725**
2032	1347.512	202.1268	2884.325	432.64875	1292.686	1927.462	0.6	3212.436	20%	642.490	3854.9262	
2033	1373.317	205.99755	2939.561	440.93415	1317.442	1964.373	0.6	3273.955	20%	654.790	3928.7455	
2034	1399.599	209.93985	2995.816	449.3724	1342.654	2001.966	0.6	3336.611	20%	667.320	4003.9305	
2035	1426.365	213.95475	3053.109	457.96635	1368.331	2040.252	0.6	3400.420	20%	680.080	4080.5004	
2036	1453.623	218.04345	3111.455	466.71825	1394.481	2079.242	0.6	3465.404	20%	693.080	4158.4838	
2037	1481.480	222.222	3171.082	475.6623	1421.204	2119.088	0.6	3531.814	20%	706.360	4238.1739	
2038	1509.798	226.4697	3231.697	484.75455	1448.370	2159.594	0.6	3599.324	20%	719.860	4319.1837	
2039	1538.684	230.8026	3293.527	494.02905	1476.081	2200.913	0.6	3668.188	20%	733.640	4401.8276	
2040	1568.149	235.22235	3356.595	503.48925	1504.346	2243.058	0.6	3738.430	20%	747.690	4486.1200	
2041	1598.150	239.7225	3420.813	513.12195	1533.127	2285.972	0.6	3809.953	20%	761.990	4571.9431	

Fuente:propia

En la tabla anterior se expresa la generación de residuos sólidos de las plantas de Reciclaje y Compostaje, donde junto con el volumen inicial de los residuos no aprovechables propio del Relleno Sanitario se llevará al volumen compactado y se sumará, obteniendo un volumen del Relleno Sanitario Total.

Tabla 8: Residuos sólidos municipales correspondientes al relleno sanitario, caso 02

Caso 02: Residuos sólidos municipales correspondientes al Relleno Sanitario		
Datos del diseño	Valor	Unidad
Población Actual (2021)	26193	Hab
Tasa de crecimiento Poblacional	0.9042	%
Densidad de los residuos sólidos compactados	600	kg/m3
Material cobertura	20.00	%
Generación Percápita Actual (2021)	0.110	(kg/hab/día)
Factor de incremento de la Generación de Residuos	1.00	%
Profundidad	3.00	m
Población futura (2041)	31360	Hab
Generación Percápita Futura (2041)	0.134	(kg/hab/día)
Volumen del Relleno Sanitario		
Generación de Residuos Sólidos Anual sin compactar	2285.97	tn/año
Generación de Residuos Sólidos Acumulada sin compactar	39979.36	tn
Volumen de RSM Compactado Anual	3809.95	m3/año
Volumen de RSM Compactado Acumulado	66632.26	m3
Volumen de Material de Cobertura Anual (20%)	761.990	m3/año
Volumen de Material de Cobertura Acumulado (20%)	13326.460	m3
Volumen del Relleno Sanitario Anual	4571.94	m3/año
Volumen del Relleno Sanitario Acumulado	79958.72	m3
Área del Relleno Sanitario		
Factor de incremento para vías de acceso (20 a 40%)	20	%
Área para vía de acceso libre	5330.58	m2
Área Requerida mínima	31983.49	m2
Área Requerida mínima	3.200	Ha

Fuente: propia

c) Resumen de áreas para la infraestructura de tratamiento de Residuos Sólidos Municipales

Finalmente hemos hallado las áreas de planta de residuos inorgánicos con un área de 0.0502ha, planta de residuos sólidos con un área de 0.510ha, zona administrativa con unas áreas de 0.220ha y finalmente un relleno Sanitario con un área de 3.20 ha. Dando como área total 3.98 ha.

Tabla 9: Resumen de áreas

Resumen de áreas		
Planta de Residuos Inorgánicos	0.0502	ha
Planta de Residuos Orgánicos	0.510	ha
Relleno Sanitario	3.200	ha
Área administrativa y auxiliares	0.220	ha
Área total	3.980	ha

Fuente: propia

3.4 Cálculo de capacidad útil

Tabla 10: Cálculo de capacidad útil

Cálculo de la capacidad útil de diseño (CUD)		
Parámetro/Fórmula	Cantidad	Unidad
Longitud superior (**ls**)	180.00	m
Ancho superior (**as)**	150.00	m
Área superior (**As)= ls x as**	27000.00	m2
Altura = **h**	3.00	m
Talud (**S**)	1/2	m
Largo inferior (**li**)=**ls-2 x hxS**	177.00	m
Ancho inferior (**ai**) = **as-2 xhxS**	147.00	m
Área inferior (**Ai**)= **li x ai**	26019	m2
VUD= ((As+Ai)/2)*h	**79528.50**	m3

Fuente: propia

Tabla 11: Talud de corte

Características del suelo natural	Talud de corte (H:V)	Observación
Roca fija	1:10	Máximo hasta h = 10 m
	1:8	Cuando h > 10 m
Roca suelta	1:6-1:4	Máximo hasta h = 5 m
	1:4-1:2	Cuando h = 5 a 10 m
	1:2	Cuando h > 10 m
Conglomerado/grava	1:1-1:3	Cuando h <= 5 m
	1:1	Cuando h = 5 a 10 m
Tierra limo arcillosa o arcilla	1:1	Máximo hasta 10 m
Arena	2:1	Máximo hasta 5 m

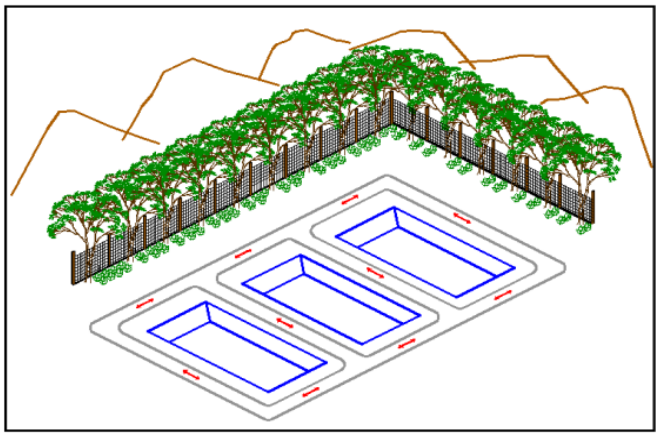
Fuente: Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales.

3.5 Diseño de trinchera del relleno sanitario

Para la disposición final de residuos sólidos se ha considerado el método de trinchera o zanja, dado que la zona del proyecto es de pendiente baja, y además no se encontró nivel freático en el

área. Así mismo, se diseñará una trinchera donde será la disposición final de los residuos sólidos. A continuación, se realizarán los cálculos correspondientes.

Figura 1: Método de trinchera o zanja



Fuente: Guía del MINAM

3.6 Cálculo de la capacidad volumétrica del relleno sanitario

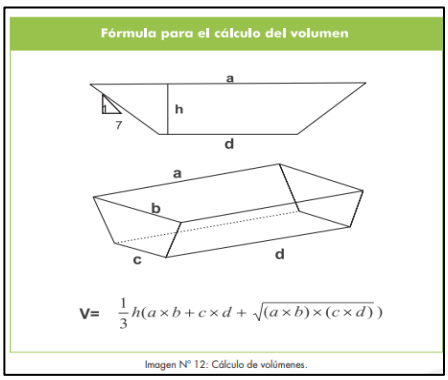
Dimensionaremos nuestro relleno sanitario, con la intención de hallar su capacidad volumétrica. Que cumpla con el volumen útil de diseño.

Tabla 12: Dimensionamiento del relleno sanitario

Cálculo de la capacidad volumétrica del Relleno Sanitario		
Dimensiones	Cantidad	Unidad
a: Largo superior	180.00	m
b: Ancho superior	150.00	m
d: Largo inferior	177.00	m
c: Ancho inferior	147.00	m
h: Altura	3.00	m
Volumen	80414.96	m3

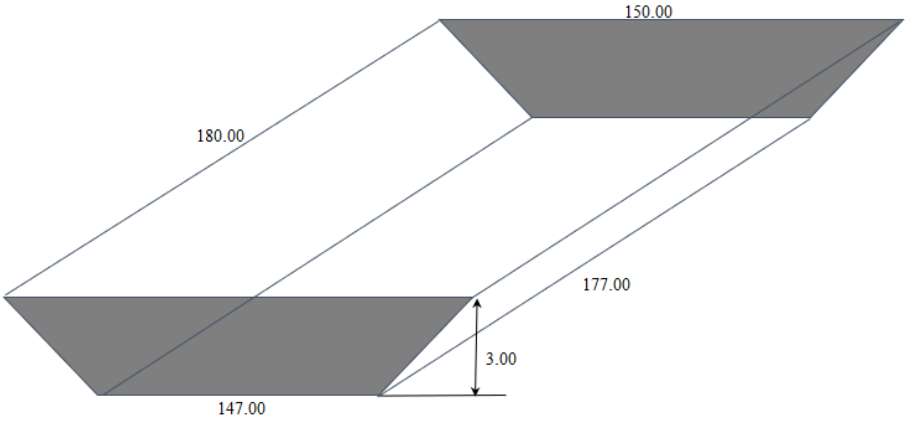
Fuente: propia

Figura 2: Dimensiones del método de trinchera o zanja



Fuente: Guía del MINAM

Figura 3: Dimensiones del Relleno Sanitario de RSM



Fuente: propia

3.7 Diseño de taludes

Según la clasificación SUCS encontrada para nuestro tipo de suelo, gracias al estudio de mecánica de suelos son: SC, SC-CM y CL. Teniendo en cuenta la guía del MINAM para suelos tipo arenoso y para profundidades menores a 5m le corresponde un talud de 2H:1V. Es por ello, que teniendo esta referencia no se solicitan estudios de estabilidad para determinar el talud.

Tabla 13: Taludes de corte para relleno sanitario

Características del suelo natural	Talud de corte (H:V)	Observación
Roca fija	1:10 1:8	Máximo hasta h = 10 m Cuando h > 10 m
Roca suelta	1:6-1:4 1:4-1:2 1:2	Máximo hasta h = 5 m Cuando h = 5 a 10 m Cuando h > 10 m
Conglomerado/grava	1:1-1:3 1:1	Cuando h <= 5 m Cuando h = 5 a 10 m
Tierra limo arcillosa o arcilla	1:1	Máximo hasta 10 m
Arena	2:1	Máximo hasta 5 m

Fuente: Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales.

3.8 Dimensiones de la celda diaria

La celda diaria se ha diseñado con la cantidad de residuos sólidos diarios y el material de la capa de cobertura que va de 20 a 25%. Este análisis de obtener sus dimensiones se realizará con la intención de economizar el área del relleno sanitario y por ende su vida útil.

Se ha considerado 1m de altura de celda diaria, en la siguiente tabla se resumen el análisis realizado. Los días laborales son 7 días porque la gestión de recolección de residuos en el

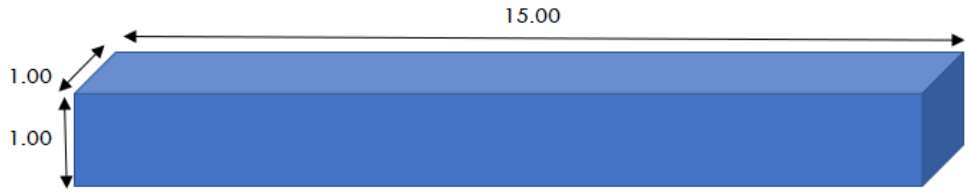
distrito de Pomalca es diaria. La densidad para RSM compactado teniendo un relleno sanitario semimecanizado es de 600 a 700kg/m3. Debe tenerse en cuenta que para Rellenos Sanitarios Semimecanizado la longitud del frente de trabajo diario es de 15m como referencia.

Tabla 14: Dimensiones de la celda diaria

Dimensiones de la celda diaria		
Parámetro	Valor	Unidad
Cantidad de RSM producidos en un día	6262.937	kg/día
Días hábiles	7	días
Cantidad media diaria de RSM	6262.937	kg/día
Densidad de los RSM recién compactados	600	kg/m3
Volumen de celda diaria	12.53	m3
Altura de celda diaria	1.00	m
Área de celda diaria	12.53	m2
Largo de celda diaria	15.00	m
Ancho de celda diaria	0.84	m
Dimensiones finales		
Largo de celda diaria	15.00	m
Ancho de celda diaria	1.00	m

Fuente: propia

Figura 4: Dimensiones de la celda diaria de RSM



Fuente: propia

3.9 Cálculo de material de cobertura

Posterior a obtener el volumen total anual de residuos sólidos del relleno sanitario, se calculó el volumen del material de cobertura diaria, según la guía del MINAM esta es un porcentaje de 20-25% de dicho volumen anual de residuos sólidos.

Para nuestro proyecto se consideró un 20% del volumen anual de residuos sólidos, para volumen del material de cobertura.

$$\mathrm{Vm.c} = \mathrm{Pm.c}(\%) * \mathrm{VAR}(\mathrm{m3/año})$$

Vm.c = Volumen del material de cobertura (m3/año)

Pm.c = Porcentaje de material de cobertura (20-25%)

VAR = Volumen anual de residuos sólidos (m3/año)

3.9.1 Material de cobertura diaria – Relleno Sanitario

Según la guía del MINAM se debe utilizar una cobertura diaria de 20cm de espesor para cubrir el avance de acopio de residuos sólidos en el relleno sanitario. Este valor coincide con el utilizado en el criterio del 20-25% de material de cobertura.

Tabla 15: Espesor de cobertura diaria, por tipo de relleno

COBERTURA DIARIA	RELLENO SANITARIO MANUAL	RELLENO SANITARIO SEMIMECANIZADO	RELLENO SANITARIO MECANIZADO
Espesor compactado de tierra de cobertura diaria	De 0,10 a 0,20 m	Aproximadamente 0,20 - 0,30 m	Aproximadamente 0,20 - 0,30 m

Fuente: Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales.

Tabla 16: Volumen de material de cobertura diaria para el Relleno Sanitario

Volumen de material de cobertura diaria		
Descripción	Valor	Unidad
Volumen de celda diaria de residuos	10.438	m3
Altura de celda diaria de residuos	1.00	m
Área de celda diaria de residuos	10.438	m2
Espesor de tierra de cobertura (20 - 30cm)	0.2	m
Volumen de material de cobertura de celda diaria	2.088	m3/día

Fuente: propia

El volumen de material de cobertura de celda diaria es de 2.1 m3/día.

Material de cobertura de capa final - Relleno Sanitario

Tabla 17: Taludes de corte para relleno sanitario

COBERTURA DIARIA	RELLENO SANITARIO MANUAL	RELLENO SANITARIO SEMIMECANIZADO	RELLENO SANITARIO MECANIZADO
Espesor compactado de tierra de sellado*	0,50 m	0,50 m	0,50 m

Fuente: Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales.

Tabla 18: Volumen de material de cobertura de capa final

Volumen de material de cobertura de capa final		
Descripción	Valor	Unidad
Área superior de relleno sanitario	26509.5	m2
Espesor de tierra de cobertura final	0.5	m
Volumen de material de cobertura final	13255	m3

Fuente: propia

3.9.2 Material de cobertura - pozo de lixiviados

Tabla 19: Volumen de material de cobertura para pozo de lixiviados

Volumen de material de cobertura del pozo de lixiviados		
Descripción	Valor	Unidad
Capacidad Volumétrica del pozo de lixiviados	112.10	m3
Cantidad de material de cobertura (20%-25%)	20	%
Volumen de material de cobertura total	22.42	m3

Fuente: propia

3.9.3 Material de cobertura total del Relleno Sanitario y pozo de lixiviados

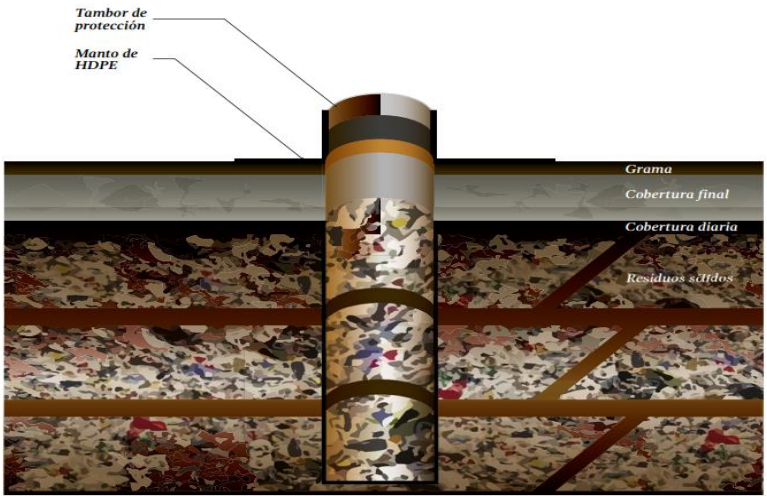
Tabla 20: Volumen de material de cobertura total para el relleno sanitario

Volumen de material de cobertura total		
Descripción	Valor	Unidad
Volumen de RSM compactado acumulado	66632.265	m3
Espesor de tierra de capa de cobertura diaria	0.2	m
Espesor de tierra de capa de cobertura final	0.5	m
Material de cobertura - Relleno Sanitario		
Volumen de material diario de cobertura acumulado	13326.46	m3
Volumen de material de cobertura de capa final	13254.75	m3
Material de cobertura - Pozo de lixiviados		
Volumen de material de cobertura	22.42	m3
Volumen de material de cobertura total	26603.63	m3

Fuente: propia

- El volumen de material de cobertura total para el Relleno Sanitario y pozo de lixiviados es de 26603.63 m3.
- El volumen de material de cobertura total solamente del Relleno Sanitario es de 26581.21 m3
- El volumen de material de cobertura del pozo de lixiviados del Relleno Sanitario es de 22.42m3

Figura 5: Material de cobertura diaria y cobertura final para el Relleno Sanitario



Fuente: Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales.

3.10 Ubicación de material de cobertura

Según nuestro estudio de permeabilidad del suelo mediante el ensayo de Lefranc nos dio una permeabilidad baja, esto también corrobora las tablas que hemos comparado con nuestra clasificación del suelo según SUCS que nos dio una permeabilidad pobre.

Tabla 21: Clasificación de los suelos según sus coeficientes de permeabilidad

Grado de permeabilidad	Valor de k (cm/seg)
Elevada	Superior a 10^{-1}
Media	$10^{-1} - 10^{-3}$
Baja	$10^{-3} - 10^{-5}$
Muy Baja	$10^{-5} - 10^{-7}$
Prácticamente impermeable	Menor de 10^{-7}

Fuente: Mecánica de Suelos

Los coeficientes de permeabilidad obtenidos en el campo mediante el ensayo in situ en los ocho sondeos, se puede apreciar en el siguiente cuadro.

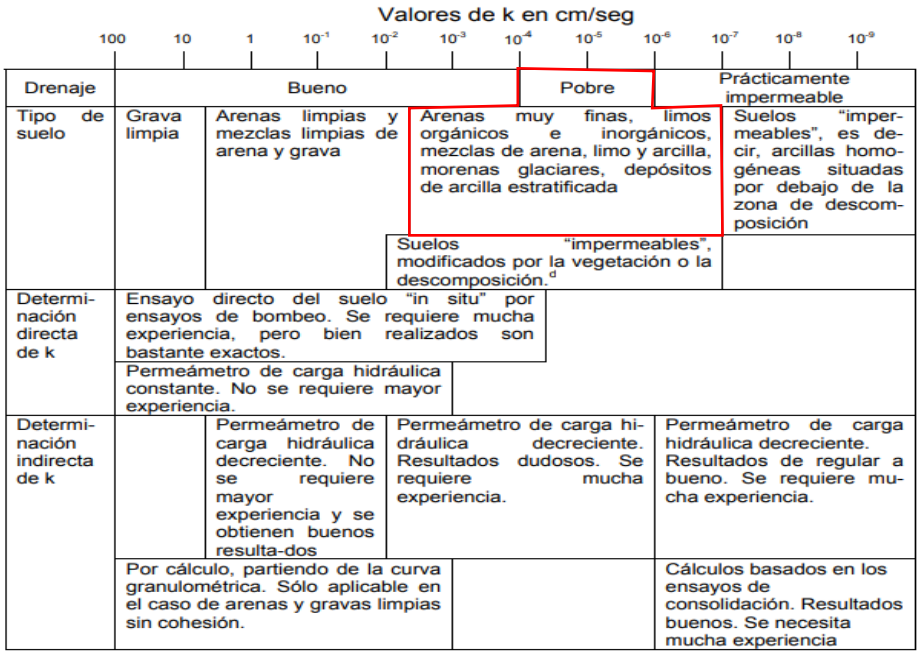
Tabla 22: Clasificación de los suelos obtenidos en el ensayo.

Clasificación del suelo de acuerdo a su coeficiente de permeabilidad			
Sondeo	K	Permeabilidad	Área del proyecto
S1	6.77E-04 cm/seg	Baja	Área inicial contigua a la planta de tratamiento de residuos sólidos.
S2	8.93E-04 cm/seg	Baja	
S3	4.66E-04 cm/seg	Baja	
S4	4.45E-04 cm/seg	Baja	Área del Relleno Sanitario.
S5	6.08E-04 cm/seg	Baja	
S6	7.39E-04 cm/seg	Baja	

Fuente: Propia.

Así mismo, según nuestra clasificación de suelos obtenida en el estudio de mecánica de suelos, podemos hacer la comparación de acuerdo a esta clasificación con el coeficiente de permeabilidad.

Tabla 23: Clasificación de la permeabilidad de acuerdo al (k)



Fuente: Mecánica de suelos en la ingeniería práctica

Tabla 24: Suelos encontrados

CALICATA	TIPO DE SUELO
C1	SC – ARENAS ARCILLOSAS
C2	CL – ARCILLAS DE MEDIANA PLASTICIDAD
C3	SC – ARENAS ARCILLOSAS
C4	SC-SM – ARENAS LIMOARCILLOSAS
C5	SC-SM – ARENAS LIMOARCILLOSAS
C6	SC – ARENAS ARCILLOSAS
C7	CL – ARCILLAS DE MEDIANA PLASTICIDAD
C8	SC – ARENAS ARCILLOSAS

Fuente: propia

- Es decir, el suelo que podemos extraer de las trincheras construidas puede ser usadas para material de cobertura final tanto para el relleno sanitario como para la poza de lixiviados adicionándola una cobertura cama de geomembrana y geotextil.
- Para la cobertura diaria puede ser usada combinando el suelo del proyecto con material de arcillas homogéneas que son prácticamente impermeables.

3.10.1 Referencias de ubicación de material de cobertura

La ubicación del suelo ensayado es en lugar del proyecto. Sin embargo, para tener un mejor material de cobertura se referenciará lugares donde se han realizado ensayos de permeabilidad cumpliendo con el coeficiente pedido.

Según MINAM en su guía de diseño de Relleno Sanitario se debe considerar para cobertura del relleno sanitario y poza de lixiviados un coeficiente de permeabilidad máximo de 1x10^-6 cm/seg. Es por ello, que citaremos los siguientes lugares:

Según [1] realizó el ensayo de permeabilidad de suelos cohesivos ASTM D5084-90. En un suelo arcilloso localizado en la ciudad de Lambayeque con las siguientes coordenadas 620167.53E, 9259835.6N, este lugar tiene una distancia con nuestro proyecto de 25.5 km. A continuación, se presenta el resultado que obtuvo ese autor al realizar su respectivo ensayo.

Tabla 25: Resultado del coeficiente de permeabilidad (K)

Ensayo de Conductividad Hidraulica				
Ensayo	1	2	3	Unidad
Area de seccion de bureta	15.49	15.49	15.49	cm2
Carga hidraulica (h1)	1606.5	1606.5	1605.8	cm
Carga hidraulica (h2)	1606	1605.6	1604.3	cm
Tiempo (t)	8500	15060	27840	seg
Temperatura en el ensayo (T)	25	25	25	°C
Coeficiente (k)	2.56E-07	2.28E-07	2.13E-07	cm/seg
Coeficiente de Conductividad Hidraulica a 20°C			2.07E.07	cm/seg

Fuente: Diseño de la infraestructura para la disposición final de residuos sólidos municipales para el distrito de Mórrope, provincia y departamento de Lambayeque, 2018 [1].

- Se observa que el coeficiente de permeabilidad que se calculó en este suelo del distrito de Lambayeque, cumple con lo indicado en la guía del MINAM.

Según [2] realizó el ensayo de permeabilidad Triaxial. En un suelo arcilloso localizado en la ciudad de Pátapo con las siguientes coordenadas 654332.592E, 9258403.530N, este lugar tiene una distancia con nuestro proyecto de 27 km. A continuación, se presenta el resultado que obtuvo ese autor al realizar su respectivo ensayo.

Tabla 26: Resultado del coeficiente de permeabilidad (K)

	C1-M1
Profundidad	0.00 - 1.50 m
Coeficiente (k)	1.66E-08 cm/seg

Fuente: Diseño de la infraestructura de disposición final de residuos sólidos municipales del distrito de Pátapo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque [2].

- Se observa que el coeficiente de permeabilidad que se calculó en este suelo del distrito de Pátapo, cumple con lo indicado en la guía del MINAM.

Según [3] realizó el ensayo de permeabilidad de suelos cohesivos ASTM D5084-90. En un suelo arcilloso localizado en la ciudad de Chongoyape, con las siguientes coordenadas 673910.00E, 9262308.00N, este lugar tiene una distancia con nuestro proyecto de 50 km. A continuación, se presenta el resultado que obtuvo ese autor al realizar su respectivo ensayo.

Tabla 27: Resultado del coeficiente de permeabilidad (K)

PRUEBA DE PERMEABILIDAD CELDA TRAXEAL	
N° DE CALICATA	C-01
PROFUNDIDAD (m)	0.10- 1.50m
Tipo de Suelo	CL
Altura inicial del agua, (h1)	42.00
Altura final del agua, (h2)	39.98
Altura de la Muestra cm, (L)	8.00
Tiempo Promedio Cinco mediciones, (horas)	480
Tiempo Promedio Cinco mediciones, (seg)	1728000
K= 2.3 L/t log(h1/h2) , cm/s	0.000000228
Permeabilidad (cm/seg)	2.28E-07

Fuente: Diseño de una planta de tratamiento de residuos sólidos para su adecuada disposición final en el distrito de Chongoyape-Chiclayo-Lambayeque 2020 [3].

- Se observa que el coeficiente de permeabilidad que se calculó en este suelo del distrito de Lambayeque, cumple con lo indicado en la guía del MINAM.

- Figura 6: Lugares referenciados del coeficiente de permeabilidad

- Fuente: Elaboración propia respecto a referencias de ensayos.

Finalmente, respecto a la ubicación del material de cobertura tenemos la siguiente tabla:

Tabla 28: Resumen de coeficiente de permeabilidad

Lugar	Coordenadas		K (cm/seg)	Distancia al lugar del proyecto
	Este	Norte		
Lambayeque	620167.53	9259835.6	2.13*10^-7	25.5 km
Pátapo	654332.592	9258403.53	1.66*10^-8	27 km
Chongoyape	673910	9262308	2.28*10^-7	50 km

Fuente: Elaboración propia respecto a referencias de ensayos

Como se puede observar de estas tres comparaciones el lugar más cercano con respecto al material de cobertura es Lambayeque.

3.11 Diseño del sistema del Drenaje Pluvial

Se calculó el diseño del canal del drenaje pluvial, siendo este de la forma de un trapecio. El material que se tomó en cuenta es el concreto, su rugosidad de este material es de 0.0014. Así mismo se trabajó con los datos principales para poder obtener posteriormente los resultados.

Mencionar que se apoyó mediante el software Hcanales versión 3.0, el cual nos ayudó a calcular los parámetros necesarios. Teniendo dichos parámetros se usó para dimensionar finalmente el canal del drenaje pluvial.

Las dimensiones finales que se presentan en el cálculo del diseño del drenaje pluvial son aumentadas en 10cm sus dimensiones, dado que se tiene en cuenta el espesor del concreto siendo este de 5cm en cada pared del canal trapezoidal.

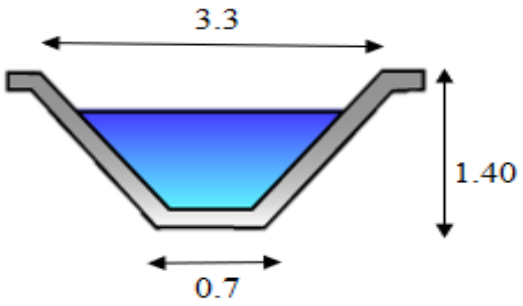
La pendiente es según el material de la zona, en el área del proyecto es suelo firme por ser areno arcilloso, limo arcilloso y areno limosos, es por ello que la pendiente es 1:1.

Tabla 29: Cálculo del drenaje pluvial

Sistema de Drenaje Pluvial		
Datos	Valor	Unidad
Caudal (Q):	3.64	m3/s
Ancho de solera (b):	0.6	m3/s
Talud (Z):	1	
Rugosidad, concreto (n):	0.0014	
Pendiente (S):	0.001	m/m
Parámetros		
Tirante normal (y):	1.26	m
Perímetro (p):	4.18	m
Radio Hidráulico (R):	0.56	m
Velocidad (v):	1.54	m/s
Área hidráulica (A):	2.36	m2
Espejo hidráulico (T):	3.13	m
Número de Froude (F):	0.57	
Tipo de flujo:	Subcrítico	
Dimensiones Finales		
Altura	1.40	m
Base superior	3.3	m
Base inferior	0.7	m
Talud (Z):	1	
Área:	2.8	m2

Fuente: propia (Hcanales)

Figura 7: Dimensiones finales del canal del drenaje pluvial



Fuente: propia

3.12 Generación de lixiviados

3.12.1 Cálculo de la generación de lixiviados

Para el cálculo de la generación de lixiviados se empleó el método Suizo. El cual siguiendo el proceso de las fórmulas y sus parámetros hallamos el caudal de lixiviados para posterior a ello hallar el volumen diario.

Así mismo, este método utiliza los siguientes parámetros en su cálculo: caudal medio de lixiviado, precipitación media anual, área superficial del relleno, número de segundos en un año, coeficiente que depende del grado de compactación de la basura.

Se debe tener en cuenta que se está calculando el caudal del lixiviado producido en el relleno sanitario. El caudal, volumen y dimensionamiento de la generación de lixiviados de la planta de compostaje ya fue realizado.

$$\boldsymbol{Q = (1/t)PxAxK}$$

Tabla 30: Cálculo de la generación de lixiviados del Relleno Sanitario.

Cálculo de la generación de lixiviados del Relleno Sanitario		
Datos	Valor	Unidad
P: precipitación media anual	45.03	mm/año
A: área superficial del relleno	31983.49	m2
T: Número de segundos en un año	31536000	seg/año
K: Grado de compactación de la basura	0.2	
Q: Caudal medio de lixiviado	0.009134	l/seg
Q: Caudal medio de lixiviado	789.21	L/día
Q: Caudal medio de lixiviado	0.79	m3/día

Fuente: propia

Hallaremos el volumen de lixiviados que se generará, como Pomalca es una zona de la costa, no es frecuente en el tiempo las precipitaciones pluviales. Estos meses de lluvia se da generalmente en temporada para acabar verano o meses de inicios de años. En la siguiente tabla se muestra el cálculo del volumen de los lixiviados del relleno sanitario.

Tabla 31: Cálculo del volumen de lixiviados del Relleno Sanitario.

Cálculo del volumen de lixiviados del Relleno Sanitario		
Q: Caudal medio de lixiviado	23.68	m3/mes
T: Número máximo de meses de lluvias	3.00	meses
V: Volumen de lixiviados que se almacenará	71.03	m3

Fuente: propia

3.12.2 Diseño de poza de lixiviados

Una vez hallado el volumen de generación de lixiviados, se dimensiona la poza de almacenamiento temporal de lixiviados. Para ello usaremos el método de trinchera y usando el cálculo del volumen, se podrá estimar el volumen de recepción que tendrá esta poza. Utilizaremos la siguiente fórmula recomendada por la guía del MINAM.

$$Volumen = \frac{1}{3}H(A * B + C * D + \sqrt{(A * B) * (C * D)}\,)$$

Donde:

a = Largo de base mayor o de trinchera

b = Ancho de base mayor o de trinchera

c = Ancho de base menor o de trinchera

d = Largo de base menor o de trinchera

h = Altura de trinchera

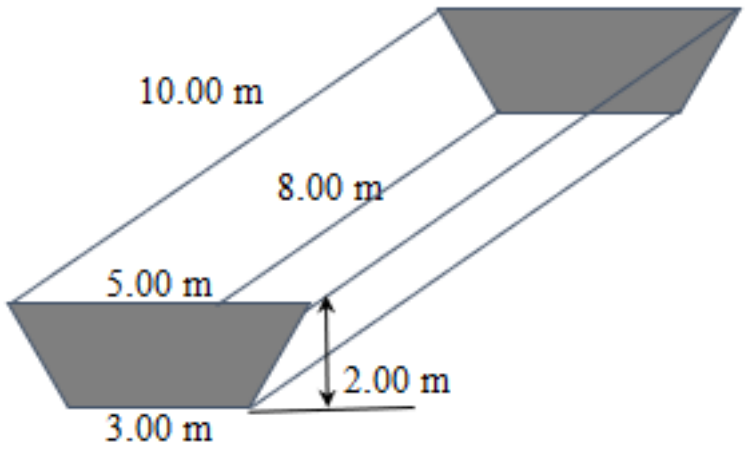
V= Volumen de trinchera

Tabla 32: Capacidad volumétrica del pozo de lixiviados

Cálculo de la capacidad volumétrica del pozo de lixiviados		
Dimensiones	Cantidad	Unidad
a: Largo superior	10.00	m
b: Ancho superior	5.00	m
d: Largo inferior	8.00	m
c: Ancho inferior	3.00	m
h: Profundidad	2.00	m
Volumen	72.40	m3

Fuente: propia

Figura 8: Dimensiones de la poza de lixiviados del relleno sanitario



Fuente: propia

3.12.3 Drenaje interior de lixiviados

Tabla 33: Método para los drenes de lixiviados

MÉTODO DE DISTRIBUCIÓN	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN
Espina de pescado	La superficie base del relleno sanitario tiene pendiente de escurrimiento en sentido longitudinal (mínimo 2,0 %) y relieve horizontal en sentido transversal.	Dren principal en sentido longitudinal. Drenes secundarios en sentido transversal (formando ángulos de 30° a 45° respecto del dren principal).
Drenes perpendiculares	La superficie base del relleno sanitario se habilita con pendientes de escurrimiento en los sentidos longitudinal y transversal (mínimo 2,0 % en ambas direcciones).	Dren principal en sentido longitudinal. Drenes secundarios en sentido transversal (formando ángulos de 90° respecto del dren principal).

Fuente: Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales.

3.13 Cálculo de la generación de gases

Para el cálculo de la generación de gases se ha tomado en cuenta los siguientes parámetros: contenido de carbono orgánico en la basura, temperatura dentro del cuerpo de la basura, constante de biodegradación. Finalmente hallando la generación máxima de gases. Es por ello que se utilizará la siguiente fórmula y en la siguiente tabla se muestra el resumen del cálculo seguido.

$$\boldsymbol{Gmax = 1.868 * (C.org) * (0.014T + 0.28) * (1 - Kt)}$$

Tabla 34: Cálculo de generación de gases del relleno sanitario

Cálculo de la generación de gases del Relleno Sanitario		
Datos	Valor	Unidad
C: Contenido de carbón orgánico en la basura (17-22%)	22.00	%
T: Temperatura dentro del cuerpo de la basura	33.00	°C
K: Constante de biodegradación (0.035-0.04)	0.04	
Gmáx: Generación máxima de gas	29.3	

Fuente: propia

3.14 Chimenea para gases

Siguiendo la guía del MINAM, “Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos Municipales”, hemos tomado estos parámetros de acuerdo a nuestro tipo de relleno sanitario, en este caso es un relleno semimecanizado.

Se diseñará para el monitoreo y tratamiento de los gases ocurridos en la descomposición de los residuos a lo largo del tiempo de vida útil, chimeneas verticales que van a conectarse con los drenes longitudinales que transportan los lixiviado.

Tabla 35: Distribución de drenes verticales para gases: distribución en el terreno

TIPO DE RELLENO SANITARIO	DISTRIBUCIÓN DE DRENES VERTICALES*
Manual	Cada 15 m (Área de influencia = 225 m²)
Semimecanizado	Cada 30 m (Área de influencia = 900 m²)
Mecanizado	Cada 30 m (Área de influencia = 900 m²)

Fuente: Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales

Tabla 36: Parámetros de construcción de chimenea para gases

Parámetros para chimenea de gases	
Descripción	Información
Método de construcción	Construida con malla metálica con esquinas de madera, tipo gavión, rellenada con piedras de tamaño mediano
Sección de chimenea	Sección cuadrada
Ancho de chimenea	0.40 m
Área de Chimenea	0.16m2
Relleno de chimenea	Rellena con piedra bola o grava, que contenga no contengan cal para evitar su descomposición
Dimensiones de la piedra	Tamaño mediano, 5 a 10" de diámetro
Distancia entre chimeneas	Cada 30m (área de influencia 900m2)

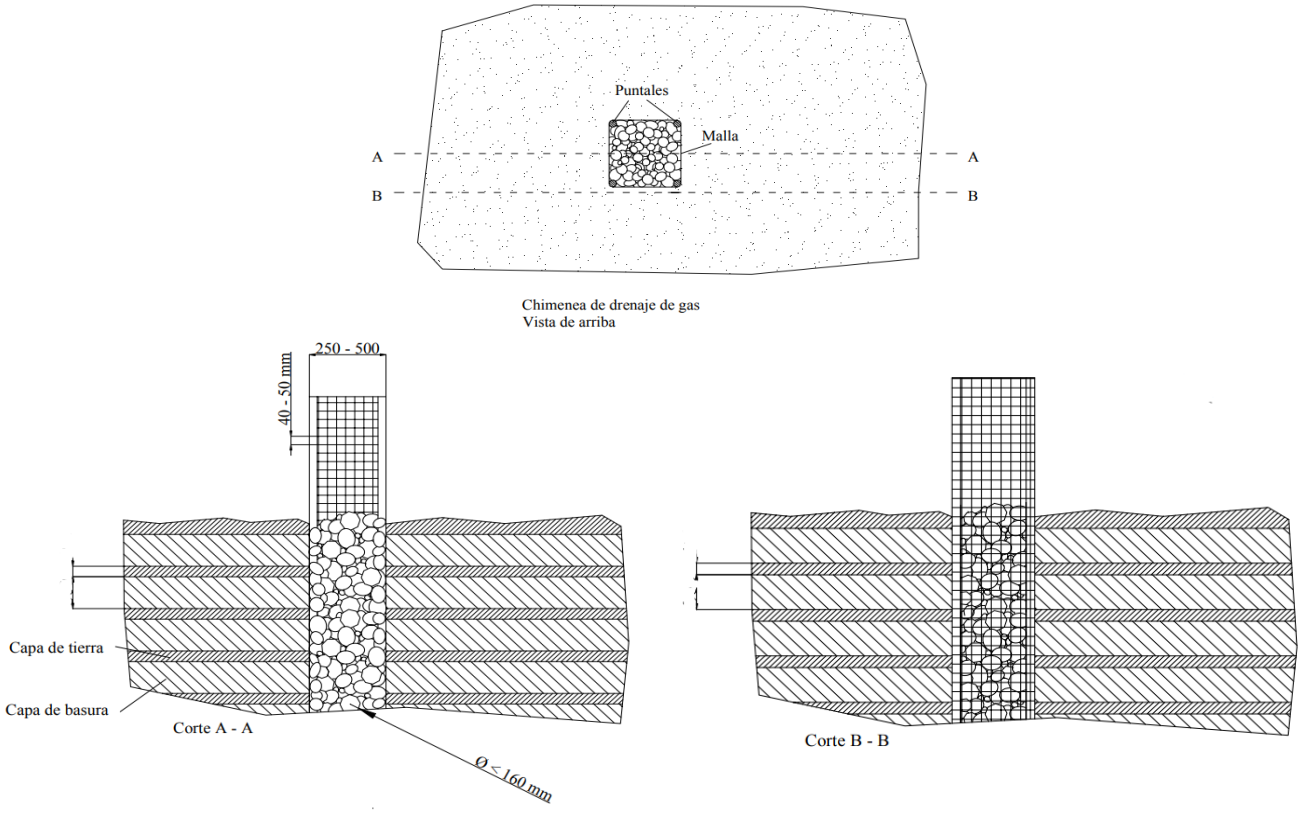
Fuente: Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales

Tabla 37: Cantidad de chimeneas a construir

Cantidad de chimeneas de gases	
Descripción	Información
Distancia entre chimeneas	Cada 30m (área de influencia 900m2)
Área del relleno	32000 m2
Cantidad de chimeneas de gases	23

Fuente: Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales

Figura 9: Chimenea vertical para generación de gases del Relleno Sanitario.



Fuente: Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales de Loja

3.15 Pozo de monitoreo

Se construirá 04 pozos de monitoreo de las aguas subterráneas y estarán a 4m de profundidad. El material será de PVC según la Norma Técnica Peruana 399.033, y esta será de 6” de diámetro, cerca de la poza de lixiviados y al relleno sanitario. En la base estará compuesta por grava de 2 a 4mm con la intención de facilitar la captación del fluído a través de la tubería con perforaciones a ese nivel. En la parte superior de la tubería debe instalarse una tapa de concreto con la intención de dar facilidad a la toma de muestras.

Los pozos de monitoreo de aguas subterráneas se instalarán dos (02) aguas arriba y dos (02) aguas debajo de la ubicación del relleno sanitario.

Tabla 38: Medidas de los pozos de monitoreo de aguas subterráneas

Pozo de Monitoreo		
Datos	Valor	Unidad
Cantidad de tuberías	4.00	unidades
Diámetro de tubería	6.00	pulg
Altura de Pozo	4.00	m
Altura de Grava	1.00	m

Fuente: propia

4. Conclusiones

- La generación de R. S solo de residuos no aprovechables al año 2041 es de 1533.13 ton/año.
- El 15% volumen transportado de R. S no reciclables de la planta de Reciclaje al Relleno Sanitario al año 2041 es de 3861.18 m3.
- El 15% volumen transportado de R. S no compostable de la planta de Compostaje al Relleno Sanitario al año 2041 es de 8264.79 m3.
- El Relleno Sanitario recibirá 15% de residuos no compostables y no reciclables de dichas plantas llegando un volumen R. S total al 2041 de 79958.725 m3.
- El área del Relleno Sanitario es de 3.2 ha
- El método de diseño que se aplicará para el Relleno Sanitario es mediante Trinchera o zanja.
- Dimensiones de la capacidad volumétrica del Relleno Sanitario: largo superior es de 180m, ancho superior es de 150 m, largo inferior es de 177 m, ancho inferior es de 147 y una profundidad de 3 m.
- El talud de corte para el R. Sanitario y la poza de lixiviados será de 2:1 (H: V)
- Dimensiones de la celda diaria: largo es de 15m, ancho y alto es de 1m.
- Nuestro suelo tiene una permeabilidad baja, sin embargo, no es impermeable como nos pide el MINAM en guía de construcción del Relleno Sanitario.
- El lugar referenciado de material de cobertura óptima es en: Lambayeque, Pátapo y Chongoyape, cumpliendo con lo que nos pide el MINAM. Siendo el más cercano Lambayeque.

- El volumen de material de cobertura total para el Relleno Sanitario y pozo de lixiviados es de 26603.63 m3.
- Las dimensiones de la sección transversal del del drenaje pluvial: altura de 1.40m, base superior de 3.30m, base inferior de 0.7, talud de 1 y el área de 2.8 m2.
- El caudal de la generación de lixiviados del Relleno Sanitario es de 0.71 m3/día.
- El volumen total que almacenará la poza de lixiviados es de 71.03 m3.
- Las dimensiones de la poza de lixiviados: largo superior de 10m, ancho superior de 5m, largo inferior de 8m, ancho inferior de 3m y profundidad de 2 m.
- Las dimensiones de la chimenea de generación de gases: lados de 0.4m y área de 0.40 m2
- El área de influencia de cada chimenea es de 900 m2
- La cantidad de chimeneas para la generación de gases es de 23 unidades.
- Se considerarán 04 pozos de monitoreo o piezómetros.

5. Recomendaciones

- Es importante saber si se realizará la valorización de residuos aprovechables para hacer un cálculo de área y volumen adecuado del Relleno Sanitario.
- Tener en cuenta que la productividad de las plantas de tratamiento de residuos aprovechables está en un 85 a 90% según especialistas.
- Ese 15% de no productividad se debe a razón de la no segregación correctamente, en las cuales llegando a las plantas de valorización se debe separar ello.
- Los estudios previos tales como, estudio hidrológico, de mecánica de suelos, topografía ayudarán a tomar la mejor decisión sobre la metodología de construcción del relleno Sanitario.

6. Referencias

[1] J. A. Castro Martinez, «Diseño de la infraestructura para la disposición final de residuos sólidos municipales para el distrito de Mórrope, provincia y departamento de Lambayeque, 2018,» Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, 2021.

[2] M. E. Cavero Santa Cruz, «Diseño de la infraestructura de disposición final de residuos sólidos municipales del distrito de Pátapo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque,» Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, 2021.

[3] E. I. Davila Diaz, «Diseño de una planta de tratamiento de residuos sólidos para su adecuada disposición final en el distrito de Chongoyape-Chiclayo-Lambayeque 2020,» Universidad Católica Santo Toribio de Morovejo, Chiclayo, 2021.

[4] W. Lambe y R. Whitman, Mecánica de suelos, México: Limusa, 2012.

[5] K. Terzaghi y R. Peck, Mecánica de suelos en la ingeniería práctica, New York: El ateneo S.A, 1955.

ANEXO 09

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Resumen ejecutivo

La presente evaluación de Impacto Ambiental ha sido desarrollada para evaluar en las tres etapas: construcción, funcionamiento y cierre, del proyecto "diseño de la infraestructura para el tratamiento de residuos sólidos del distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque". Dicha evaluación será fundamentada en las normas ambientales vigentes.

a) Breve explicación del proyecto

Esta evaluación está comprendida en el distrito de Pomalca, para el proyecto de la planta de tratamiento. La topografía de la zona es llana, con poca pendiente, formándose en tiempos de vientos fuertes dunas de diferentes tamaños.

En la actualidad el área en estudio es usado como botadero a cielo abierto, perjudicando a la población que se moviliza por esa zona y además a los factores ambientales de dicho lugar. Por otro lado, el objetivo de este estudio es reconocer, proyectar y determinar los posibles impactos ambientales que se generarán en las diferentes fases del proyecto de investigación. En sus dos fases principales, de construcción, funcionamiento y cierre.

b) Marco legal que certifique el desarrollo de la evaluación de impacto ambiental

Esta evaluación tiene como sustento legal a los siguientes artículos de nuestra Constitución Política del Perú: 2°, 66° y 67°. Así mismo, también se fundamenta en las siguientes leyes: El código Penal, Ley General del Ambiente, Ley del sistema nacional de evacuación de impacto ambiental, Ley de la evaluación del impacto ambiental, ley general de aguas y la ley orgánica de municipalidades. Estas leyes y normas, respaldan la importancia de la evaluación de impacto ambiental y además cuidar los factores ambientales.

c) Demarcación del área de influencia directa e indirecta

Basándose en conocimientos técnicos y comunitarios, hemos delimitado el área de influencia directa e indirecta del proyecto, teniendo lo siguiente:

Este proyecto tiene como área de influencia directa el entorno próximo considerando 200 m al contorno de la zona de estudio. En este efecto consideramos a la población que se traslada por la trocha cerca de la zona y a los pobladores recolectores de residuos sólido.

Este proyecto tiene como área de influencia indirecta: el distrito de Pomalca, los caserío y centros poblados cerca: Collud, Ventarrón, Anex. Pampa de Aviación, Anex. San Pablo y San Luis.

d) Presencia física

EXTENCIÓN Y UBICACIÓN	Pomalca tiene una extensión de 8035 ha (80.35 km2) a 7km de la ciudad de Chiclayo. El área del proyecto tiene una extensión de 29.01 ha (0.27km2) a 4km Sureste de la ciudad de Pomalca.
CLIMA	Clima seco durante el año generalmente.
TEMPERATURA	Rango de temperatura entre 17°C a 31°C. La temperatura promedio del distrito es de 27.9°C
HIDROLOGÍA	Pertenece a la cuenca Chancay - Lambayeque
GEOMORFOLOGÍA	Característica de los valles de la costa norte, es decir, el relieve es plano.
GEOLOGÍA	Depósito aluvial, eólico reciente y adamelita (Qr-al, Qr-e y KTi-ad).
ALTURA	Se encuentra ubicado a 48 m.s.n.m

e) Aspecto Biológico

FLORA	Algarrobos, totora, chope, zapote, faiques, etc.
FAUNA	Patos, palomas, chilalas garzas, búhos, etc.

f) Aspecto Socioeconómico

POB. ECONÓMICA ACTIVA (PEA)	El 48.69% se dedican a la actividad de servicios
PRINC. ACT. DE LA POBLACIÓN	Actividades de servicios, comercio, agricultura, ganadería, otros.
RECURSO CON QUE CUENTA	Reservorio de agua, Centros turísticos: Ventarrón, Collud, centros recreativos, huacas, etc.
POBLACIÓN	Población al 2017 es de 25634 hab. Densidad poblacional 313.99 hab/km2

g) Reconocimiento y distinción de los probables impacto ambientales y sociales

ETAPA	IMPACTOS POSITIVOS		IMPACTOS NEGATIVOS	
	Factor	**Motivo**	**Factor**	**Motivo**
CONSTRUCCIÓN	Empleo	Demanda de trabajo en la construcción del proyecto.	Aire (partículas en suspensión)	La limpieza y movimiento de tierra genera partículas en suspensión
	Calidad de Vida	Limpieza del botadero, evitando la contaminación a la salud y medio ambiente.	Aire (nivel de ruido)	La utilización de maquinaria y del mismo personal genera el aumento del sonido.
FUNCIONAMIENTO	Salud y seguridad	Proceso técnico y seguro para la población	Aire (emisión de gases)	Al trasladarse las movilidades, al recolectar, y combustión de gases
	Empleo	Generación de empleo en todas sus áreas	(partículas en suspensión)	Las partículas de los residuos.
CIERRE	Paisaje urbano	Mejoramiento de la zona, diseño amigable con el ambiente y la sociedad	-----	----------
	Salud y seguridad	Diseño de cierre en beneficio con la salud de la población	-----	----------

Fuente: propia

1. Objetivos

1.1. Objetivo General

Reconocer, proyectar y determinar los posibles impactos ambientales que se generarán en las diferentes fases del proyecto de investigación. En sus dos fases principales, de construcción, funcionamiento y cierre.

1.2. Objetivos Específicos

- Definir los factores ambientales probablemente perjudicados.
- Realizar la matriz de Leopold de identificación de impactos.
- Dar de conocimiento los efectos generados a los factores ambientales analizados, para verificar un proyecto idóneo respetando la sostenibilidad ambiental.

2. Marco legal

Se hace un breve análisis y comentario de las normas que tienen como objetivo principal ordenar las actividades económicas dentro del marco de la conservación ambiental, así como promover y regular el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y no renovables.

3.1. Normativa general

• Lineamientos de Política Internacional

Mediante el Acta firmada en setiembre del 2000, por 189 estados de la Declaración del Milenio, siendo el Perú parte de este acuerdo, se comprometen a Garantizar La Sostenibilidad Del Medio Ambiente, dentro del cual busca reducir a la mitad el porcentaje de personas que carecen de acceso al agua potable.

• Lineamiento de Política Nacional

El gobierno del Perú, el 22 de julio de 2002 suscribe un acta del acuerdo nacional en el cual contempla como objetivo estratégico el acceso universal a los servicios de salud y a la seguridad social, que se encuentra relacionado con el abastecimiento y acceso a agua potable y alcantarillado.

Mediante el Decreto Supremo N.º 054-2011-PCM - Aprueban el Plan Estratégico de Desarrollo Nacional denominado: PLAN BICENTENARIO: El Perú hacia el 2021, con el objetivo de lograr un acceso universal de la población a los servicios de agua y saneamiento.

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento de acuerdo con su Ley de Organización y Funciones, Ley N.º 27792, formula, aprueba, dirige, ejecuta y supervisa las políticas de alcance nacional en materia de vivienda, urbanismo, construcción y saneamiento.

Mediante Ley N.º 26338, Ley General de Servicios de Saneamiento, se declaró a los servicios de saneamiento de necesidad y utilidad pública y de preferente interés nacional, cuya finalidad es proteger la salud de la población y el ambiente; estableciendo que la prestación de los servicios de saneamiento comprende la prestación regular de los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial, y disposición sanitaria de excretas, tanto en el ámbito urbano como rural.

Los artículos 11 y 164 del Texto Único Ordenado del Reglamento de la Ley General de los Servicios de Saneamiento, aprobado con Decreto Supremo N.º 023-2005-VIVIENDA, señalan que corresponde al Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, como Ente Rector del Sector Saneamiento, entre otros, formular, normar, dirigir, coordinar, ejecutar y supervisar la política nacional y acciones del sector en materia de saneamiento y evaluar permanentemente sus resultados, generando las condiciones para el acceso a los servicios de saneamiento en niveles adecuados de calidad y sostenibilidad en su prestación, en especial de los sectores de menores recursos económicos, promoviendo la educación sanitaria de la población programas de asistencia técnica y financiera para la provisión de los servicios de saneamiento adecuados a cada Centro Poblado rural y para la implementación de los mismos; y, que se define como Centro Poblado rural a aquel que no sobrepase de dos mil habitantes.

Que, de acuerdo con los resultados de la Encuesta Nacional de Programas Estratégicos - ENAPRES, realizada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI, en el año 2010, aproximadamente el 61% de la población rural carecía de acceso al agua potable y 79% de acceso al alcantarillado y otras formas de disposición sanitaria de excretas; por lo cual, considerando la población proyectada a partir del Censo 2007, en dicho año más de 5 millones de personas del ámbito rural no cuentan con acceso al agua potable y más de 6 millones de personas no cuentan con servicios de alcantarillado o acceso a disposición sanitaria de excretas.

El artículo 38 de la Ley N.º 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo, establece que los programas son estructuras funcionales creadas para atender un problema o situación crítica, o implementar una política pública específica en el ámbito de competencia de la entidad a la que pertenecen. Mediante Informe N.º 014-2011-PCM-SGP.CGB, la Secretaría de Gestión Pública de la Presidencia del Consejo de Ministros, opinó favorablemente sobre la creación del Programa Nacional de Saneamiento Rural y de conformidad con lo dispuesto en el

numeral 8) del artículo 118 de la Constitución Política del Perú, y el numeral 3) del artículo 11 de la Ley N.º 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo y con voto aprobatorio del Consejo de Ministros decreta la Creación del Programa Nacional de Saneamiento Rural en el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, el Programa Nacional de Saneamiento Rural, bajo el ámbito del Viceministerio de Construcción y Saneamiento.

El objetivo del Programa y líneas de intervención son:

- Mejorar la calidad, ampliar la cobertura y promover el uso sostenible de los servicios de agua y saneamiento en la Población rural del País.

Las líneas de intervención del Programa se orientan prioritariamente a lo siguiente:

- Construcción rehabilitación y/o ampliación de infraestructura de agua y saneamiento.
- Implementación de soluciones tecnológicas no convencionales para el acceso al agua potable.
- Instalación de sistemas de disposición de excretas.
- Fortalecimiento de capacidades en los gobiernos regionales y locales, las organizaciones comunales y la población, para la gestión, operación y mantenimiento de los servicios.
- Fortalecimiento de capacidades en los gobiernos regionales y locales para la identificación, formulación y ejecución de planes, programas y proyectos de inversión en saneamiento rural.
- Fortalecimiento de la educación sanitaria en la población beneficiaria.

Mediante Decreto Supremo N°002-2012-Vivienda del 07.01.2012 se creó el Programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR), bajo el ámbito del vice ministerio de Construcción y Saneamiento, orientado a posibilitar el acceso de la población del ámbito rural, al agua y saneamiento de calidad y sostenibles.

El Programa Nacional de Saneamiento Rural sujeta sus intervenciones a los lineamientos de política sectorial en materia de saneamiento rural, así como a los instrumentos, metodologías y criterios de focalización y articulación que establece el sector, con énfasis en la atención de las poblaciones que presenten condiciones de mayor vulnerabilidad.

Mediante la Resolución Ministerial N°161-2012-VIVIENDA del 06.08.2012, se aprobaron los “Criterios y Metodologías de Focalización de las Intervenciones que el Programa Nacional de Saneamiento Rural realice en los centros poblados rurales”, así como el “Listado de Centros Poblados Rurales Focalizados donde Intervendrá el Programa Nacional de Saneamiento Rural – Periodo 2012-2013”.

Por otro lado, mediante Resolución Ministerial N°031-2013-VIVIENDA del 13.02.2013, se aprueba el "Plan de Mediano Plazo: 2013-2016 del Programa Nacional de Saneamiento Rural".

El presente proyecto está enmarcado dentro de los lineamientos de política funcional del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), normada por la Ley N.º 25693: ley del Sistema Nacional de Inversión Pública, de fecha 28/06/2000; modificado por el artículo único de la Ley N.º 28802 en concordancia con lo dispuesto en la Tercera Disposición Complementaria Final de la Resolución Ministerial Nº223-2011-EF-43, de fecha 30/03/2011, que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Economía y Finanzas, dispone que el Ministerio de Economía y Finanzas, a través de la Dirección General de Política de Inversiones, es la más alta autoridad técnico normativa del Sistema Nacional de Inversión Pública y dicta las normas técnicas, métodos y procedimientos que rigen los Proyectos de Inversión Pública.

Artículo 3º del Reglamento del sistema Nacional de Inversión Pública, aprobado por Decreto supremo N.º 102-2007-EF, publicado en el diario oficial El Peruano, el 19 de Julio de 2007, señalan que la Dirección General de Política de Inversiones establece los niveles mínimos de estudios de pre inversión que requieren los Proyectos de Inversión Pública, así como las metodologías generales y específicas para la formulación y evaluación de proyectos, normas técnicas y parámetros de evaluación, así como la metodología para la evaluación Ex Post de los Proyectos de Inversión Pública.

Resolución Directoral N.º 008-2012-EF/63.01, publicado por el diario oficial El Peruano con fecha 13/12/2012, se aprueban los contenidos mínimos específicos de estudios de pre inversión de Programas de Inversión Pública y Proyectos de Inversión Pública.

Resolución Directoral N.º 004-2013-EF/63.01, publicado por el diario oficial El Peruano con fecha 07/07/2013, se incorporó la Octava Disposición Complementaria Transitoria de la Directiva General de Sistema Nacional de Inversión Pública. Resolución Directoral N.º 005-2013-EF/63.01, publicada por el diario oficial El Peruano el 27 de julio de 2013, en concordancia con las facultades dispuestas por la Ley N.º 25693 y sus modificaciones; normas reglamentarias y complementarias; la Resolución Ministerial N° 223-2011-EF/43 y la Resolución Directoral N° 451-2012-EF/43.01, se aprueban Contenidos mínimos específicos de estudios de preinversión a nivel de Perfil de Proyectos de Inversión Pública de Saneamiento Rural.

3.2. Normativa específica

Normativa enfocada al ámbito nacional, mediante autoridades como el Ministerio de Salud, el Ministerio de Educación, el Ministerio de Agricultura, el Ministerio de Trabajo, el Ministerio Público, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, el Ministerio de Pesquería, el Poder Judicial, los Gobiernos Locales y Regionales.

3.2.1. Dirección General de Asuntos Socioambientales

Aprobación del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones D. S. N.º 041-2002-MTC.

El D.S. N° 041-2002-MTC, del 22/08/2002, Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, crea la Dirección General de Asuntos Socio ambientales. En su Artículo 73º indica que la Dirección General de Asuntos Socio ambientales se encarga de velar en que se cumplan las normas de conservación del medio ambiente del subsector, con el fin de garantizar el adecuado manejo de los recursos naturales durante el desarrollo de las obras de infraestructura de transportes; así como de conducir los procesos de expropiación y reubicación que la misma requiera. Esta dirección está a cargo de un Director General, quien depende del Viceministerio de Transportes.

Esta entidad es el órgano de línea de ámbito nacional, que realiza la autoridad ambiental sectorial y se encarga de velar por el cumplimiento de las normas socioambientales con el fin de asegurar la viabilidad socio ambiental de los proyectos de infraestructura y servicios de transportes.

3.2.2. Seguridad e Higiene Ocupacional

El Manual Ambiental para el Diseño y Construcción de Vías del MTC, en el numeral 2.4 Medidas Sanitarias y de Seguridad Ambiental, señala las medidas preventivas y las normas sanitarias a seguir por los Trabajadores y la Empresa.

3.2.3. Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades

Con la Ley N.º 27446, el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, es el sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio del proyecto de inversión.

En el art. 2, dice “quedan comprendidos en el ámbito de aplicación de la presente Ley, los proyectos de inversión públicos y privados que impliquen actividades, construcciones u obras que puedan causar impactos ambientales negativos, según disponga el Reglamento de la presente Ley”.

3.2.4. Límites Máximos Permisibles (LMP) y Estándares de Calidad Ambiental (ECA)

El D.S. N° 074-2 001PCM, del 24/06/2001, establece los valores correspondientes para los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Aire y los valores de tránsito que se presentan en el Cuadro adjunto.

CONTAMINANTES	PERIODO	FORMA DEL ESTANDAR		METODO DE ANALISIS[1]
		VALOR	FORMATO	
Dióxido de Azufre	Anual	80	Media aritmética anual	Fluorescencia UV (método automático)
	24 horas	365	NE más de 1 vez al año	
PM-10	Anual	50	Media aritmética anual	Separación inercial/ filtración (Gravimetría)
	24 horas	150	NE más de 3 veces/año	
Monóxido de Carbono	8 horas	10000	Promedio móvil	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	1 hora	30000	NE más de 1 vez/año	
Dióxido de Nitrógeno	Anual	100	Promedio aritmético anual	Quimiluminiscencia (Método automático)
	1 hora	200	NE más de 24 veces/año	
Ozono	8 horas	120	NE más de 24 veces/año	Fotometría UV (Método automático)
Plomo	Anual [2]			Método para PM10 (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Mensual	1.5	NE más de 4 veces/año	
Sulfuro de Hidrógeno	24 horas [2]			Fluorescencia UV (método automático)

Fuente: Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental del aire – SINIA [1].

3.3. Marco institucional

Instituciones en donde se desenvuelve el proyecto, tanto de carácter público como privado (gobierno central, gobiernos locales, organismos no gubernamentales, agrupaciones vecinales y otras del sector privado), las mismas que participan de una u otra manera en las decisiones de conservación del medio ambiente.

3.3.1. Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

Encargado del planeamiento, organización, dirección, coordinación y control de las actividades del Sistema Nacional de Defensa Civil, así como de la supervisión de las acciones que ejecutan los organismos y/o entidades que reciban fondos públicos para fines de Defensa Civil.

3.3.2. Ministerio de Salud

Es el ente rector del Sistema Nacional de Salud, cuya finalidad según el Decreto Legislativo N.º 584 del 18/04/1990, es mejorar la situación de salud y el nivel de vida de la población nacional con el concurso de los componentes del Sistema Nacional de Salud y la participación y responsable de la comunidad.

El Ministerio de Salud tiene las siguientes funciones:

- ✓ Representar al Estado a nivel nacional e internacional en el campo de su competencia;
- ✓ Proponer al Poder Ejecutivo, la política nacional de salud y el plan sectorial de salud;
- ✓ Formular, en coordinación con los Gobiernos Regionales, la política nacional y el plan sectorial de salud que regule las acciones de salud de los componentes del Sistema y velar por su cumplimiento.

Entre los Órganos de Línea de este ministerio se encuentra la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), que es la encargada de normar, supervisar, controlar, evaluar y concertar con los gobiernos regionales, locales y demás componentes del Sistema Nacional de Salud; así como con otros sectores, los aspectos de protección del ambiente, saneamiento básico, higiene alimentaria y control de la zoonosis y salud ocupacional.

3.3.3. Ministerio del Ambiente

El Ministerio del Ambiente fue creado el 14/05/2008, mediante DL N° 1013, como ente rector del sector ambiental nacional, que coordina en los niveles de gobierno local, regional y nacional.

La misión del Ministerio del Ambiente (MINAM) es conservar la calidad del ambiente y asegurar a las generaciones presentes y futuras el derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida. Con este fin propicia y asegura el uso sostenible, responsable, racional y ético de los recursos naturales y del medio que los sustenta, y

contribuye al desarrollo integral social, económico y cultural de la persona humana, en permanente armonía con su entorno.

3.3.4. Municipalidades

Las Municipalidades son los órganos de gobierno local. Representan al vecindario, promueven la adecuada prestación de los servicios públicos locales, fomentan el bienestar de los vecinos y el desarrollo integral y armónico de las circunscripciones de su jurisdicción.

Son funciones de las Municipalidades:

- ✓ Velar por la conservación de la flora y fauna locales y promover las acciones necesarias para el desarrollo;
- ✓ Aprovechamiento racional y recuperación de los recursos naturales ubicados en el territorio de su jurisdicción;
- ✓ Normar y controlar las actividades relacionadas con el saneamiento ambiental; difundir programas de educación ambiental y propiciar campañas de forestación y reforestación.

3.4. Marco técnico

La Evaluación de Impacto Ambiental es, ante todo y como su propio nombre indica, una valoración de los impactos que se producen sobre el ambiente por un determinado proyecto. Ésta nunca puede ser objetiva, ya que tiene siempre connotaciones subjetivas debido a que la referencia es la calidad ambiental, un concepto subjetivo.

Una de las primeras evaluaciones que va a tener cualquier proyecto o actividad humana, siempre va a ser una valoración económica: una actividad se considera rentable si los beneficios superan los costes de la misma. Darles un valor a los elementos ambientales, significa incluirlos dentro de los procesos de toma de decisiones, de los que de otra forma se verán excluidos.

La correcta evaluación de un determinado impacto ambiental pasa necesariamente por una valoración del elemento ambiental afectado, del efecto producido en dicho elemento ambiental y del efecto que tiene este cambio sobre la calidad ambiental. La valoración, tanto del elemento ambiental como de la calidad ambiental, no puede ser objetiva, mientras que la determinación del efecto ambiental producido es posiblemente el único parámetro puramente objetivo con el que se cuenta para la valoración.

La elección de los elementos del ambiente y la escala a la que serán estudiados, tanto espacial como temporal, será uno de los primeros juicios de valor que habrá que realizar y justificar de forma razonada. De la misma manera habrá que definir qué se considera un impacto ambiental y en qué términos se determina la calidad ambiental de cada elemento y/o del conjunto del ambiente.

En todo el proceso de evaluación de impacto ambiental se persigue un objetivo claro, que no puede ser perdido de vista durante las distintas fases del proceso: valorar adecuadamente las acciones sobre el entorno de forma que puedan encuadrarse dentro del proceso de toma de decisiones y poder decidir si la realización de un proyecto determinado es o no aceptable desde un punto de vista ambiental. Para cumplir este objetivo es importante no caer en la arbitrariedad y justificar estas valoraciones a partir de principios éticos generales y con un consenso lo más amplio posible, para lo que son necesarias tanto la participación como la información pública.

3. Descripción y análisis del proyecto

3.1. Antecedentes

Los residuos sólidos al ser generados en el distrito de Pomalca y posteriormente evacuados, simplemente se descarga inapropiada e incontroladamente sin tener en cuenta el menor control sanitario, seguridad y ambiental, en un área designada de botadero a cielo abierto. Es válido mencionar que los residuos sólidos son quemados en el botadero, perjudicando al aire y como está cerca de una trocha carrozable genera contaminación respiratoria a la población que se traslada por ese camino. Así mismo, esto genera degradación de dichas áreas y las contiguas a ella. Así, por ejemplo, las bolsas, papeles o residuos que el aire pueda movilizar son llevados a los alrededores del lugar, contaminando las plantaciones de cultivos que puede a ver cerca. Además, se quema los residuos, generando contaminación al aire. Así mismo, en el distrito se puede encontrar ciertos puntos de acopio de residuos sólidos sin ningún control, ocasionando que la población se vea perjudicada por la contaminación que se genera.

3.2. Ubicación

El lugar de estudio e influencia se encuentra ubicado en el distrito de Pomalca situándose al Sureste de dicho distrito en el sector de Rodeopampa. Se ubica a 4.27 km de distancia de la carretera Panamericana Norte. Así mismo, se ubica de la ciudad de Pomalca a una distancia

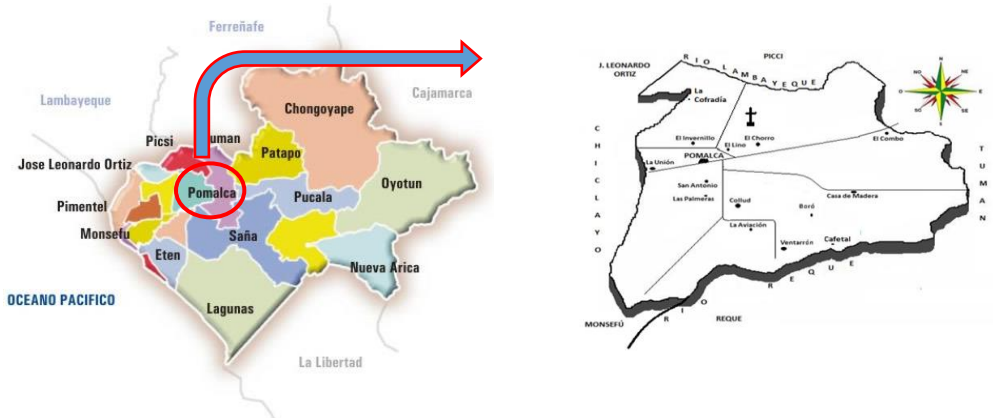
de 4 km aproximadamente. El lugar limita con la comunidad de san Luis, Anexo San Pablo de Pomalca. El cuadro de coordenadas es el siguiente.

Tabla 1: Coordenadas del área del proyecto

Vértice	Lado	Distancia	Ángulo Interno	Este	Norte
P4	P4 – P5	496.11	178°17’14’’	633897.575	9248070.704
P5	P5 – P6	276.67	99°9’46’’	633431.574	9247900.506
P6	P6 – P7	104.39	106°13’43’’	633296.483	9248141.957
P7	P7 – P8	74.44	174°49’4’’	63369.709	9248216.357
P8	P8 – P9	60.21	171°8’31’’	633426.501	9248264.474
P9	P9 – P10	133.85	173°13’41’’	633477.883	9248295.856
P10	P10 – P4	409.59	112°2’44’’	633599.543	9248351.667

Fuente: propia

Figura 1: Mapa de ubicación del distrito de Pomalca



Fuente: imágenes de Google.

Figura 2: Fotogrametría del área del proyecto (actual botadero) del distrito de Pomalca, vista mediante un DRON PHANTOM 4 PRO.

Fuente: propia.

3.3. Geografía:

El terreno elegido para la realización del proyecto tiene como geografía una amplia llanura costera, con algunos montículos de pasto, presentándose como pequeñas colinas que interviene como barrera natural. (VER PLANO TOPOGRÁFICO)

3.4. Descripción de actividades

3.4.1. Descripción de la etapa de construcción

- **Traslado de maquinaria y equipo:** como tendremos movimientos de grandes volúmenes de tierra propuesta en este proyecto, así como adecuar las vías de acceso para la infraestructura de tratamiento de residuos sólidos. Se tendrá que utilizar maquinarias y equipos que ayuden a la construcción.
- **Extracción de material:** esta tarea se trata de la remoción, excavación o movilización de todo tipo de material necesario para la construcción de esta planta de tratamiento, ya sea, las celdas de disposición, áreas administrativas, vías de acceso, área de reciclaje y compostaje.
- **Impermeabilización:** las celdas de disposición final de residuos sólidos deben estar impermeabilizadas mediante geomembrana de alta densidad.
- **Ubicación y construcción de sistemas de drenaje y chimeneas:** esta actividad trata de la ubicación e instalación de las chimeneas y drenajes con la intención de inspeccionar y controlar los gases y lixiviados que emitirá la descomposición de los residuos sólidos. Así mismo, tener en cuenta la construcción de drenaje pluvial.

- **Obras de concreto:** actividad necesaria para la construcción de las áreas administrativas, plataformas para colocar las salas de reciclaje y además para el buen funcionamiento de esta planta de tratamiento.
- **Encofrado y desencofrado:** esta actividad es necesaria al momento de colocación del concreto, dado que le dará la forma requerida planteada en los planos.
- **Acero de refuerzo:** tarea que consiste en fases de abastecimiento, traslado, acopio. Esto con la intención de agregar como parte del concreto armado que se estableció en el proyecto y se puede apreciar en los planos.
- **Montaje de estructuras metálicas:** tarea que consiste en fases de abastecimiento, traslado, acopio, armado y colocación. Así como los equipos y herramientas necesarios. En las naves industriales de reciclaje y compostaje estableceremos este acero estructural como se planteó en el proyecto y se puede apreciar en los planos.
- **Pintura de estructuras metálicas:** está compuesta por todos los trabajos que se requiera y esta actividad consiste en recubrir el acero estructural y cuidarlo de posterior desgaste a la intemperie.
- **Instalaciones eléctricas:** está compuesta por todos los trabajos que se requiera y tiene como finalidad generar un sistema eléctrico mediante redes de cableado y accesorios, para las áreas administrativas, reciclaje y compostaje.
- **Instalaciones sanitarias:** está compuesta por todos los trabajos que se requiera y tiene como finalidad generar un sistema sanitario mediante redes de entubado y accesorios, para las áreas administrativas, reciclaje y compostaje.

3.4.2. Descripción en la etapa de funcionamiento.

a. Zona de reciclaje:

Posterior a la limpieza y acopio de los residuos sólidos, estos se trasladarán a la zona determinada para su separación es decir su reciclaje. Los residuos inorgánicos como: plástico, cartón, botellas, entre otros se reciclará y el resto se llevará a las celdas de disposición final. Esta zona también tendrá su área de almacenamiento para posterior a la separación sea dispuesto a la venta.

b. Zona de compostaje:

Luego de la recolección de los residuos, se deberá también separar los residuos orgánicos para que sea tratado. En este proceso se dará la descomposición de dicha materia, generando además

lixiviados y gases que es parte de la elaboración del compost. Se tendrá un área para el almacenamiento del producto final, para su posterior uso en la agricultura, parques o demás.

c. Zona de disposición final:

Posterior a la etapa de reciclaje y compostaje, los residuos sobrantes irán a su disposición final, las celdas del relleno sanitario. El relleno sanitario tendrá el siguiente proceso: compactación de residuos para disminuir el volumen de estos, movilización de residuos en las celdas, ubicación en área de celda correspondiente, cubrimiento de residuos sólidos por cada día, descomposición de ellos, generación de lixiviados y gases.

d. Chimeneas de gases:

Los gases producidos por la descomposición de los residuos sólidos en el relleno sanitario serán evacuados mediante la chimenea.

e. Drenaje de lixiviados:

Como tenemos dos áreas que se descompone los residuos sólidos, esta es en el área de compostaje y en las celdas de disposición final, se genera el proceso de descomposición generando lixiviados, esta se llevará a la poza con la intención de tratarla y posterior recirculación.

f. Drenaje pluvial:

Acopio de las aguas pluviales que se genera alrededor de las celdas de disposición final y de las áreas administrativas que será destinada a su evacuación final para ser tratadas.

g. Instalaciones sanitarias:

Acopio de las aguas servidas obtenidas por la utilización de aparatos sanitarios, serán destinadas a su evacuación final para ser tratadas.

3.4.3. Descripción de la etapa de cierre y post cierre.

a. Ubicación de la cobertura final:

Esta actividad consiste en la colocación de material que servirá de recubrimiento de los residuos sólidos una vez llegado a la altura proyectada final del relleno sanitario. Este recubrimiento evitará que el agua ingrese al relleno.

b. Disposición de lixiviados y gases:

Esta actividad se ejecutará una vez cerrado el relleno sanitario, es decir culminando la fase de operación.

c. Sistema de control ambiental:

Esta actividad se ejecutará una vez cerrado el relleno sanitario, es decir culminando la fase de operación.

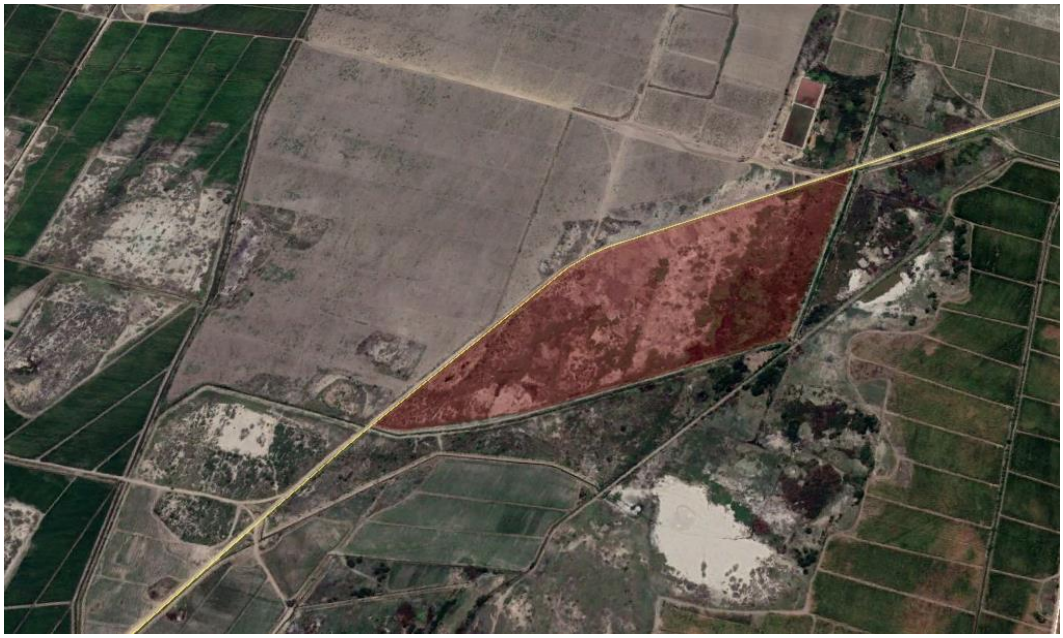
4. Área de influencia del proyecto

La demarcación del área de influencia de esta infraestructura y básicamente del relleno sanitario, se encaminó mediante razones sociales y técnicos, obteniendo como resultado la delimitación de un área de influencia directa e indirecta de este proyecto. Teniendo en cuenta los efectos ambientales negativos que pueda generar la mala disposición de los residuos sólidos en el distrito de Pomalca. Cabe resaltar que los impactos también pueden ser positivos.

4.1. Área de influencia directa

Este proyecto tiene como área de influencia directa el entorno próximo considerando 200 m al contorno de la zona de estudio. En este efecto consideramos a la población que se traslada por la trocha cerca de la zona y a los pobladores recolectores de residuos sólido.

Figura 3: Área de influencia directa del proyecto.



Fuente: Google Earth Pro, 2021.

4.2. Área de influencia indirecta

Este proyecto tiene como área de influencia indirecta el distrito de Pomalca, los caserío y centros poblados cerca: Collud, Ventarrón, Anex. Pampa de Aviación, Anex. San Pablo y San Luis.

Figura 4: Área de influencia indirecta del proyecto.

Fuente: Google Earth Pro, 2021.

5. Línea base ambiental

5.1. Caracterización del medio físico

5.1.1. Área, lugar y acceso

El lugar de estudio e influencia se encuentra ubicado en la jurisdicción del distrito de Pomalca situándose al norte de la costa del Perú, a 770 km. de la capital del Perú y a 7 km. de la ciudad de Chiclayo. Al Sur-Este de la región de Lambayeque; localizado entre las coordenadas geográficas 6 44′ 01″ y 6 49′ 01″ de latitud sur 79 42′ 59″ y 79 48′ 09″ de longitud oeste del meridiano de Greenwich y a 48 m.s.n.m" [9]. El distrito de Pomalca tiene una superficie de 8 035 hectáreas, es decir, 80.35 km2. Limita con las siguientes ciudades: al Norte, con el distrito de Picsi; al Sur, con los distritos de Tumán, Reque y Monsefú; al Este, con el distrito de Tumán; al Oeste, con los distritos Chiclayo y José Leonardo Ortiz.

5.1.2. Clima

En el distrito de Pomalca, generalmente el clima en verano suele ser corto, cálido y nublado. Así mismo, el invierno suele ser largo, cómodo y temporalmente nublado. Pomalca es de clima seco durante el año generalmente.

5.1.3. Temperatura

El distrito tiene un rango de temperatura entre 17°C a 31°C y es muy poco probable que baje un valor de 15°C o aumente a más de 33°C. La temperatura promedio del distrito es de 27.9°C [2].

5.1.4. Hidrología

Teniendo en cuenta el río Reque que está próximo al distrito de Pomalca, de manera periódica se localiza inundaciones y erosión con sus terrenos locales, esto a razón del fenómeno “El niño”. Los terrenos del distrito son regados en su mayoría por aguas de la cuenca del río Chancay, viéndose relacionada de forma directa por las regulaciones del sistema del reservorio de Tinajones. Además, es suministrada por aguas subterráneas, extraídas mediante pozos tubulares bajo el cargo de la Empresa Agroindustrial Pomalca S.A.A.

5.1.5. Precipitación

El distrito de Pomalca se caracteriza por no ser zona de lluvias, salvo cuando se presenta el fenómeno del niño. La precipitación promedio anual que se tiene es de 33.05 mm

5.1.6. Geomorfología

El distrito de Pomalca y la zona de estudio tiene una geomorfología característica de los valles de la costa norte, es decir, el relieve es plano.

5.1.7. Geología

El distrito de Pomalca tiene las siguientes características geológicas: depósito aluvial, eólico reciente y adamelita (Qr-al, Qr-e y KTi-ad). Es decir, depósitos fluviales y aluviales, sistema cuaternario, Eratema Cenozoico. Así mismo, mencionar que los suelos granulares están a mayor profundidad que los suelos finos [3].

a) Depósito aluvial (Qr-al):

Su composición es mediante sedimentos de granulometría gruesa, conformada de: cantos rodados, grava, arena, entre otros.

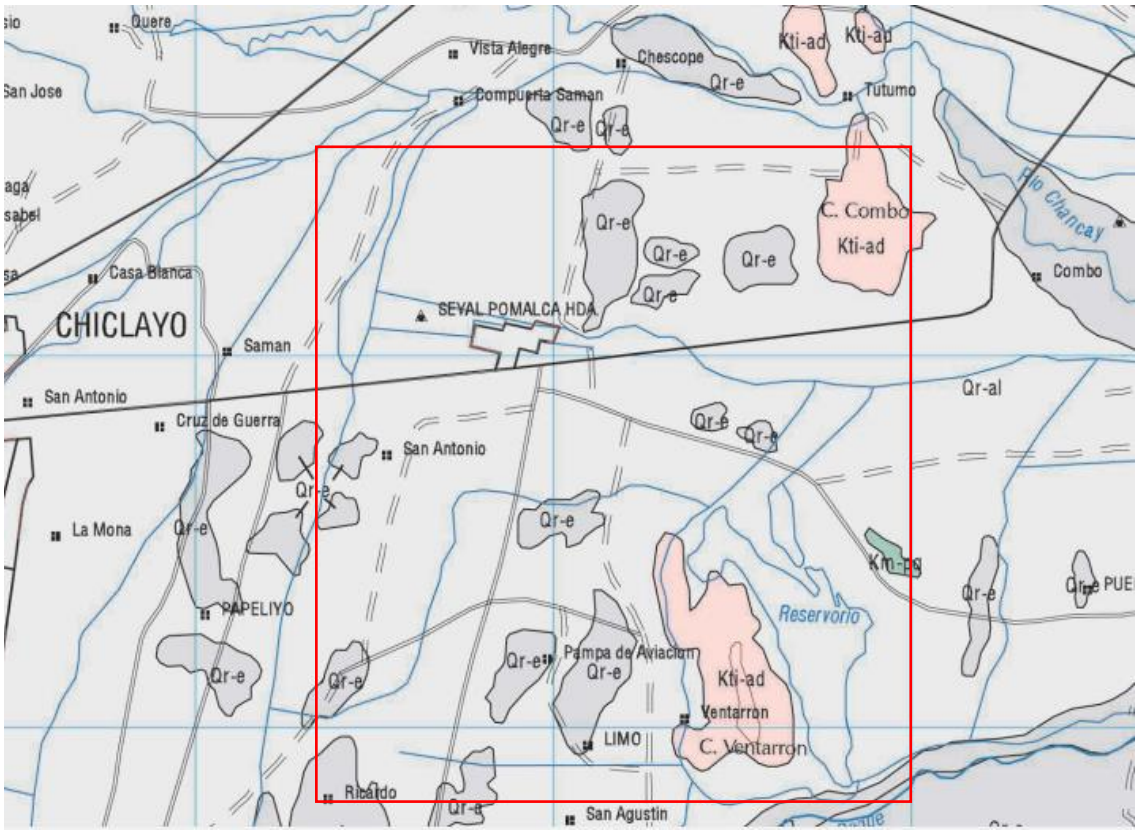
b) Depósito eólico reciente (Qr-e):

Está constituida por sedimentos de carácter fino contemporáneo de relación eólica. Es decir, estas arenas eólicas se depositan de bajo diferentes formas: dunas clásicas, mantos de arena, corredores de dunas y colinas de arena eólica estabilizadas.

c) Adamelita (KTi-ad):

Está constituida por un complejo de rocas ácidas emplazadas en estratos cretácicos y rara vez en rocas cenozoicas. Tiene un alto grado de desprendimiento y por esta razón se le asocian procesos de desprendimiento de rocas.

Figura 5: Geología de la zona del proyecto



Fuente: INGEMET Mapa geológico del cuadrángulo de Chiclayo [3].

5.1.8. Altura

El distrito de Pomalca se encuentra ubicado a 48 m.s.n.m

5.1.9. Sismicidad

El distrito de Pomalca y por ende el proyecto se ubica en la Zona 4, esto encontramos en la clasificación de la nueva Norma E-0.30 diseño sismo resistente, esta se ubica en la franja costera del país. Así mismo, encontramos en la Norma Peruana E.030-97diseño sismo resistente, las clases de estructuras o edificaciones que se puede apreciar en el distrito son estructuras del tipo A y B (MKS-64) o tipo 2 y 3 (MM), estas son las edificaciones con adobe, con techos flexibles y ligeros, conformada por vigas de madera o perfiles de fierro, coberturas de planchas onduladas de asbesto-cemento o cañas delgada, colocadas encima torta de barro. Así mismo, también encontramos edificaciones de material noble.

5.2. Caracterización del medio biológico

5.2.1. Flora

El área de influencia directa de la zona de proyecto es actualmente un botadero de basura, la vegetación que encontramos en el proyecto es escaso. Aun así, podemos encontrar alrededor del botadero: hierba, arbustos, matorral, árboles y también parte de sembrío de cañas.

Como área de influencia indirecta viene a ser el distrito de Pomalca, y tiene la siguiente lista de flora: algarrobos, totora, chope, zapote, faiques, etc.

5.2.2. Fauna

El área de influencia directa de la zona de proyecto es actualmente un botadero de basura, la fauna silvestre es la que encontraremos, por el lado de las aves: golondrinas, garzas, chilalas y en especial gallinazos. En los roedores encontramos, ratas, castores, zorros y ardillas. En reptiles están: lagartijas, iguanas, pacasos y en la lista de serpientes algo clásico por estos terrenos la Boa Macanche. Por otro lado, también encontramos los perros.

Como área de influencia indirecta viene a ser el distrito de Pomalca, y tiene la siguiente lista de fauna: patos, palomas, chilalas garzas, búhos, etc.

5.3. Caracterización del medio socioeconómico

5.3.1. Aspectos sociales

La población del distrito de Pomalca en el año 2007 según valores del INEI mediante el Censo Nacional 2007, fue de 24 401 pobladores. Y al año 2017 según valores del mismo Instituto Nacional de Estadística e Informática, fue de 25 634 pobladores.

Tabla 2: Población del distrito de Pomalca.

CENSOS	POBLACIÓN
2007	24401
2017	25634

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) [4].

Así mismo, utilizando el método de interés compuesto y los valores de la población de los años 2007 y 2017 del Censo de INEI, hallamos la tasa de crecimiento del distrito de Pomalca, este resultado nos da el valor de 0.53%, el cuál nos representa un crecimiento poblacional en el distrito. De igual forma, empleando el mismo método teniendo ahora los años y además la tasa de crecimiento, hallamos la población proyectada al año 2021, este nos da como valor 26 152 pobladores. Aumento que es en consonancia con el crecimiento de Chiclayo y así mismo de Pomalca. Hay que mencionar, además que en los últimos años ha habido invasiones en los alrededores de la zona urbe de Pomalca.

Tabla 3: Población proyectada del distrito de Pomalca.

POMALCA	POBLACIÓN CENSADA		POBLACIÓN PROYECTADA		
	2007	2017	2019	2020	2021
	24 401	25 634	25 893	26 022	26 152

Fuente: INEI y propia.

5.3.2. Salud pública

El área de estudio que actualmente es un botadero a cielo abierto, está carretera al centro poblado San Luis. En esta zona es inexistente la infraestructura de puesto de salud, los pobladores de los lugares aledaños a la zona del proyecto deben acudir al puesto de salud más cercano para ser atendidos. Por otro lado, en el distrito de Pomalca no se cuenta con servicio e internamiento, esto debería proyectarse. Cuando los pobladores están en emergencias y necesitan internarse tienen que ser llevado a los centros de salud de Chiclayo. A continuación, se mostrará una lista de establecimientos de salud en el distrito de Pomalca activos en la actualidad según MINSA.

Tabla 4: Establecimiento médicos del distrito de Pomalca.

Institución	Nombre del establecimiento	Clasificación	Tipo	Dirección	Nro.Doc.Categorización	Horario	Director Médico y/o Responsable de la Atención de Salud	Estado
PRIVADO	CONSULTORIO MEDICO	CONSULTORIOS MEDICOS Y DE OTROS PROFESIONALES DE LA SALUD	ESTABLECIMIENTO DE SALUD SIN INTERNAMIENTO	CALLE JOSE QUIÑONES Nº 46		8:00 AM. - 12:30 PM	ROCIO ELIZABETH DE LA TORRE BUENO	CIERRE TEMPORAL DE OFICIO
PRIVADO	MULTIPLES LABORATORIOS MEDICOS BELEN S.A.C.	PATOLOGIA CLINICA,REHABILITACION	SERVICIO MÉDICO DE APOYO	CALLE JORGE CHAVEZ Nº 83		8.00 AM. - 13:00 PM.	LUIS CAMILO VILLANUEVA FERNANDEZ	ACTIVO
PRIVADO	CONSULTORIO MEDICO	CONSULTORIOS MEDICOS Y DE OTROS PROFESIONALES DE LA SALUD	ESTABLECIMIENTO DE SALUD SIN INTERNAMIENTO	CALLE RAMON CASTILLA Nº 01		8:00 AM - 12:00 PM.	MARIBEL CERVANTES DAVILA	ACTIVO
GOBIERNO REGIONAL	SAN ANTONIO (POMALCA)	PUESTOS DE SALUD O POSTAS DE SALUD	ESTABLECIMIENTO DE SALUD SIN INTERNAMIENTO	OTROS CENTRO POBLADO SAN ANTONIO	150-2014-GR.LAMB/GERESA-DESIP	7.30 - 13.30	NATALIA MIJAILOVNA DMITRENKO	ACTIVO
GOBIERNO REGIONAL	SAN LUIS	PUESTOS DE SALUD O POSTAS DE SALUD	ESTABLECIMIENTO DE SALUD SIN INTERNAMIENTO	OTROS CASERIO SAN LUIS	RDE N° 000257-2020-GR.LAMB/GERESA-DESIP.2969292-49	7:30 - 13:30	MARY CLAUDIA DIAZ FLORES	ACTIVO
GOBIERNO REGIONAL	POMALCA	PUESTOS DE SALUD O POSTAS DE SALUD	ESTABLECIMIENTO DE SALUD SIN INTERNAMIENTO	CALLE CALLE ELVIRA GARCIA GARCIA S/N S/N CALLE ELVIRA GARCIA GARCIA	071-2018GR.LAMB/GERE-DESIP(2969292-18)	7:30 - 19:30	CARMEN AIDA ALARCON FLORES	ACTIVO
PRIVADO	CONSULTORIO UROLOGICO	CONSULTORIOS MEDICOS Y DE OTROS PROFESIONALES DE LA SALUD	ESTABLECIMIENTO DE SALUD SIN INTERNAMIENTO	CALLE JOSE SANTOS CHOCANO N° 46		14:00 - 20:00	LUIS FELIPE PEREZ MEDINA	ACTIVO
PRIVADO	CONSULTORIOS MEDICOS	CONSULTORIOS MEDICOS Y DE OTROS PROFESIONALES DE LA SALUD	ESTABLECIMIENTO DE SALUD SIN INTERNAMIENTO	AV.PEDRO RUIZ N° 02 - MZ. "L" - LOTE 7 - SECTOR 11		8:00 AM - 18:00 PM	DANTE ANGELES CHAFLOC	BAJA DEFINITIVA

Fuente: registro Nacional de RENIPRESS [5].

5.3.3. Educación

En la zona de estudio no hay un centro de estudio, dado que es un botadero a cielo abierto y está afueras de Pomalca. Los pobladores de los centros poblados cercanos al área del proyecto deben trasladarse a la institución encontrados en el centro del distrito.

5.3.4. Aspectos económicos

Pomalca se caracteriza por ser una zona de sembrío de caña de azúcar, es decir agricultura. De ello se deriva su industrialización, producción y comercialización. Por otro lado, también encontramos dos mercados en el distrito, y zonas comerciales en el centro de Pomalca, así mismo la PEA de dicho distrito se trasladan a los distritos vecinos para trabajar, gran punto es el distrito de Chiclayo. Así mismo, según el censo del INEI, la actividad que más resalta en el distrito de Pomalca es la actividad de servicios, dándonos un valor de 48.69% de la población. Se mostrará el siguiente cuadro con las diferentes actividades realizadas.

Tabla 5: Actividad económica en el distrito de Pomalca.

Actividad económica	Población	%
Agrícola	647.00	11.25
Pecuaria	16.00	0.28
Forestal	2.00	0.03
Pesquera	10.00	0.17
Minera	23.00	0.40
Artesanal	20.00	0.35
Comercial	812.00	14.12
Servicios	2,799.00	48.69
Otros	753.00	13.10
Estado (gobierno)	667.00	11.60
Total de población	**5,749.00**	**100.00**

Fuente: CENEPRED 2017 [5].

5.3.5. Arqueología

El área de influencia directa del proyecto es usada en la actualidad como botadero a cielo abierto de residuos sólidos y a su alrededor es sembríos de caña de azúcar, con algo de vegetación silvestre, mencionando que su topografía es plana. Es por ello, que es inexistente encontrar vestigios arqueológicos a mantener.

6. Identificación y evaluación de pasivos ambientales

En el área de influencia directa se reconocen los siguientes pasivos ambientales: emisión de gases y lixiviados, a razón de ser un botadero a cielo abierto por más de 10 años.

Figura 6: Emisión de gases y generación de lixiviados en el botadero de Pomalca.

Fuente: propia.

Figura 7: Generación de vectores en el botadero a cielo abierto.

Fuente: propia.

7. Identificación y evaluación de impactos ambientales

Para identificar y evaluar los impactos ambientales sean estos positivos o negativos se tendrá en cuenta las etapas que se genera en todo proyecto. Así seleccionaremos las fases de construcción, operación y cierre.

7.1. Fase de construcción

7.1.1. Impactos positivos

- Se necesitará trabajadores tanto profesionales, técnicos y personal obrero capacitado para la construcción de esta planta final de residuos sólidos y todo lo que conlleva este proyecto, generando puestos de trabajo.
- Se construirá un cerco perimetral para la protección de personas que no sean trabajadores del lugar o no estén acompañados por alguien de la planta, así mismo a los animales. De esta manera se protegerá la integridad de las personas.
- La geomembrana y geotextil que sirve para impermeabilizar la base del relleno sanitario y poza de lixiviados, ayudará a que no se contamine los factores ambientales: suelo y agua, a consecuencia de la generación de lixiviados.
- Los canales pluviales evacuarán las aguas generadas por las lluvias que pueden ocasionar el aumento de lixiviados y por ende la contaminación. La evacuación será hacia áreas que no originen contaminación.

7.1.2. Impactos negativos

- En los trabajos de movimientos de tierra tales como: excavación, acondicionamiento de rutas interiores, saneamiento. Se genera partículas en suspensión que puede perjudicar a la salud de los trabajadores del proyecto, tanto a su sistema respiratorio y ocular.

- Las excavaciones que se realicen en este proyecto generarán un cambio en la topografía de la zona.
- El concreto armado como material de cimiento alterará y afectará a la morfología de la zona.
- A raíz del movimiento de maquinaria pesada y de camiones para la construcción generará ruido, perjudicando al sistema auditivo de los trabajadores.

7.2. Fase de operación

7.2.1. Impactos positivos

- Se necesitará trabajadores tanto profesionales, técnicos y personal obrero capacitado para la operación de esta planta final de residuos sólidos y todo lo que conlleva este proyecto, generando puestos de trabajo siendo positivo para el distrito de Pomalca.
- En la actualidad Pomalca tiene un botadero a cielo abierto esto genera muchos impactos negativos al medio ambiente y a la salud. Con esta operación del proceso de residuos sólidos disminuirá grandemente los impactos negativos causados en la actualidad.
- Diariamente se cubrirán los residuos sólidos que se logre avanzar, de esta manera disminuirá los malos olores y el aumento de vectores.
- Se generará mayor concientización en la población de Pomalca acerca de la reutilización y disposición final de los residuos sólidos, llegando a hacer un distrito más ordenado y limpio.

7.2.2. Impactos negativos

- Al momento de recoger los residuos sólidos mediante los carros recolectores, generarán aumento de emisiones de ruido, gases y suspensión de material particulado.
- Aumento del flujo vehicular sobre todo camiones pesados por la trocha que conecta a la planta de tratamiento.
- En la operación misma de segregar, separar y disponer finalmente los residuos sólidos, generará aumento de partículas y malos olores.
- En el proceso de descomposición de los residuos orgánicos en las fases de compostaje y disposición final se generará gases tóxicos tal como el metano, que perjudica al factor aire.
- Durante el desarrollo de la planta de tratamiento y por ende el proceso de descomposición de los residuos orgánicos se generan lixiviados que es el líquido percolador, este se debe tratar correctamente con la intención de no perjudicar al subsuelo y por ende a los acuíferos.

7.3. Fase de finalización

- Llegando al final de la vida útil del relleno sanitario, se tendrá en cuenta la cobertura natural del relleno sanitario y de la poza de lixiviados. Esto generando áreas verdes en nuestra localidad.
- Se generará un plan de control y rehabilitación de flora y fauna de la zona. Así mismo, se puede convertir en parques, lugares deportivos, etc.
- El desmontaje de las áreas auxiliares de esta planta de tratamiento tales como: cobertura metálica del área de reciclaje y compostaje y demás. Generará ingresos económicos a la población del distrito.

7.4. Análisis de la matriz de identificación y evaluación de impactos ambientales

En esta etapa de identificación de acciones e impactos ambientales que se ocasionarán en este proyecto en las fases de construcción, funcionamiento y cierre. Se viene de conocimiento diferentes metodologías para identificar lo que se plantea líneas arriba. Dichas metodologías son las siguientes: listas de chequeo, matrices de causa y efecto y los diagramas de redes.

La metodología que se tomará para esta investigación es la matriz de causa y efecto, entre está la más conocida es la matriz de Leopold. Está constituida por una matriz de dos ejes. En el eje horizontal encontramos las acciones, que son ocasionadas por las actividades del hombre y pueden generan un impacto negativos o positivos en los factores ambientales. Estos factores ambientales las encontramos en la fila vertical. De esta manera interactúan las acciones propuestas y los factores ambientales.

Las interacciones de los impactos ambientales se realizan fijando un valor del 1 al 10 con su signo respectivo si es positivo (+) o negativo (-). El valor **1** da referencia a un impacto ambiental mínimo y un valor **10** un impacto ambiental que no se puede recuperar o mejor dicho la degradación total de ese factor. Esta información se extrae del libro de V. Coneza Fdez [7].

a) Clase:

Se reconoce el tipo de impacto que se genera; positivas, benéficas (+) o negativas, perjudiciales (-). Es decir:

- **Positivo (+):** Consecuencia que beneficia o favorece las características en favor de la existencia del factor ambiental analizado.

- **Negativo (-):** Consecuencia que perjudica o minimiza las características del factor ambiental, sea en su calidad o cantidad.

b) Magnitud (M): Hace referencia a la dimensión y medida de la consecuencia en sí mismo.

c) Importancia (I): Hace referencia a la significancia y relevancia del mismo, además de la extensión respecto al tiempo del impacto que ocasione.

7.4.1. Descripción de los factores ambientales

Factor Ambiental		Descripción
Medio físico	**Aire**	
	Emisión de gases	Presencia de gases contaminantes que altere la calidad del aire.
	Partículas en suspensión	Presencia de partículas diminutivas en suspensión que altere la calidad del aire.
	Nivel de ruido	Aumento del nivel del sonido que genere contaminación auditiva y altere la calidad del aire.
	Agua	
	Agua superficial	Presencia de contaminantes que puedan perjudicar a las aguas pluviales que se trasmite por canales.
	Agua subterránea	Presencia de contaminantes que puedan introducirse y que altere la calidad del agua.
	Agua potable	Presencia de contaminantes que puedan contaminar el agua potable traída mediante instalaciones sanitarias y pueda alterar su calidad.
	Suelo	
	Erosión	Alteración que es causada por algún proceso

		natural o de una acción y perjudique su calidad.
	Morfología	Alteración de los estratos del suelo.
	Calidad del suelo	Alteración de la calidad del suelo.
	Permeabilidad	Alteración de la capacidad del suelo de contener el paso de un fluido sin alterar su composición.
	Calidad visual	
	Paisaje Urbano	Alteración de la estructura del paisaje.

Factor Ambiental		**Descripción**
Medio biológico	**Flora**	
	Plantas	Degradación de las plantas a causa de las acciones realizadas.
	Árboles	Degradación de los árboles a causa de las acciones realizadas.
	Arbustos	Degradación de los arbustos a causa de las acciones realizadas.
	Fauna	
	Aves	Alteración del habitad de las aves perjudicando su calidad de vida.
	Animales domésticos	Alteración a los animales domésticos perjudicando su calidad de vida.
	Animales terrestres	Alteración del habitad de los animales terrestres perjudicando su calidad de vida.

Factor Ambiental		Descripción
Medio socioeconómico	**Factor Socioeconómico**	
	Empleo	Generado durante etapas del proyecto: construcción, funcionamiento y cierre, afectados o beneficiados
	Transporte	Generado durante etapas del proyecto: construcción, funcionamiento y cierre, afectados o beneficiados
	Calidad de vida	Calidad de vida de las personas que estén en contacto directo o indirecto a este proyecto, afectados o beneficiados.
	Comercio	Generado durante etapas del proyecto: construcción, funcionamiento y cierre, afectados o beneficiados
	Salud y seguridad	Salud y seguridad de las personas que estén en contacto directo o indirecto a este proyecto, afectados o beneficiados.

7.4.2. Acciones del proyecto

7.4.2.1 Etapa de construcción

OBRAS PROVICIONALES						TRABAJOS PRELIMINARES				IMPERMEABILIZACIÓN DE LA BASE			DRENAJE PLUVIAL Y ÁREA DE LIXIVIADOS				
CARTEL IDENTIFICACIÓN DE OBRA	LIMPIEZA DE TERRENO	CONSTRUCCIÓN DE ALMACÉN	CASETA DE GUARDANÍA	CONSTRUCCIÓN DE OFICINA	INSTALACIÓN DE SERVICIOS HIGIÉNICOS	LIMPIEZA DE TERRENO	TRAZO Y REPLANTEO	ACOPIO Y ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	NIVELACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	COBERTURA DE GEOTEXTIL	COBERTURA DE MATERIAL IMPERMEABLE	COBERTURA DE GEOMEMBRANA	EXCAVACIÓN DE DRENES	EMPEDRADO DE DRENES	COBERTURA DE GEOMEMBRANA	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	CONCRETO FC=210 KG/CM2

PAVIMENTACIÓN DE CAMINOS INTERIORES			INFRAESTRUCTURA AUXILIARES					PLANTA DE COMPOSTAJE Y RECICLAJE					INSTALACIONES SANITARAS				INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
TERRAPLEN GENERADO DE EXCAVACIÓN	BASE GRANULAR	CONCRETO FC=210 KG/CM2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	CONCRETO FC=210 KG/CM2	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60	PINTURA	INSTALACIÓN DE MOBILIARIO	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	CONCRETO FC=210 KG/CM2	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60	ACERO A 36 EN ESTRUCTURA SOLDADA	COBERTURA METÁLICA	INSTALACIÓN DE SISTEMA DE AGUA FRÍA	SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES	SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES	REDES PLUVIALES	INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN	TUBERÍAS Y ACCESORIOS

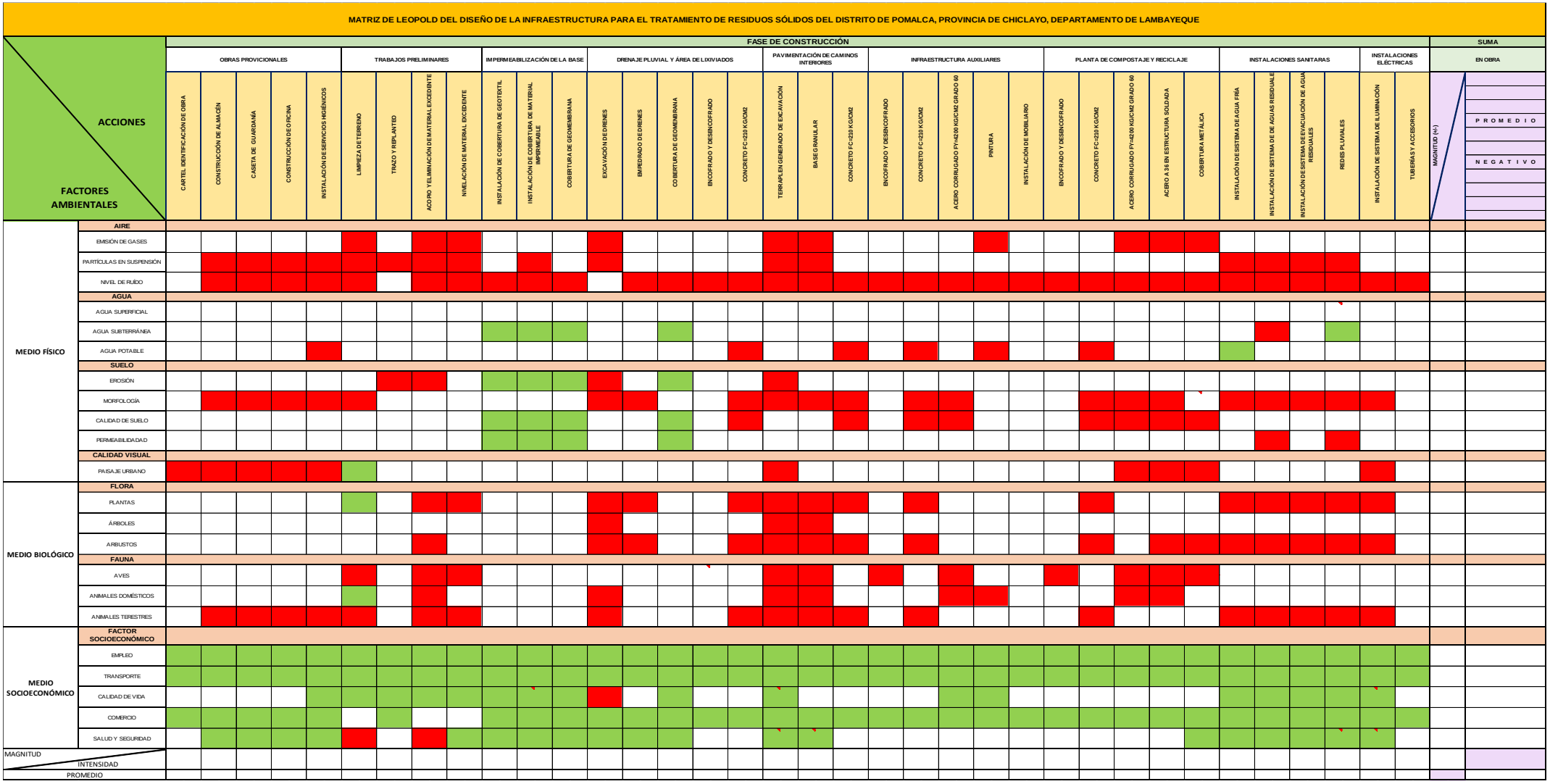
7.4.2.2 Etapa de funcionamiento

PLANTA DE RECICLAJE			PLANTA DE COMPOSTAJE			OPERACIÓN DEL RELLENO SANITARIO				ÁREA ADMINITRATIVA		DRENAJE LIXVIADOS		DRENAJE PLUVIAL		DRENAJE DE AGUAS RESIDUALES		
INGRESO DE RESIDUOS	SEGREGACIÓN DE RESIDUOS	ALMACENAMIENTO	INGRESO DE MATERIAL ORGÁNICO	COMPOSTA	ALMACENAMIENTO	COMPACTACIÓN Y NIVELACIÓN DIARIA	REVESTIMIENTO DIARIA DE LOS RESIDUOS	DESCOMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS	CHIMENEAS PARA GASES	INGRESO, PESAJE Y REGISTRO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	MONITOREO AMBIENTAL	OBTENCIÓN DE LIXIVIADOS	RECIRCULACIÓN DE LIXIVIADOS	RECOLECCIÓN DE AGUAS PLUVIALES	DISPOSICIÓN DE AGUAS PLUVIALES	RECOLECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES

7.4.2.3 Etapa de cierre

CIERRE DE LA INFRAESTRUCTURA DE RESIDUOS SÓLIDOS				
COBERTURA FINAL DEL ÁREA DEL RELLENO SANITAR	MONITOREO, MANEJO Y/O TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS	DESMANTELACIÓN DE NAVES INDUSTRIALES	MONITOREO AMBIENTAL	DISEÑO Y REHABILITACIÓN PASAJÍSTICA DEL LUGAR

7.4.3. Identificación de Impactos – E. Construcción



Fuente: propia.

7.4.4. Resultado de la matriz de la EIA – E. Construcción

MATRIZ DE LEOPOLD DEL DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL DISTRITO DE POMALCA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

ACCIONES / FACTORES AMBIENTALES		FASE DE CONSTRUCCIÓN																																		SUMA EN OBRA	
		OBRAS PROVICIONALES						TRABAJOS PRELIMINARES				IMPERMEABILIZACIÓN DE LA BASE			DRENAJE PLUVIAL Y ÁREA DE LIXIVIADOS					PAVIMENTACIÓN DE CAMINOS INTERIORES			INFRAESTRUCTURA AUXILIARES					PLANTA DE COMPOSTAJE Y RECICLAJE					INSTALACIONES SANITARIAS					INSTALACIONES ELÉCTRICAS		MAGNITUD (+)	PROMEDIO / NEGATIVO
		CARTEL IDENTIFICACIÓN DE OBRA	LIMPIEZA DE TERRENO	CONSTRUCCIÓN DE ALMACÉN	CASETA DE GUARDIANÍA	CONSTRUCCIÓN DE OFICINA	INSTALACIÓN DE SERVICIOS HIGIÉNICOS	LIMPIEZA DE TERRENO	TRAZO Y REPLANTEO	ACOPIO Y ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	NIVELACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	COBERTURA DE GEOTEXTIL	COBERTURA DE MATERIAL IMPERMEABLE	COBERTURA DE GEOMEMBRANA	EXCAVACIÓN DE DRENES	EMPEDRADO DE DRENES	COBERTURA DE GEOMEMBRANA	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	CONCRETO FC=210 KG/CM2	TERRAPLEN GENERADO DE EXCAVACIÓN	BASE GRANULAR	CONCRETO FC=210 KG/CM2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	CONCRETO FC=210 KG/CM2	ACERO CORRUGADO F'Y=4200 KG/CM2 GRADO 60	PINTURA	INSTALACIÓN DE MOBILIARIO	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	CONCRETO FC=210 KG/CM2	ACERO CORRUGADO F'Y=4200 KG/CM2 GRADO 60	ACERO A 36 EN ESTRUCTURA SOLDADA	COBERTURA METÁLICA	INSTALACIÓN DE SISTEMA DE AGUA FRÍA	SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES	SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES	REDES PLUVIALES	INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN	TUBERÍAS Y ACCESORIOS		
MEDIO FÍSICO	AIRE																																				
	EMISIÓN DE GASES		-6 / 3					-6 / 3		-3 / 2	-3 / 2				-2 / 1					-3 / 2	-3 / 2					-3 / 3				-1 / 1	-1 / 1					-31 / 20	-73
	PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN		-7 / 5	-5 / 3	-5 / 3	-5 / 3	-5 / 3	-7 / 5	-1 / 1	-6 / 3	-5 / 3		-3 / 1		-3 / 2					-4 / 2	-3 / 2												-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-2 / 1			-64 / 40	-192
	NIVEL DE RUÍDO		-3 / 2	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-3 / 2		-3 / 2	-2 / 2	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1		-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1	-1 / 1	-2 / 1	-1 / 1	-1 / 2	-1 / 1	-1 / 1	-2 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-47 / 39	-59
	AGUA																																				
	AGUA SUPERFICIAL																																			0 / 0	0
	AGUA SUBTERRÁNEA											3 / 4	3 / 4	3 / 4			3 / 4																-1 / 2	1 / 1			12 / 19	47
	AGUA POTABLE						-1 / 1												-2 / 1			-2 / 1		-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1			-2 / 1	-2 / 1					2 / 3			-9 / 9	-5
	SUELO																																				
	EROSIÓN								-2 / 1	-2 / 2		3 / 4	3 / 4	3 / 4	-2 / 3		3 / 4			-2 / 3																		4 / 25	30
	MORFOLOGÍA		-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1							-2 / 3	-1 / 2		-1 / 5	-2 / 2	-1 / 3	-1 / 5			-1 / 5	-1 / 4			-1 / 5	-1 / 4	-1 / 4		-1 / 4	-1 / 5	-1 / 5	-1 / 5	-1 / 4		-24 / 71	-76
	CALIDAD DE SUELO		5 / 6					5 / 6				4 / 4	4 / 4	4 / 4			4 / 4		-1 / 3			-1 / 3		-1 / 3	-1 / 2				-1 / 3	-1 / 2								20 / 44	108
	PERMEABILIDAD											2 / 2	2 / 2	2 / 2			2 / 2																-1 / 2	-1 / 3			6 / 13	11
	CALIDAD VISUAL																																				
	PAISAJE URBANO	-1 / 1	7 / 7	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	7 / 7												-1 / 3									-1 / 1	-1 / 1					-1 / 1		5 / 25	87
MEDIO BIOLÓGICO	FLORA																																				
	PLANTAS		3 / 4					3 / 4		-1 / 3	-1 / 2				-2 / 4	-1 / 3			-2 / 5	-2 / 4	-2 / 4	-1 / 5	-2 / 4	-2 / 5	-2 / 5				-2 / 5				-1 / 4	-1 / 5	-1 / 5	-1 / 5	-1 / 5		-16 / 72	-72
	ÁRBOLES														-1 / 3					-1 / 3	-1 / 3	-1 / 3	-1 / 3															-3 / 9	-9
	ARBUSTOS									-1 / 3					-1 / 3	-1 / 2			-2 / 5	-1 / 3	-1 / 3	-1 / 5	-2 / 5	-2 / 5					-2 / 5	-1 / 4	-1 / 4		-1 / 4	-1 / 5	-1 / 5	-1 / 5	-1 / 5		-20 / 66	-86
	FAUNA																																				
	AVES		-2 / 4					-2 / 4		-2 / 1	-2 / 1									-1 / 3	-1 / 3				-1 / 1				-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1							-14 / 20	-30
	ANIMALES DOMÉSTICOS		2 / 4					2 / 4		-2 / 1	-2 / 1									-1 / 1	-1 / 1				-1 / 1	-1 / 1			-1 / 1	-1 / 1								-6 / 16	6
	ANIMALES TERESTRES		-1 / 5	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 5		-2 / 4	-2 / 4								-1 / 4	-2 / 5	-2 / 4	-1 / 4		-1 / 4					-1 / 4				-1 / 5	-1 / 6	-1 / 6	-1 / 6	-1 / 4		-23 / 74	-91
MEDIO SOCIOECONÓMICO	FACTOR SOCIOECONÓMICO																																				
	EMPLEO	2 / 1	4 / 2	2 / 1	2 / 1	2 / 1	2 / 1	4 / 2	4 / 2	4 / 2	4 / 2	3 / 2	3 / 2	3 / 2	3 / 2	3 / 2	3 / 2	3 / 2	3 / 2	3 / 3	3 / 3	3 / 2	3 / 2	3 / 2	3 / 2	3 / 2	3 / 2	3 / 2	3 / 2	3 / 2	3 / 2	3 / 2	3 / 2	3 / 2	3 / 2	3 / 2	3 / 2	2 / 2	110 / 71	216
	TRANSPORTE	2 / 1	2 / 2	2 / 1	2 / 1	2 / 1	2 / 1	2 / 2	2 / 2	2 / 2	2 / 2	2 / 2	2 / 2	2 / 2	2 / 2	2 / 2	2 / 2	2 / 2	2 / 2	2 / 2	2 / 1	2 / 2	2 / 2	2 / 2	2 / 2	2 / 1	2 / 1	2 / 1	2 / 2	2 / 2	2 / 2	2 / 2	2 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	66 / 56	104
	CALIDAD DE VIDA		-3 / 4					-3 / 4	2 / 1	2 / 1	2 / 1	6 / 3	6 / 3	6 / 3	-1 / 1		6 / 3	2 / 2	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	2 / 2	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	3 / 3	2 / 2	1 / 1	1 / 1	1 / 1	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	50 / 66	132
	COMERCIO	1 / 1		1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1			2 / 1	2 / 1	2 / 1	1 / 1	1 / 1	2 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	2 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	2 / 1	1 / 1	1 / 1	2 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	42 / 33	42
	SALUD Y SEGURIDAD		-4 / 2	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	-4 / 2		-1 / 2	2 / 2	5 / 4	5 / 4	5 / 4	3 / 4	3 / 4	5 / 4	2 / 1	1 / 1	1 / 3	1 / 3	2 / 1	2 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	2 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 3	2 / 3	2 / 3	2 / 3	2 / 3	2 / 3	1 / 1	36 / 60	133
MAGNITUD / INTENSIDAD		4 / 4	-4 / 51	-3 / 11	-3 / 11	-3 / 11	-4 / 12	-4 / 51	6 / 8	-15 / 28	-7 / 22	29 / 27	26 / 28	29 / 27	-5 / 29	5 / 17	29 / 27	8 / 8	-4 / 30	-14 / 42	-10 / 34	-4 / 30	8 / 8	-4 / 30	2 / 14	0 / 12	8 / 8	8 / 8	-4 / 30	0 / 19	-1 / 17	4 / 10	5 / 34	1 / 39	3 / 35	2 / 39	3 / 32	3 / 5		223
PROMEDIO		4	18	-13	-13	-13	-14	18	12	-40	-21	93	90	93	-12	15	93	15	-24	-39	-28	-24	15	-24	1	-4	17	15	-24	-4	-4	9	11	-3	1	-2	4	5	223	

Fuente: propia.

7.4.5. Identificación de Impactos – E. Funcionamiento

MATRIZ DE LEOPOLD DEL DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL DISTRITO DE POMALCA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

ACCIONES / FACTORES AMBIENTALES		FASE DE OPERACIÓN																			SUMA	
		PLANTA DE RECICLAJE			PLANTA DE COMPOSTAJE			OPERACIÓN DEL RELLENO SANITARIO				ÁREA ADMINITRATIVA		DRENAJE LIXVIADOS		DRENAJE PLUVIAL		DRENAJE DE AGUAS RESIDUALES			EN OBRA	
		INGRESO DE RESIDUOS	SEGREGACIÓN DE RESIDUOS	ALMACENAMIENTO	INGRESO DE MATERIAL ORGANICO	COMPOSTA	ALMACENAMIENTO	COMPACTACIÓN Y NIVELACIÓN DIARIA	REMESTIMIENTO DIARIA DE LOS RESIDUOS	DESCOMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS	CHIMENEAS PARA GASES	INGRESO, PESAJE Y REGISTRO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	MONITOREO AMBIENTAL	OBTENCIÓN DE LIXIVIADOS	RECIRCULACIÓN DE LIXIVIADOS	RECOLECCIÓN DE AGUAS PLUVIALES	DISPOSICIÓN DE AGUAS PLUVIALES	RECOLECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES	MAGNITUD (+/-)	P R O M E D I O / N E G A T I V O
MEDIO FÍSICO	AIRE																					
	EMISIÓN DE GASES																					
	PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN																					
	NIVEL DE RUÍDO																					
	AGUA																					
	AGUA SUPERFICIAL																					
	AGUA SUBTERRÁNEA																					
	AGUA POTABLE																					
	SUELO																					
	EROSIÓN																					
	MORFOLOGÍA																					
	CALIDAD DE SUELO																					
	PERMEABILIDADAD																					
	CALIDAD VISUAL																					
	PAISAJE URBANO																					
MEDIO BIOLÓGICO	FLORA																					
	PLANTAS																					
	ÁRBOLES																					
	ARBUSTOS																					
	FAUNA																					
	AVES																					
	ANIMALES DOMÉSTICOS																					
	ANIMALES TERESTRES																					
MEDIO SOCIOECONÓMICO	FACTOR SOCIOECONÓMICO																					
	EMPLEO																					
	TRANSPORTE																					
	CALIDAD DE VIDA																					
	COMERCIO																					
	SALUD Y SEGURIDAD																					
MAGNITUD / INTENSIDAD																						
PROMEDIO																						

Fuente: propia.

7.4.6. Epata de funcionamiento

MATRIZ DE LEOPOLD DEL DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL DISTRITO DE POMALCA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

ACCIONES / FACTORES AMBIENTALES		FASE DE OPERACIÓN																			SUMA EN OBRA	
		PLANTA DE RECICLAJE			PLANTA DE COMPOSTAJE			OPERACIÓN DEL RELLENO SANITARIO				ÁREA ADMINITRATIVA		DRENAJE LIXVIADOS		DRENAJE PLUVIAL		DRENAJE DE AGUAS RESIDUALES				
		INGRESO DE RESIDUOS	SEGREGACIÓN DE RESIDUOS	ALMACENAMIENTO	INGRESO DE MATERIAL ORGÁNICO	COMPOSTA	ALMACENAMIENTO	COMPACTACIÓN Y NIVELACIÓN DIARIA	REVESTIMIENTO DIARIA DE LOS RESIDUOS	DESCOMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS	CHIMENEAS PARA GASES	INGRESO, PESAJE Y REGISTRO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	MONITOREO AMBIENTAL	OBTENCIÓN DE LIXIVIADOS	RECIRCULACIÓN DE LIXIVIADOS	RECOLECCIÓN DE AGUAS PLUVIALES	DISPOSICIÓN DE AGUAS PLUVIALES	RECOLECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES	MAGNITUD (+/-)	PROMEDIO / NEGATIVO
MEDIO FÍSICO	AIRE																					
	EMISIÓN DE GASES	-3 2			-3 2			-1 1	4 3	-4 3	-4 6	-3 2	3 4								-11 23	-31
	PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN	-1 1	-2 4		-1 1	-2 4		-2 1	-1 1			-1 1	2 2								-8 15	-18
	NIVEL DE RUÍDO	-1 1	-1 -1		-1 1	-1 -1		-1 1	-1 1			-1 1	1 1								-6 4	-2
	AGUA																					
	AGUA SUPERFICIAL												4 5			2 3	2 4				8 12	34
	AGUA SUBTERRÁNEA								4 6	-1 5			6 5	-1 5	2 4		3 5	3 5	3 6	3 4	22 45	112
	AGUA POTABLE												5 5								5 5	25
	SUELO																					
	EROSIÓN												4 5								4 5	20
	MORFOLOGÍA			-1 1		-1 1	-1 1	-1 5	3 4	-1 5			3 6								1 23	17
	CALIDAD DE SUELO							-1 4	4 6	-1 5			4 5	-1 5	2 4				3 6	3 5	13 40	71
	PERMEABILIDADAD												3 4								3 4	12
	CALIDAD VISUAL																					
	PAISAJE URBANO	-3 2	3 3		-3 2	-2 1	-2 1	-1 2	-2 2	-2 2		-3 2	4 6								-11 23	1
MEDIO BIOLÓGICO	FLORA																					
	PLANTAS		4 3	2 3		4 3	2 3						4 5								16 17	56
	ÁRBOLES		3 3	2 2		3 3	2 2						3 6								13 16	44
	ARBUSTOS		4 3	4 3		4 3	4 3						4 5								20 17	68
	FAUNA																					
	AVES		2 3	2 3			2 3	2 1	2 1				4 5								14 16	42
	ANIMALES DOMÉSTICOS		2 2	2 2			2 2	2 3	2 3				3 6								13 18	42
	ANIMALES TERESTRES		2 2	2 2			2 2	3 3	3 3				4 5								16 17	50
MEDIO SOCIOECONÓMICO	FACTOR SOCIOECONÓMICO																					
	EMPLEO	5 5	5 5	4 3	5 5	5 5	4 3	4 3	3 3		2 2	5 5	3 2								45 41	180
	TRANSPORTE	2 2	2 2	2 2	2 2	2 2	2 2	2 2	2 2			2 2									18 18	36
	CALIDAD DE VIDA	-1 3	-1 3	-1 3	-1 3	-1 3	-1 3			2 5	3 4	3 3	4 5		2 5	2 5	2 5	3 5	4 6	3 5	22 66	117
	COMERCIO	4 3	4 3	4 3	4 3	4 3	4 3	4 3	4 3			4 3									36 27	108
	SALUD Y SEGURIDAD	5 5	5 5	4 2	5 5	5 5	4 2	4 2	4 2	2 4	2 4		4 5		2 5	2 5	2 5	3 5	3 6	3 4	59 71	243
MAGNITUD / INTENSIDAD		7 24	32 40	26 29	7 24	20 32	24 30	14 31	31 40	-5 29	3 16	6 19	72 92	-2 10	8 18	6 13	9 19	9 15	13 24	12 18		1227
PROMEDIO		49	112	68	49	86	66	38	116	-13	0	36	348	-10	36	26	43	45	78	54	1227	

Fuente: propia.

7.4.7. Identificación de Impactos – E. Cierre

MATRIZ DE LEOPOLD DEL DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL DISTRITO DE POMALCA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

ACCIONES / FACTORES AMBIENTALES		FASE DE CIERRE: CIERRE DE LA INFRAESTRUCTURA DE RESIDUOS SÓLIDOS					SUMA: EN OBRA	
		COBERTURA FINAL DEL ÁREA DEL RELLENO SANITAR	MONITOREO, MANEJO Y/O TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS	DESMANTELACIÓN DE NAVES INDUSTRIALES	MONITOREO AMBIENTAL	DISEÑO Y REHABILITACIÓN PASAJÍSTICA DEL LUGAR	MAGNITUD (+/-)	PROMEDIO / NEGATIVO
MEDIO FÍSICO	AIRE							
	EMISIÓN DE GASES							
	PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN							
	NIVEL DE RUÍDO							
	AGUA							
	AGUA SUPERFICIAL							
	AGUA SUBTERRÁNEA							
	AGUA POTABLE							
	SUELO							
	EROSIÓN							
	MORFOLOGÍA							
	CALIDAD DE SUELO							
	PERMEABILIDADAD							
	CALIDAD VISUAL							
	PAISAJE URBANO							
MEDIO BIOLÓGICO	FLORA							
	PLANTAS							
	ÁRBOLES							
	ARBUSTOS							
	FAUNA							
	AVES							
	ANIMALES DOMÉSTICOS							
	ANIMALES TERESTRES							
MEDIO SOCIOECONÓMICO	FACTOR SOCIOECONÓMICO							
	EMPLEO							
	TRANSPORTE							
	CALIDAD DE VIDA							
	COMERCIO							
	SALUD Y SEGURIDAD							
MAGNITUD / INTENSIDAD								
PROMEDIO								

Fuente:propia.

7.4.8. Etapa de cierre

MATRIZ DE LEOPOLD DEL DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL DISTRITO DE POMALCA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

ACCIONES / FACTORES AMBIENTALES		FASE DE CIERRE					SUMA	
		CIERRE DE LA INFRAESTRUCTURA DE RESIDUOS SÓLIDOS					EN OBRA	
		COBERTURA FINAL DEL ÁREA DEL RELLENO SANITARIO	MONITOREO, MANEJO Y/O TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS	DESMANTELACIÓN DE NAVES INDUSTRIALES	MONITOREO AMBIENTAL	DISEÑO Y REHABILITACIÓN PASAJÍSTICA DEL LUGAR	MAGNITUD (+/-)	PROMEDIO / NEGATIVO
MEDIO FÍSICO	**AIRE**							
	EMISIÓN DE GASES	-1 / 1		-1 / 1	3 / 4	2 / 4	3 / 10	18
	PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN	-3 / 2			2 / 2	2 / 2	1 / 6	2
	NIVEL DE RUÍDO	-1 / 1		-1 / 1	1 / 1	1 / 1	0 / 4	0
	AGUA							
	AGUA SUPERFICIAL		2 / 4		4 / 5		6 / 9	28
	AGUA SUBTERRÁNEA		2 / 4		6 / 5		8 / 9	38
	AGUA POTABLE		3 / 2		5 / 5		8 / 7	31
	SUELO							
	EROSIÓN	3 / 4			4 / 5	3 / 5	10 / 14	47
	MORFOLOGÍA	3 / 3		1 / 3	3 / 6	4 / 6	11 / 18	54
	CALIDAD DE SUELO	2 / 4	3 / 4		4 / 5	5 / 5	14 / 18	65
	PERMEABILIDADAD	1 / 2			3 / 4	2 / 4	6 / 10	22
	CALIDAD VISUAL							
	PAISAJE URBANO	2 / 2	1 / 3	2 / 4	4 / 6	8 / 8	17 / 23	103
MEDIO BIOLÓGICO	**FLORA**							
	PLANTAS	1 / 2		3 / 5	4 / 5	4 / 5	12 / 17	57
	ÁRBOLES	1 / 1		1 / 1	3 / 6	2 / 6	7 / 14	32
	ARBUSTOS	1 / 1		3 / 4	4 / 5	3 / 5	11 / 15	48
	FAUNA							
	AVES	1 / 2			4 / 5	4 / 5	9 / 12	42
	ANIMALES DOMÉSTICOS	1 / 1			3 / 6	2 / 6	6 / 13	31
	ANIMALES TERESTRES	3 / 4			4 / 5	5 / 5	12 / 14	57
MEDIO SOCIOECONÓMICO	**FACTOR SOCIOECONÓMICO**							
	EMPLEO	3 / 2	3 / 2	3 / 2	3 / 2	3 / 4	15 / 12	36
	TRANSPORTE	2 / 1	1 / 1	2 / 1			5 / 3	5
	CALIDAD DE VIDA	3 / 5	4 / 5		4 / 5	4 / 5	15 / 20	75
	COMERCIO	1 / 3				5 / 5	6 / 8	28
	SALUD Y SEGURIDAD	4 / 5	4 / 5		4 / 5	4 / 5	16 / 20	80
MAGNITUD / INTENSIDAD		27 / 46	23 / 30	13 / 22	72 / 92	63 / 86		899
PROMEDIO		92	84	45	348	330	899	

Fuente:propia.

7.4.9. Descripción de los principales acciones y factores en las etapas del proyecto

Etapa de construcción

ACCIÓN	VALOR	COMENTARIO
ACCIÓN POSITIVA		
Cobertura de Geomembrana	93	Este proceso se encuentra en: drenaje pluvial y área de lixiviados. Esta acción es la que mayor favorece en la etapa de construcción, porque ayuda que los lixiviados que se origine en el relleno sanitario no contamine el suelo, las aguas subterráneas y posible vegetación.
ACCIÓN NEGATIVA		
Acopio y eliminación de material excedente	- 40	Este proceso se encuentra en: trabajos preliminares. Esta acción es la que perjudica en mayor medida en la etapa de construcción, porque se va a eliminar todo el material que sea limpiado y sea de excedente. Es decir, levantará partículas, gases y perjudicará a los trabajadores directamente.

Fuente: propia

FACTOR	VALOR	COMENTARIO
FACTOR AMBIENTAL BENEFICIADO		
Socio económico - Empleo	216	Este factor es el que más se beneficia en esta etapa, porque este proyecto generará empleo tanto a profesionales, técnicos y colaboradores que participen, generando economía mediante el empleo.
FACTOR AMBIENTAL AFECTADO		
Aire – Partículas en suspensión	-192	Este factor es el que es afectado en mayor medida en esta etapa, porque el limpiar, remover el botadero, así mismo, hacer las excavaciones y todo lo que es movimiento de tierra genera partículas en suspensión generando contaminación al factor aire.

Etapa de funcionamiento

ACCIÓN	VALOR	COMENTARIO
ACCIÓN POSITIVA		
Monitoreo Ambiental	348	Esta acción es la que beneficia en mayor medida en esta etapa, porque ayuda a controlar y supervisar que no se esté contaminando los factores ambientales, resguardando su calidad.
ACCIÓN NEGATIVA		
Descomposición de los residuos	-13	Esta acción es la que perjudica en mayor medida en esta etapa, porque dicha descomposición genera los lixiviados que amenaza en contaminar la calidad de los factores.

Fuente: propia

FACTOR	VALOR	COMENTARIO
FACTOR AMBIENTAL BENEFICIADO		
Socio económico - Salud y seguridad	243	Este factor es el que más se beneficia en esta etapa, porque el hecho de tener un relleno sanitario al aire libre, que contamina el aire, el suelo, las aguas, la fauna, flora y la población directa. Convertirse en una infraestructura diseñada que, de salud y seguridad ambiental para el uso final de los residuos, disminuye grandemente los impactos negativos.
FACTOR AMBIENTAL AFECTADO		
Aire - Emisión de gases	-31	Este factor es el que es afectado en mayor medida en esta etapa, porque la descomposición de los residuos genera gases que contaminará al aire.

Fuente: propia

Etapa de cierre

ACCIÓN	VALOR	COMENTARIO
ACCIÓN POSITIVA		
Monitoreo Ambiental	348	Esta acción es la que beneficia en mayor medida en esta etapa, porque ayuda a controlar y supervisar que no se esté contaminando los factores ambientales, resguardando su calidad.
ACCIÓN NEGATIVA		
		No hay acciones negativas en esta etapa, porque se rediseña y se cubre el relleno sanitario, generando en su mayoría impactos positivos.

Fuente: propia

FACTORES	VALOR	COMENTARIO
FACTOR AMBIENTAL BENEFICIADO		
Calidad Visual - Paisaje Urbano	103	Este factor es el que más se beneficia en esta etapa, porque al final del funcionamiento se diseñará esta planta de tratamiento mejorando grandemente la calidad visual, generando vegetación y un ambiente agradable.
FACTOR AMBIENTAL AFECTADO		
		No hay factores afectados en esta etapa, porque se rediseña y se cubre el relleno sanitario, generando en su mayoría impactos positivos.

Fuente: propia

7.4.10. Descripción del impacto promedio en cada etapa del proyecto

IMPACTO	VALOR	COMENTARIO
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN		
POSITIVO	223	Nos da este resultado dado que finalmente será beneficioso a la sociedad y sobre todo al medio ambiente.
ETAPA DE FUNCIONAMIENTO		
POSITIVO	1227	Nos da este resultado dado que finalmente será beneficioso a la sociedad y sobre todo al medio ambiente.
ETAPA DE CIERRE		
POSITIVO	899	Nos da este resultado dado que finalmente será beneficioso a la sociedad y sobre todo al medio ambiente.

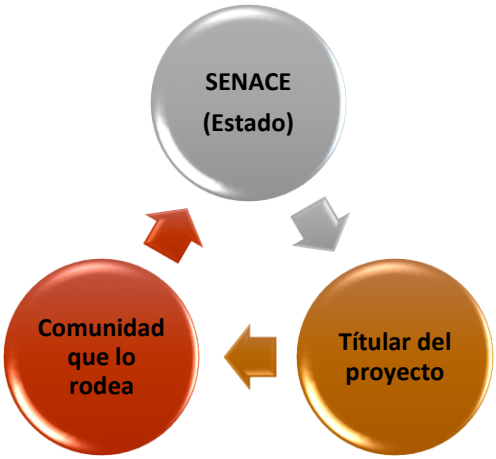
Fuente: propia

8. Plan de participación ciudadana

Se realiza este programa porque todos los ciudadanos están en el derecho de intervenir mediante su participación en los temas y proyectos públicos con respecto a los afectos ambientales que se realice en su localidad. La población contará con toda la información de la evaluación de impacto ambiental y además podrá dar aportes y opiniones.

Conocerá los beneficios y retos que trae consigo el proyecto en su comunidad. Así mismo, la comunidad podrá brindar información útil sobre su entorno ambiental y social. También se sus costumbres y conocimientos tradicionales.

9.1 Estructura de participación ciudadana



9.2 Mecanismos de participación ciudadana

Teniendo en cuenta la actual coyuntura que está viviendo nuestro país, de la pandemia a causa del COVID 19, se debe respetar los protocolos sanitarios del sector viviendo, construcción y saneamiento. Es por ello que se mencionará algunas de las medidas necesarias que se debe tener en cuenta:

- Realizar un "Plan para la vigilancia, prevención y control de COVID-19 en el trabajo", que debe ser previamente aprobado por el Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Para los talleres informativos, audiencias, oficinas y demás con participación ciudadana, debe contar con un distanciamiento de 1.50 m entre cada participante haciendo uso obligatorio de mascarilla facial y mascarilla, así como también alcohol o gel de alcohol.

8.1.1. Talleres informativos

Reuniones donde el titular o su representante dan conocimiento y explican a la población el alcance del proyecto y el estudio de impacto ambiental que se está desarrollando.

8.1.2. Audiencias públicas

Reuniones que dan por finalizado el proceso del estudio de impacto ambiental, donde el titular del proyecto o su representante ambiental, anuncia sus deberes ambientales y sociales.

8.1.3. Oficina de información

En estos espacios que serán permanentes se ubicarán personas calificadas que orientarán a la población sobre el proyecto y estudio ambiental.

8.1.4. Buzón de sugerencia

Estos estarán ubicados en lugares que sean de fácil visibilidad y acceso a la población, donde ellos podrán dejar sugerencias al estudio de impacto ambiental o al proyecto.

9. Plan de manejo ambiental

10.1 Plan de mitigación, prevención y corrección

El objetivo de este proceso es identificar los impactos negativos que se generan en los diferentes procesos del proyecto. Posterior a ello, prevenir, mitigar y corregir. En las siguientes líneas, mencionaremos algunas de ellas.

a) Etapa de construcción:

- Las partículas en suspensión que se generan a causa del movimiento de tierra, será minimizada humedeciendo dichas áreas, con la intención de no generar mucho polvo provocado por la acción de los vientos.
- Las áreas donde se almacena la tierra extraída a causa de las excavaciones se mantendrán húmeda, con la intención de no generar partículas en suspensión.
- Los trabajadores que tengan contacto directo con aquellas tareas que es inevitable la aparición de polvo, estarán previsto de un equipo de protección personal especial que les evite este contacto.
- Todas las maquinarias, vehículos y/o equipos utilizados serán revisados técnicamente para evitar que emitan gases tóxicos al ambiente, por ejemplo: monóxido de carbono, hidrocarburos y óxidos de nitrógeno, más de lo permitido.
- Se llevará un control técnico de todas las maquinarias, vehículos y/o equipos para implementar silenciadores a los requiera. Con la intención de minimizar la contaminación auditiva.
- Los trabajadores que tengan contacto directo con aquellas tareas que es inevitable el ruido, estarán previsto de un equipo de protección auditiva, para evitar esta contaminación hacia ellos.
- En este proceso de construcción se tendrá monitoreado a las áreas en las cuales sus trabajadores requieran esta protección auditiva.
- Las excavaciones y movimiento de tierra se realizarán en aquellas zonas que estrictamente sea necesario, para evitar hacer cambios en la morfología, contaminando la calidad del suelo.
- El material de cobertura que se extrae para su posterior uso, se ubicará, apilará de manera estratégica con la intención de evitar la erosión y por ende partículas en suspensión a causa del viento.

- Con respecto al Covid 19, suministrar a los trabajadores los artículos necesarios para cumplir las recomendaciones de salubridad individuales.
- Desarrollar la limpieza y desinfección diaria de las herramientas de trabajo, equipos, y materiales que sean de uso compartido. Dicha limpieza la realizará el personal designado a esta labor y se debe llevar a cabo obligatoriamente una vez culminada la jornada de trabajo.
- Se suministrará baños portátiles para los trabajadores del proyecto en una relación de 1/15. La limpieza de estos servicios estará a cargo de una empresa designada a ello.

b) Etapa de funcionamiento:

- Todos los vehículos, maquinarias y/o equipos utilizados en la recolección, proceso y eliminación de residuos sólidos, serán revisados técnicamente para evitar que emitan gases tóxicos al ambiente, por ejemplo: monóxido de carbono, hidrocarburos y óxidos de nitrógeno, más de lo permitido.
- Para controlar y evitar los malos olores que emitirán la descomposición de los residuos sólidos en el relleno sanitario, se cubrirá con una cobertura diariamente.
- El personal responsable del área del relleno sanitario, comunicará a los trabajadores de dicha área, que está totalmente prohibido la quema de los residuos sólidos.
- Se realizarán monitoreos ambientales periódicamente, con la intención de supervisar las aguas subterráneas, la vegetación, el suelo, la fauna, que estos factores no se estén contaminando.
- Con respecto al Covid 19, suministrar a los trabajadores los artículos necesarios para cumplir las recomendaciones de salubridad individuales.
- Desarrollar la limpieza y desinfección diaria de las herramientas de trabajo, equipos, y materiales que sean de uso compartido. Dicha limpieza la realizará el personal designado a esta labor y se debe llevar a cabo obligatoriamente una vez culminada la jornada de trabajo.

c) Etapa de cierre:

- Las áreas que hayan llegado a su nivel máximo de disposición final de los residuos sólidos, serán identificadas.
- Se colocará carteles, señales para evitar la colocación de residuos sólidos en las áreas del relleno sanitario que alcanzó su nivel máximo.

- Se realizará el monitoreo ambiental de los lixiviados, para buen funcionamiento.
- Se realizará el monitoreo y seguimiento ambiental de la elaboración de biogás.
- Se realizará el diseño final, para posterior cierre de la planta de tratamiento de los residuos sólidos, este diseño dará un segundo uso amigable con el medio ambiente y la sociedad.

10.2 Plan de monitoreo ambiental

Este plan se realizará mediante un programa de vigilancia o monitoreo que se basa en desarrollar labores enfocadas en impedir y prevenir los posibles impactos negativos que puede ocurrir a razón de los trabajos que se realice en el proyecto.

Este programa nos ayudará porque se tendrá información más específica en concordancia con los cambios ambientales ocasionados por las acciones del proyecto, marcando fechas, áreas dañadas, magnitud, razones y tareas necesarias para su reparación.

Las acciones mencionadas líneas arriba estarán bajo control y revisión del supervisor ambiental, e indicará a la autoridad que le competa con la intención de controlar a aquellas actividades que se realicen en el marco del trabajo, para evitar las alteraciones ambientales.

10.2.1 Supervisión de calidad del aire

Para esta etapa se realizará estudios y reconocimientos de las partículas en suspensión, clasificándolas. Esto estará bajo la guía normativa del Reglamento de Estándares de Calidad Ambiental del Aire (D.S. N.º 074-2001- PCM), que nos dará los límites permisibles aceptables de partículas en suspensión.

a) Etapa de construcción

Se efectuarán valorizaciones(estudios) cada tres meses, realizando su informe técnico con medidas de corrección y sugerencias de mejora.

b) Etapa de funcionamiento

Se efectuarán valorizaciones(estudios) cada seis meses, realizando su informe técnico con medidas de corrección y sugerencias de mejora.

c) Etapa de cierre

Se efectuarán valorizaciones(estudios) cada año por un tiempo de no menor a cinco años, realizando su informe técnico con medidas de corrección y sugerencias de mejora.

10.2.2 Supervisión de nivel de ruido

Se evaluará el nivel sonoro en el proyecto con la intención de evitar la contaminación auditiva que pueda ocasionar perjurios en su salud y por ende en su rendimiento de nuestros trabajadores y personal en general. Se estudiará los niveles que pueda ocasionar el ruido, midiendo sus decibelios. Uno puntual en el área de trabajo y los otros a una separación de 100 y 200m, de acuerdo a la recomendación del supervisor ambiental.

Esto estará bajo la guía normativa del Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido (D.S. Nª085-2003-PCM), que nos dará los límites permisibles aceptables de ruido en el aire.

a) Etapa de construcción

Se efectuarán valorizaciones(estudios) cada tres meses, realizando su informe técnico con medidas de corrección y sugerencias de mejora.

b) Etapa de funcionamiento

Se efectuarán valorizaciones(estudios) cada año, realizando su informe técnico con medidas de corrección y sugerencias de mejora.

10.2.3 Supervisión de agua superficial y subterránea

El objetivo de este monitoreo es identificar y evaluar los contaminantes que pueda ocasionarse a razón de los trabajos realizados, para ello se estudiará la calidad fisicoquímica y biológica de masa de agua tanto superficial y subterránea de la zona de estudio.

Estos son los parámetros que se tendrá que analizar: pH, Oxígeno Disuelto, Materia Orgánica, Conductividad, Nitratos, Metales Pesados, DQO, DBO, Amoniaco, Coliformes Fecales, Coliformes totales.

a) Etapa de funcionamiento

Se efectuarán valorizaciones(estudios) cada tres meses, realizando su informe técnico con medidas de corrección y sugerencias de mejora.

b) Etapa de cierre

Se efectuarán valorizaciones(estudios) cada año por un tiempo de no menor a cinco años, realizando su informe técnico con medidas de corrección y sugerencias de mejora.

10.2.4 Supervisión de la cantidad y composición de lixiviados

El propósito será identificar y determinar la aparición en la superficie de lixiviados o flujos contaminantes, en caso se produzca empozamiento o charcos de lixiviados se tomará muestras para llevarlos al laboratorio y estudiarlos.

Estos son los parámetros que se tendrá que analizar: pH, Metales Pesados, Oxígeno Disuelto, Conductividad, DQO, Amoniaco, Materia Orgánica, Nitratos.

a) Etapa de funcionamiento

Se efectuarán valorizaciones(estudios) cada tres meses, realizando su informe técnico con medidas de corrección y sugerencias de mejora.

b) Etapa de cierre

Se efectuarán valorizaciones(estudios) cada año por un tiempo de no menor a cinco años, realizando su informe técnico con medidas de corrección y sugerencias de mejora.

10.2.5 Supervisión de emisión de gases

El propósito de esta medición es identificar el porcentaje de contaminación a razón de la explosividad, con la intención de reconocer los sectores peligrosos y evitar la acumulación de metano que puede causar contingencias.

Estos son los parámetros que se tendrá que analizar: CH4, CO2, H2S, CO, O.

a) Etapa de funcionamiento

Se efectuarán valorizaciones(estudios) cada seis meses, realizando su informe técnico con medidas de corrección y sugerencias de mejora.

b) Etapa de cierre

Se efectuarán valorizaciones(estudios) cada año por un tiempo de no menor a cinco años, realizando su informe técnico con medidas de corrección y sugerencias de mejora.

10.3 Plan de asuntos sociales

Este proceso nos ayudará a poder favorecer la relación contratista que va a ejecutar el proyecto y la población beneficiaria. Su fin es identificar estrategias y mecanismos en las cuales la población pueda participar. Porque se deben intervenir de manera directa en el proyecto del cual serán beneficiarios.

10.3.1 Programa de relaciones comunitarias

Este programa será de mucha ayuda y tiene como objetivo: la población que se relaciona de manera directa con los residuos sólidos y su disposición final, pueda ejercer una correcta separación y segregación de ellos, así como cuidar su salud.

Es, por ejemplo, las asociaciones de recicladores que están vigentes en el botadero, contarán con capacitaciones para un reciclaje ambiental y sanitariamente seguro, así mismo, su equipo de protección personal, con la intención de no exponerse de manera directa.

Acciones

- Desarrollar un plan de visitas donde cada semestre puedan visitar a la planta de tratamiento los líderes de las comunidades aledañas para poder así observar el proceso que se realiza, de esta manera poder hacer sus consultas y despejar dudas. A razón de que la comunidad tenga conocimiento de este funcionamiento.

- Instalar un buzón de sugerencias donde podamos recibir las observaciones que debemos mejorar para llevar un correcto proceso de gestión ambiental.

- Disponer de volantes, folletos, trípticos que contenga información sobre el proceso de la planta de tratamiento, y todo lo que se realiza, por ejemplo: el plan de monitoreo ambiental, las instalaciones internas y sus actividades, los beneficios y desafíos que conlleva este proyecto, entre otros.

10.4 Plan de educación ambiental

Este programa tendrá como involucrados a la población de la zona, a los estudiantes, profesionales y todo aquel que sea beneficiado con esta información. Así mismo, se les explicará cómo se llevará a cabo este proyecto, la manera que se cuidará el medio ambiente, y cómo ellos van a intervenir en todo este proceso.

Acciones

- Las acciones que se realice tendrán que estar respaldada por conocimientos previos tanto teóricos y práctico en los siguientes temas: plan de manejo ambiental, de contingencia, concluyendo con el de cierre y diseño. Esto se veré reflejado y supervisado en el directivo y administrativo del proyecto.

- El personal de obra será capacitado y enseñado con respecto al medio ambiente, de esta manera se empezará sus labores en la planta, teniendo previamente formación ambiental, la sensibilización es muy importante en este caso.
- Se dará cartillas, volantes, folletos así mismo, charlas, actividades en algunos puntos públicos, donde se eduque a la población a cerca de segregar en la fuente los residuos sólidos domiciliarios. Para esto la municipalidad será un aliado importante para poder gestionar esta educación, posteriormente se sumen las instituciones públicas y privadas del distrito.

10.5 Plan de seguridad y salud

La finalidad de este programa es salvaguardar la salud y seguridad al personal trabajador y a todas las personas que se encuentren en este proyecto. En este programa estarán capacitados para actuar:

Acciones

- Áreas que tengan adecuadas instalaciones físicas e infraestructura, que brinde un entorno protegido, confortable, con iluminación adecuada y aireado.
- Equipamiento y herramientas en buen estado, para que den seguridad al realizar los trabajos correspondientes.
- Se contará con equipos de protección personal acorde a la tarea y área que se utilice.
- Personal de trabajo capacitado y formado para tratar y actuar frente a situaciones donde se ponga en riesgo la seguridad y salud.
- Revisión médica cada semestre al personal de trabajo que opere en esta planta de tratamiento, con la intención de evitar algún mal que se esté propagando.
- Con respecto al Covid 19, suministrar a los trabajadores los artículos necesarios para cumplir las recomendaciones de salubridad individuales.
- Desarrollar la limpieza y desinfección diaria de las herramientas de trabajo, equipos, y materiales que sean de uso compartido. Dicha limpieza la realizará el personal designado a esta labor y se debe llevar a cabo obligatoriamente una vez culminada la jornada de trabajo

10.6 Plan de contingencias

Este plan tiene como fin controlar y en lo más posible evitar ciertos accidentes que puedan suscitarse en el transcurso de las etapas y labores del proyecto, estos son: construcción, funcionamiento y cierre. Por esta razón se ha proyectado las siguientes indicaciones.

10.6.1 Contingencias Operacionales

a) Suspensión del desarrollo de aceptación de residuos sólidos

Etapa de Proyecto: Funcionamiento

Magnitud: Alta, porque si el proceso de recolección diaria de residuos se deja de recepcionar en la planta de tratamiento, habrá momento de picos altos de recolección de dichos residuos, y por ende colapsará, es decir, no se abastecerá el recibimiento en las celdas diarias de trabajo.

Posibilidad de suceso: Media, debido a que el flujo de recepción de los residuos, está planificado teniendo en cuenta la información otorgada por la municipalidad. Los meses festivos y por ende donde se podría acumular mayor cantidad, se tendrá todo ello monitoreado.

Prevención: Llevar el flujo de funcionamiento de acuerdo al manual de operación que ayudará en esta investigación.

Reparación: Se debe contar con otra área de disposición final de los residuos, en caso suceda una interrupción en la recepción de los residuos. Se recomienda que sea en el rellano sanitario más cercano.

b) Suspensión del desarrollo del pesaje de residuos sólidos

Etapa de Proyecto: Funcionamiento

Magnitud: Medio. Si se suspende la actividad de pesaje, no se tendrá el control de ingreso de los residuos sólido, esto conlleva algunas dificultades en las facturaciones correspondientes de sus trabajos.

Posibilidad de suceso: Medio. Porque esta actividad importante en el proceso de la planta de tratamiento, está manejada por un proceso electromagnético, el cual cabe la posibilidad que en algún momento tenga fallas.

Prevención: Guiarse y ejecutar las recomendaciones e indicaciones del fabricante de la maquinaria. Así mismo, realizar mantenimiento semestralmente del área de peaje y sobre todo de la maquinaria, para de esa manera no pueda fallar.

Reparación: Se debe contar una balanza externa que pueda darnos esos valores hasta que se arregle la propia. Otra opción sería, tener en la planta de tratamiento una báscula portátil, para realizar el pesaje.

c) Suspensión del desarrollo de la celda diaria para disposición final de los residuos sólidos

Etapa de Proyecto: Funcionamiento

Magnitud: Alta, debido que, al ocurrir una suspensión de esta etapa, puede obstruir a todo el proceso de recolección de residuos sólidos.

Posibilidad de suceso: Baja, las etapas de recolección de residuos sólidos están evaluadas y así mismo, las áreas y celdas necesarias también están previstas técnicamente.

Prevención: Se deberá guiarse del manual de funcionamiento, donde se tendrá todos los procesos de la planta.

Realizar un diseño acorde a lo recolectado diario y con suficiente espacio para flujo de camiones recolectores.

Reparación: Instalar celdas secundarias con el propósito de prevenir la obstrucción de uno de ellos. De esa manera el proceso siga.

Contar con áreas de celdas disponibles para continuar el proceso.

d) Rotura o punzonamiento de geomembrana

Etapa de Proyecto: Funcionamiento

Magnitud: Alto, que la geomembrana tenga roturas, ocasionaría que los lixiviados ingresen y entren en contacto con el suelo y las aguas subterráneas, trayendo consigo la contaminación de estas, perjudicando su posterior utilización.

Posibilidad de suceso: Baja, porque los materiales que se han utilizarán están cuidadosamente instalados y además se tiene su control de calidad.
Así mismo, existirá otras capas que ayudan a impermeabilizar la geomembrana.

Prevención: Se deberá guiarse del manual de funcionamiento, donde se tendrá todos los procesos de la planta.

Antes de realizarse el funcionamiento de la planta, debe pasar su control de calidad.

Reparación: Se instalará la protección de la geomembrana mediante un geotextil y además de una capa de arcilla.

Instalar y utilizar una geomembrana que cumpla con la resistencia que requiere para afrontar situaciones adversas de alto orden.

e) Interrupción en el proceso y tratamiento de lixiviados

Etapa de Proyecto: Funcionamiento

Magnitud: Alta, dado que, si este proceso y tratamiento de lixiviados tiene alguna falla, ocasionará que dichos lixiviados se envíen hacia una masa de agua con los contaminantes altos, ocasionará la contaminación del medio ambiente.

Posibilidad de suceso: Baja, porque este proceso y tratamiento se ha diseñado teniendo en cuenta la capacidad que pueda almacenar y tratar, con la adición de factores de seguridad que se ha tenido en cuenta, por ejemplo, en épocas de lluvia estas no causen inconveniente.

Prevención: Se deberá guiarse del manual de funcionamiento, donde se tendrá todos los procesos de la planta.

Reparación: diseñar e instalar áreas que se utilicen de almacén temporal de los lixiviados para aquellas fechas de caudales grandes(críticos).

f) Contingencias ocasionadas por la naturaleza

Inundaciones

Etapa de Proyecto: Construcción y funcionamiento

Magnitud: Media, porque podría ocasionar la obstrucción del proceso del tratamiento de los residuos sólidos. Ocasionando impedimento de acceso de los camiones recolectores.

Posibilidad de suceso: Baja, dado que, en el área del terreno del proyecto, no se encuentran grandes fuentes de agua superficiales.

Sismos

Etapa de Proyecto: Construcción, funcionamiento y cierre

Magnitud: Alta, un movimiento brusco de la tierra, puede originar desniveles y erosiones en las celdas de transición perjudicando al relleno sanitario e instalaciones auxiliares.

Posibilidad de suceso: Media, en la zona de proyecto no se han presentado sismos de magnitud alta, es decir, no han afectado en gran medida las obras en el distrito, esto de acuerdo a la zonificación sísmica en la que nos encontremos.

g) Contingencias externas al proceso de tratamiento

Inactividad de trabajadores

Etapa de Proyecto: Construcción y funcionamiento

Magnitud: Media, la interrupción de labores en las etapas del proyecto ocasionará inconvenientes en la operación del tratamiento de residuos sólidos.

Posibilidad de suceso: Baja, porque la población estará orientada a cerca de todas las etapas del proyecto, además se escuchará las recomendaciones y sugerencias de los trabajadores del proyecto.

Prevención: Se realizará seguimiento a las poblaciones de la zona, siendo estas escuchadas y tratadas. Con la intención de mejorar los retos que se tengan. Así mismo, se mantendrán los buzones de recomendaciones y quejas para el personal de trabajo con la idea de mantener una mejor comunicación entre colaborador y entidad.

Reparación: En caso se manifestará una huelga, se deberá mantener la comunicación y los acuerdos previamente pactados por la entidad, el estado y la población.

Se tendrá en cuenta a personal que pueda sustituir a aquellos que no trabajen para así continuar con las etapas.

10.7 Plan de cierre de funcionamiento

Este plan tiene como fin manejar el cierre del funcionamiento de la planta de tratamiento y lo que con ella lleva, es decir, reciclaje, compostaje y relleno sanitario. Además, tener en cuenta las acciones realizables que se tendrá que realizar para tener un área amigable con el medio ambiente y la sociedad.

Acciones

a) Diseño de la cobertura final

Para el diseño se debe cumplir con dos objetivos principales e importantes: evitar el ascenso de emisiones contaminantes a la superficie, esto por largo plazo después del cierre final del relleno. Además, soportar la vegetación que se planteará en las capas de la cobertura final o cualquier otra utilización que se le de a esa área.

b) Sistema de inspección de aguas superficiales y drenaje

Con respecto al drenaje se debe tener en cuenta para su diseño el largo plazo de utilización. Se tendrá de conocimiento que las precipitaciones se deslizarán por la cobertura final del relleno sanitario, esto no tendrá que causar inconvenientes de mayor escala, tales como: erosión o filtración de las aguas hacia el relleno. Al diseñar las

conexiones de drenaje con la intención de controlar y supervisar las aguas por el drenaje, se tendrá en mente los siguientes puntos básicos.

- Recolección y alejamiento de las aguas pluviales al exterior del relleno sanitario.
- Instalación de canalización de precipitaciones. Estas deben ser de velocidades prudentes para que no erosione la cubierta del relleno sanitario
- Utilización de pendientes en la superficie que desvié la escorrentía superficial de manera máximo y a su vez, no genere erosión a la superficie.
- Uso de materiales según el diseño y las condiciones del drenaje que puedan ser monitoreadas y de fácil cambio en caso se requiera.

c) Monitoreo de gases del relleno sanitario

El proceso que se empleó en la etapa de funcionamiento con respecto a los gases, será el mismo utilizado en esta etapa de cierre de funcionamiento para controlar los gases, es decir, deberá de seguir operando. De igual manera, el sistema de chimeneas instaladas en el relleno sanitario seguirá utilizándose en esta etapa de cierre.

d) Monitoreo y tratamiento de lixiviados

El proceso que se empleó en la etapa de funcionamiento con respecto a los líquidos lixiviados, será el mismo utilizado en esta etapa de cierre de funcionamiento para controlar y tratar los lixiviados, es decir, deberá de seguir operando. La cantidad tiene una relación directa con la cobertura final del relleno, los tipos de residuos compactados y las precipitaciones.

e) Monitoreo de supervisión ambiental

El monitoreo ambiental es un aliado indispensable para todo este proceso, y más aún poder controlar los impactos negativos que causa la descomposición de los residuos.

f) Utilizaciones del relleno sanitario

Al momento de clausurar un relleno sanitario debemos iniciar el proceso de dar uso a dicho relleno, esto depende de la necesidad y características de la zona. Así como, la inversión que se quiera dar a este caso.

Los posibles usos que se puede dar a un relleno sanitario clausurado son: parques, reservas naturales, instalación de jardines botánicos, actividades de recreación, estacionamientos, entre otros.

10.8 Plan de inversiones

Este plan hace mención detallada de la inversión y por ende los costos del proyecto, según el plan de manejo ambiental.

Tabla 6: Plan de inversiones

N°	Plan	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Años	Costo Parcial	Costo Total
1	Mitigación, prevención y corrección	**Etapa de Construcción**						
		Disminución del polvo	und	3.00	850.00	2	5100.00	
		Equipo de protección personal*						
		Controles Técnicos	und	3.00	450.00	2	2700.00	
		Controles Covid 19	und	3.00	450.00	2		
		Instalación de Señalización	glb	1.00	1300.00	1	1300.00	
		Etapa de Funcionamiento						
		Controles Técnicos	und	3.00	450.00	20	27000.00	
		Monitoreo Ambiental	und	3.00	450.00	2		
		Mantenimiento Técnicos*						
		Etapa de cierre						
		Monitoreo Ambiental	und	3.00	2500.00	5	37500.00	
		Instalaciónn de Señalización	glb	1.00	1300.00	1	1300.00	
		SUB TOTAL						**74900.00**
2	Monitoreo ambiental	**Etapa de construcción**						
		Supervisión de calidad del aire	und	1.00	850.00	1	850.00	
		Supervisión de niveles de ruido	und	1.00	450.00	1	450.00	
		Etapa de Funcionamiento						
		Supervisión de calidad del aire	und	1.00	850.00	20	17000.00	
		Supervisión de niveles de ruido	und	1.00	450.00	20	9000.00	
		Supervisión de agua superficial y subterránea	und	1.00	3100.00	20	62000.00	
		Supervisión de la cantidad y composición de lixiviado	und	1.00	3100.00	20	62000.00	
		Supervisión de la emisión de gases	und	1.00	2400.00	20	48000.00	
		Etapa de cierre						
		Supervisión de calidad del aire	und	1.00	850.00	5	4250.00	
		Supervisión de agua superficial y subterránea	und	1.00	3100.00	5	15500.00	
		Supervisión de la cantidad y composición de lixiviado	und	1.00	3100.00	5	15500.00	
		Supervisión de la emisión de gases	und	1.00	2400.00	5	12000.00	
		SUB TOTAL						**246550.00**
3	Asuntos sociales	Plan de visitas al proyecto	und	3.00	500.00	2	3000.00	
		Instalación de buzones, oficinas de información	und	3.00	250.00	2	1500.00	
		SUB TOTAL						**4500.00**
4	Educación y capacitación ambiental	Instrumentos educativo	und	10.00	4.00	1	40.00	
		Capacitaciones al personal de obra	und	2.00	750.00	20	30000.00	
		Capacitaciones a la población de la zona	und	2.00	1200.00	20	48000.00	
		SUB TOTAL						**78040.00**
5	Programa de seguridad y salud	Controles Covid 19	und	3.00	200.00	21	12600.00	
		Equipo de protección personal*						
		Capacitación, formación y actuación*						
		Botiquin*						
		Extintores*						
		Vacunas						
		Revisión Médicos	und	1.00	1200.00	21	25200.00	
		Seguros						
		SUB TOTAL						**37800.00**
6	Contingencias y prevensión	Reconocimiento de probables riesgos	glb	1.00	1200.00	1	1200.00	
		Instalación del sistema de alerta	glb	1.00	2500.00	1	2500.00	
		Instrucción del plan de contingencia	glb	1.00	5500.00	1	5500.00	
		SUB TOTAL						**9200.00**
7	Cierre de funcionamiento	Limpieza	glb	1.00	5000.00	1	5000.00	
		Desmontaje de estructuras metálicas						
		Monitoreo Ambiebtal	und	2.00	4500.00	5	45000.00	
		Diseño de uso	und	2.00	3000.00	5	30000.00	
		SUB TOTAL						**80000.00**
		COSTO TOTAL						**S/.530,990.00**

Fuente: propio

10.9 Cronograma de actividades

Tabla 7: Cronograma de actividades

N°	Plan	Descripción	TOTAL AÑOS	MESES											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Mitigación, prevención y corrección	**Etapa de Construcción**													
		Disminución del polvo	1	x	x	x	x	x	x						
		Utilización de equipo de protección personal	20	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Controles Técnicos	1	x		x		x							
		Instalación de Señalización	1	x				x							
		Etapa de Funcionamiento													
		Controles Técnicos	20	x			x			x			x		
		Monitoreo Ambiental	20	x			x			x			x		
		Etapa de cierre													
		Controles Técnicos	5	x						x					
		Monitoreo Ambiental	5	x						x					
2	Monitoreo ambiental	**Etapa de construcción**													
		Supervisión de calidad del aire	1			x			x						
		Supervisión de niveles de ruido	1			x			x						
		Etapa de Funcionamiento													
		Supervisión de calidad del aire	20						x						x
		Supervisión de niveles de ruido	20						x						x
		Supervisión de agua superficial y subterránea	20			x			x			x			x
		Supervisión de la cantidad y composición de lixiviado	20			x			x			x			x
		Supervisión de la emisión de gases	20						x						x
		Etapa de cierre													
		Supervisión de calidad del aire	5												x
		Supervisión de agua superficial y subterránea	5						x						x
		Supervisión de la cantidad y composición de lixiviado	5						x						x
		Supervisión de la emisión de gases	5												x
3	Asuntos sociales	Plan de visitas al proyecto	2	x											
		Instalación de buzones, oficinas de información	2	x						x					
4	Educación y capacitación ambiental	Instrumentos educativo	20												
		Capacitaciones al personal de obra	20	x											
		Capacitaciones a la población de la zona	20	x						x					
5	Programa de seguridad y salud	Controles Covid 19	20	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Utilización de equipo de protección personal	20	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Capacitación, formación y actuación	21	x					x						
		Revisión Médica	21						x						
6	Contingencias y prevensión	Reconocimiento de probables riesgos	21	x											
		Instalación del sistema de alerta	21	x											
		Instrucción del plan de contingencia	21	x											
7	Cierre de funcionamiento	Limpieza	1	x											
		Desmontaje de estructuras metálicas	5				x				x				x
		Monitoreo Ambiebtal	5						x						x
		Diseño de uso	5						x						x

Fuente: propia

11 Plan de compensación ambiental

En el área directa del proyecto existe un botadero a cielo abierto, este impacto negativo será compensado al momento de construir la planta de tratamiento de residuos sólidos. Así mismo, los factores ambientales contaminados serán restituidos. Es decir, no se ha detectado ningún impacto negativo que no pueda ser compensado.

12 Conclusiones

- La principal acción positiva realizada en la etapa de construcción es: cobertura de geomembrana. Con un valor de +93.
- La principal acción negativa realizada en la etapa de construcción es: acopio y eliminación de material excedente. Con un valor de -40.
- El principal factor ambiental beneficiado en la etapa de construcción es: socio económico (empleo). Con un valor de 216.
- El principal factor ambiental afectado en la etapa de construcción es: aire (partículas en suspensión). Con un valor de -192.
- La principal acción positiva realizada en la etapa de funcionamiento es: monitoreo ambiental. Con un valor de +348.
- La principal acción negativa realizada en la etapa de funcionamiento es: descomposición de los residuos. Con un valor de -13.
- El principal factor ambiental beneficiado en la etapa de funcionamiento es: socio económico (salud y seguridad). Con un valor de 243.
- El principal factor ambiental afectado en la etapa de funcionamiento es: aire (Emisión de gases). Con un valor de -31.
- La principal acción positiva realizada en la etapa de cierre es: monitoreo ambiental. Con un valor de +348.
- El principal factor ambiental beneficiado en la etapa de cierre es: calidad visual (paisaje urbano). Con un valor de 103.
- El impacto ambiental final en la etapa de construcción tiene un valor de 223.
- El impacto ambiental final en la etapa de funcionamiento tiene un valor de 1227.
- El impacto ambiental final en la etapa de cierre tiene un valor de 899.

13 Recomendaciones

- Se recomienda que en el proceso de construcción no solo se debe guiar por las memorias descriptivas y el expediente técnico, sino además tomar en cuenta el correcto manejo de los recursos naturales, el medio ambiente y los factores sociales.
- Capacitar a la población del distrito de Pomalca a segregar sus residuos sólidos en la fuente. Para así tener una mejor optimización en el reciclaje de la planta de tratamiento.
- Se recomienda emprender proyectos de reciclaje con la población.

- La realización del proyecto en sus tres etapas debe estar en coordinación y acuerdo entre la entidad constructora, el estado y la población.
- Se recomienda el correcto monitoreo de la integridad respecto al Covid 19.

14 Referencias

[1] SINIA, Decreto Supremo N° 074-2001-PCM, Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire Disponible en: https://sinia.minam.gob.pe/normas/reglamento-estandares-nacionales-calidad-ambiental-aire

[2] Weather Spark, «El clima y el tiempo promedio en todo el año en Pomalca» https://es.weatherspark.com/y/19272/Clima-promedio-en-Pomalca-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o (acceso: 13 de enero del 2022).

[3] Sector energía y minas INGEMMET, instituto geológico, minero y metalúrgico "Boletín Ingemmet. Serie A: Carta Geológica Nacional" [En línea]. Disponible en: https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/157#files (acceso: 13 de enero del 2022).

[4] Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Chiclayo, 2017.

[5] SUSALUD, «Registro Nacional de Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud RENIPRESS», Listado de establecimientos registrado en el Renipress. [En línea]. Disponible en: http://app20.susalud.gob.pe:8080/registro-renipress-webapp/listadoEstablecimientosRegistrados.htm?action=mostrarBuscar#no-back-button (acceso: 15 de enero del 2022).

[6] Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres CENEPRED, Informe de evaluación del riesgo originado por lluvias intensas de los centros poblados de Pomalca e Invernillo, distrito de Pomalca, provincia Chiclayo, Departamento de Lambayeque, diciembre 2017.

[7] V. Consesa y L. Conesa, *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*, 4th ed. Madrid: Mundi-Prensa, 2010

ANEXO 10

EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD DEL PROYECTO

1. Objetivo

Realizar el estudio de rentabilidad para el diseño de la infraestructura para el tratamiento de residuos sólidos del distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque

2. Ubicación

El área de proyecto y por ende de estudio de esta investigación se encuentra ubicado en el distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

3. Metodología del estudio

Para realizar el estudio de rentabilidad de este proyecto se ha considerado los ingresos y egresos (gastos) que se realizará al inicio y largo de la vida útil de esta infraestructura de tratamiento de Residuos sólidos. Tales como gastos de inversión expresada en el presupuesto del mismo, posterior a ellos se analizó los gastos de elaboración del producto terminado a reciclar y compostar, entre ellos tenemos los gastos directos e indirectos, los cuales ayudan al proceso del producto final. Así mismo, gastos de mano de obra, consumo de servicios eléctrico y de agua potable, básicamente lo que necesita una infraestructura para su funcionamiento.

3.1 Composición de Residuos Sólidos

Al establecer la rentabilidad del proyecto, se considerará los ingresos de residuos sólidos. Para ello necesitamos saber la composición física de los residuos que se reciclarán en estas plantas de tratamiento.

Tabla 1: Composición de los Residuos Sólidos

Reaprovechables	Orgánicos	58.01%	Planta de compostaje
	Inorgánicos	19.5%	Planta de Reciclaje
No Aprovechables	Inorgánicos	22.49%	Relleno Sanitario

Fuente: Estudio de Caracterización

Tabla 2: Composición por residuo municipales obtenidos

	Tipo de Residuo sólido	Composición %	Generación (kg)
1	**Residuos aprovechables**	77.51	7862.614
1.1	**Residuos Orgánicos**	58.01	4561.103
1.2	**Residuos Inorgánicos**	19.5	1533.21
1.2.1	Papel	3.26	49.983
1.2.2	Cartón	3.95	60.562
1.2.3	Vidrio	4.34	66.541
1.2.4	Plástico	6.24	95.672
1.2.5	Tetra bik (envases multicapa)	0	0
1.2.6	Metales	1.71	26.218
1.2.7	Textiles (telas)	0	0
1.2.8	Caucho, cuero, jebe	0	0
2	**Residuos no reaprovechables**	22.49	2281.386
	Total	**100**	**10144**

Fuente: Estudio de Caracterización

3.2 Precios unitarios de residuos reaprovechables

Se destaca dos (02) tipos de residuos sólidos reaprovechables, como por ejemplo los residuos sólidos orgánicos, el cual tiene como producto final el compost; también están los residuos inorgánicos, en el cual se pretenden reaprovecharlos, como los productos finales, sacos de metal, pacas comprimidas de plástico (plásticos PET, Tetrapak y duro). Adquiriendo los siguientes precios unitarios por producto:

Tabla 3: Precio de productos terminados

Producto	Precio de Venta (S/kg)	Presentación	Precio de venta (s/und)
Sacos de metal	0.65	Sacos de 50 kg	32.50
Pacas comprimidas de Plástico DURO	0.65	Cubos de 50 kg	32.50
Pacas comprimidas de Plástico PET	0.65	Cubos de 50 kg	32.50
Pacas comprimidas de Tetrapak	0.65	Cubos de 50 kg	32.50
Pacas comprimidas de papel y cartón reciclado	0.65	Cubos de 50 kg	32.50
Compost	1.8	Sacos de 50 kg	90.00

Fuente: Elaboración propia

1.1 Cantidad e Ingresos por residuos reaprovechables

Teniendo los precios unitarios de los productos obtenidos en reciclaje y compostaje, se calculará cuanto de estos residuos se genera por año en el distrito de Pomalca y multiplicado por su costo podremos obtener los ingresos por cada residuo.

Tabla 4: Ingreso total del producto reciclable

Generación de Residuos		Producto reciclable										Precio total del Reciclaje (S/:)
		Metal (kg)	Precio de Venta (S/kg)	Plástico Duro (kg)	Precio de Venta (S/kg)	Plástico PET (kg)	Precio de Venta (S/kg)	Tetrapak (kg)	Precio de Venta (S/kg)	Papel y cartón reciclado (kg)	Precio de Venta (S/kg)	
Año	Anual (kg/año)	1.71 %	S/.0.65	2.08 %	S/.0.65	2.08 %	S/.0.65	2.08 %	S/.0.65	7.21 %	S/.0.65	
2021	1093954.72	18706.63	S/.12,159.31	22754.26	S/.14,790.27	22754.26	S/.14,790.27	22754.26	S/.14,790.27	78874.14	S/.51,268.19	S/.107,798.30
2022	1114891.60	19064.65	S/.12,392.02	23189.75	S/.15,073.33	23189.75	S/.15,073.33	23189.75	S/.15,073.33	80383.68	S/.52,249.39	S/.109,861.42
2023	1136223.02	19429.41	S/.12,629.12	23633.44	S/.15,361.74	23633.44	S/.15,361.74	23633.44	S/.15,361.74	81921.68	S/.53,249.09	S/.111,963.42
2024	1157955.64	19801.04	S/.12,870.68	24085.48	S/.15,655.56	24085.48	S/.15,655.56	24085.48	S/.15,655.56	83488.60	S/.54,267.59	S/.114,104.95
2025	1180096.22	20179.65	S/.13,116.77	24546.00	S/.15,954.90	24546.00	S/.15,954.90	24546.00	S/.15,954.90	85084.94	S/.55,305.21	S/.116,286.68
2026	1202695.50	20566.09	S/.13,367.96	25016.07	S/.16,260.44	25016.07	S/.16,260.44	25016.07	S/.16,260.44	86714.35	S/.56,364.32	S/.118,513.61
2027	1225717.43	20959.77	S/.13,623.85	25494.92	S/.16,571.70	25494.92	S/.16,571.70	25494.92	S/.16,571.70	88374.23	S/.57,443.25	S/.120,782.20
2028	1249169.07	21360.79	S/.13,884.51	25982.72	S/.16,888.77	25982.72	S/.16,888.77	25982.72	S/.16,888.77	90065.09	S/.58,542.31	S/.123,093.12
2029	1273057.64	21769.29	S/.14,150.04	26479.60	S/.17,211.74	26479.60	S/.17,211.74	26479.60	S/.17,211.74	91787.46	S/.59,661.85	S/.125,447.10
2030	1297390.41	22185.38	S/.14,420.49	26985.72	S/.17,540.72	26985.72	S/.17,540.72	26985.72	S/.17,540.72	93541.85	S/.60,802.20	S/.127,844.85
2031	1322220.93	22609.98	S/.14,696.49	27502.20	S/.17,876.43	27502.20	S/.17,876.43	27502.20	S/.17,876.43	95332.13	S/.61,965.88	S/.130,291.65
2032	1347511.52	23042.45	S/.14,977.59	28028.24	S/.18,218.36	28028.24	S/.18,218.36	28028.24	S/.18,218.36	97155.58	S/.63,151.13	S/.132,783.79
2033	1373316.89	23483.72	S/.15,264.42	28564.99	S/.18,567.24	28564.99	S/.18,567.24	28564.99	S/.18,567.24	99016.15	S/.64,360.50	S/.135,326.65
2034	1399598.68	23933.14	S/.15,556.54	29111.65	S/.18,922.57	29111.65	S/.18,922.57	29111.65	S/.18,922.57	100911.06	S/.65,592.19	S/.137,916.45
2035	1426364.78	24390.84	S/.15,854.04	29668.39	S/.19,284.45	29668.39	S/.19,284.45	29668.39	S/.19,284.45	102840.90	S/.66,846.59	S/.140,553.99
2036	1453623.23	24856.96	S/.16,157.02	30235.36	S/.19,652.99	30235.36	S/.19,652.99	30235.36	S/.19,652.99	104806.23	S/.68,124.05	S/.143,240.03
2037	1481480.10	25333.31	S/.16,466.65	30814.79	S/.20,029.61	30814.79	S/.20,029.61	30814.79	S/.20,029.61	106814.71	S/.69,429.56	S/.145,985.05
2038	1509798.20	25817.55	S/.16,781.41	31403.80	S/.20,412.47	31403.80	S/.20,412.47	31403.80	S/.20,412.47	108856.45	S/.70,756.69	S/.148,775.51
2039	1538684.40	26311.50	S/.17,102.48	32004.64	S/.20,803.01	32004.64	S/.20,803.01	32004.64	S/.20,803.01	110939.14	S/.72,110.44	S/.151,621.96
2040	1568148.70	26815.34	S/.17,429.97	32617.49	S/.21,201.37	32617.49	S/.21,201.37	32617.49	S/.21,201.37	113063.52	S/.73,491.29	S/.154,525.37
2041	1598150.35	27328.37	S/.17,763.44	33241.53	S/.21,606.99	33241.53	S/.21,606.99	33241.53	S/.21,606.99	115226.64	S/.74,897.32	S/.157,481.74
Total		**477945.84**	**S/.310,664.80**	**581361.02**	**S/.377,884.66**	**581361.02**	**S/.377,884.66**	**581361.02**	**S/.377,884.66**	**2015198.54**	**S/.1,309,879.05**	**S/.2,754,197.83**

Fuente: propia

Tabla 5: Ingreso total del producto compostable

Generación de Residuos		Producto Compostable		Precio total del Compostaje (S/:)
		Compost (kg)	Precio de Venta (S/kg)	
Año	Anual (kg/año)	58.01 %	S/.1.80	
2021	1049445.67	608783.43	S/.1,095,810.18	S/.1,095,810.18
2022	1069530.69	620434.76	S/.1,116,782.56	S/.1,116,782.56
2023	1089994.22	632305.65	S/.1,138,150.16	S/.1,138,150.16
2024	1110842.62	644399.80	S/.1,159,919.65	S/.1,159,919.65
2025	1132082.38	656720.99	S/.1,182,097.78	S/.1,182,097.78
2026	1153762.17	669297.44	S/.1,204,735.39	S/.1,204,735.39
2027	1175847.42	682109.09	S/.1,227,796.36	S/.1,227,796.36
2028	1198344.91	695159.88	S/.1,251,287.78	S/.1,251,287.78
2029	1221261.53	708453.81	S/.1,275,216.86	S/.1,275,216.86
2030	1244604.29	721994.95	S/.1,299,590.91	S/.1,299,590.91
2031	1268424.55	735813.08	S/.1,324,463.55	S/.1,324,463.55
2032	1292686.16	749887.24	S/.1,349,797.03	S/.1,349,797.03
2033	1317441.60	764247.87	S/.1,375,646.17	S/.1,375,646.17
2034	1342654.07	778873.63	S/.1,401,972.53	S/.1,401,972.53
2035	1368331.16	793768.91	S/.1,428,784.03	S/.1,428,784.03
2036	1394480.56	808938.17	S/.1,456,088.71	S/.1,456,088.71
2037	1421204.03	824440.46	S/.1,483,992.83	S/.1,483,992.83
2038	1448369.98	840199.43	S/.1,512,358.97	S/.1,512,358.97
2039	1476080.90	856274.53	S/.1,541,294.15	S/.1,541,294.15
2040	1504346.41	872671.35	S/.1,570,808.43	S/.1,570,808.43
2041	1533127.40	889367.20	S/.1,600,860.97	S/.1,600,860.97
Total		**15554141.66**	**S/.27,997,454.99**	**S/.27,997,454.99**

Fuente: propia

1.2 Ingreso total de material reciclable y compostable

Mediante los precios unitarios de los productos terminados obtenidos para el tratamiento de residuos, se establece el plan de ingresos a nivel anual, considerando los años de proyección del proyecto y la cantidad de obtención del producto por año, se determina los siguientes ingresos totales por la venta de los residuos reciclables y compostable.

Tabla 6: Plan de ingresos anuales

Plan de ventas			
Año	Precio total del Reciclaje (S/:)	Precio total del Compostaje (S/:)	Ingresos Totales (S/)
2021	S/.107,798.30	S/.1,095,810.18	S/.1,203,608.47
2022	S/.109,861.42	S/.1,116,782.56	S/.1,226,643.98
2023	S/.111,963.42	S/.1,138,150.16	S/.1,250,113.58
2024	S/.114,104.95	S/.1,159,919.65	S/.1,274,024.60
2025	S/.116,286.68	S/.1,182,097.78	S/.1,298,384.46
2026	S/.118,513.61	S/.1,204,735.39	S/.1,323,249.00
2027	S/.120,782.20	S/.1,227,796.36	S/.1,348,578.55
2028	S/.123,093.12	S/.1,251,287.78	S/.1,374,380.91
2029	S/.125,447.10	S/.1,275,216.86	S/.1,400,663.96
2030	S/.127,844.85	S/.1,299,590.91	S/.1,427,435.76
2031	S/.130,291.65	S/.1,324,463.55	S/.1,454,755.20
2032	S/.132,783.79	S/.1,349,797.03	S/.1,482,580.82
2033	S/.135,326.65	S/.1,375,646.17	S/.1,510,972.81
2034	S/.137,916.45	S/.1,401,972.53	S/.1,539,888.98
2035	S/.140,553.99	S/.1,428,784.03	S/.1,569,338.02
2036	S/.143,240.03	S/.1,456,088.71	S/.1,599,328.74
2037	S/.145,985.05	S/.1,483,992.83	S/.1,629,977.88
2038	S/.148,775.51	S/.1,512,358.97	S/.1,661,134.48
2039	S/.151,621.96	S/.1,541,294.15	S/.1,692,916.11
2040	S/.154,525.37	S/.1,570,808.43	S/.1,725,333.81
2041	S/.157,481.74	S/.1,600,860.97	S/.1,758,342.70
TOTAL	**S/.2,754,197.83**	**S/.27,997,454.99**	**S/.30,751,652.82**

Fuente: Elaboración propia

1.3 Inversión inicial para el proyecto

Una vez que hayamos establecido los ingresos a raíz del producto terminado por cada año que se conseguirá a causa del reaprovechamiento de los residuos sólidos ingresados a la planta. Se considerará una inversión inicial de la planificación, el cual es el costo total del proyecto, siendo el siguiente aporte:

Tabla 7: Presupuesto general de obra

COSTO DIRECTO	4143620.79
GASTOS GENERALES (10% CD)	414362.079
UTILIDAD (8% CD)	331489.6632
SUB TOTAL	4889472.532
IMPUESTO (IGV 18%)	880105.0558
MONTO REFERENCIAL DE OBRA (VR)	5769577.588
GASTOS DE SUPERVISIÓN (5% VR)	288478.8794
Total de Presupuesto (S/.)	**S/.6,058,056.47**

Fuente: Elaboración propia

Desagregado de Gastos Generales

Tabla 8: Desagregado de gastos generales

DESAGREGADO DE GASTOS GENERALES

PROYECTO: **Diseño de la infraestructura para el tratamiento de residuos sólidos del distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque**

	CONCEPTO	UNID	TIEMPO	CANT.	APORTE AL DIA %	COSTO UNITARIO MES	TOTAL
A	***GASTOS GENERALES VARIABLES***						
01.00	***GASTOS ADMINISTRATIVOS***						
01.02.00	*INGENIERO RESIDENTE DE OBRA (INC.LIQUIDACION,*	*MES*	*6*	*1*	*100.00%*	*S/ 6,000.00*	*S/ 36,000.00*
01.03.00	*INGENIERO ASISTENTE DE RESIDENTE DE OBRA*	*MES*	*5*	*1*	*100.00%*	*S/ 3,500.00*	*S/ 17,500.00*
01.04.00	*INGENIERO DE OFICINA TÉCNICA*		*5*	*1*	*100.00%*	*S/ 4,000.00*	*S/ 20,000.00*
01.05.00	*INGENIERO DE SEGURIDAD*	*MES*	*5*	*1*	*100.00%*	*S/ 3,500.00*	*S/ 17,500.00*
01.06.00	*INGENIERO DE CONTROL DE CALIDAD*	*MES*	*5*	*1*	*100.00%*	*S/ 4,000.00*	*S/ 20,000.00*
01.07.00	*INGENIERO ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS*	*MES*	*5*	*1*	*100.00%*	*S/ 4,000.00*	*S/ 20,000.00*
01.08.00	*INGENIERO ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELO*	*MES*	*5*	*1*	*100.00%*	*S/ 4,000.00*	*S/ 20,000.00*
01.09.00	*INGENIERO ESPECIALISTA EN INSTALACIONES ELÉC*	*MES*	*2*	*1*	*100.00%*	*S/ 4,000.00*	*S/ 8,000.00*
01.10.00	*INGENIERO ESPECIALISTA EN INSTALACIONES SANI.*	*MES*	*2*	*1*	*100.00%*	*S/ 4,000.00*	*S/ 8,000.00*
01.01.00	*TOPOGRAFO(INCLUYE NIVEL TOPOGRÁFICO)*	*MES*	*5*	*1*	*100.00%*	*S/ 3,000.00*	*S/ 15,000.00*
01.12.00	*MAESTRO DE OBRA*	*MES*	*5*	*1*	*100.00%*	*S/ 3,000.00*	*S/ 15,000.00*
01.013.00	*ALMACENERO-LOGÍSTICA*	*MES*	*5*	*1*	*100.00%*	*S/ 1,500.00*	*S/ 7,500.00*
01.014.00	*ADMINISTRADOR*	*MES*	*5*	*1*	*100.00%*	*S/ 2,000.00*	*S/ 10,000.00*
01.015.00	*CHOFER*	*MES*	*5*	*1*	*100.00%*	*S/ 1,500.00*	*S/ 7,500.00*
01.016.00	*GUARDIANES*	*MES*	*6*	*2*	*100.00%*	*S/ 1,500.00*	*S/ 18,000.00*
	Subtotal gastos de contratación				***5.79%***		***S/ 240,000.00***
02.00.00	***EQUIPOS NO INCLUIDOS EN LOS COSTOS DIRECTOS***						
02.01.00	*CAMIONETA PICK UP DOBLE CABINA 4x4*	*MES*	*6*	*1*	*100.00%*	*3,000.00*	*S/ 18,000.00*
02.02.00	*MICRO BUS PARA TRANSPORTE DE PERSONAL*	*MES*	*5*	*1*	*100.00%*	*4,000.00*	*S/ 20,000.00*
02.03.00	*COMBUSTIBLE*	*MES*	*5*	*2*	*100.00%*	*3,000.00*	*S/ 30,000.00*
02.04.00	*EQUIPOS DE CÓMPUTO*	*MES*	*5*	*3*	*100.00%*	*1,800.00*	*S/ 27,000.00*
02.05.00	*SCTR*	*MES*	*5*	*1*	*100.00%*	*1,300.00*	*S/ 6,500.00*
02.06.00	*EXÁMEN MÉDICOS DE INGRESO Y SALIDA*	*CANT*	*40*		*100.00%*	*150.00*	*S/ 6,000.00*
02.07.00	*ALIMENTACIÓN*	*MES*	*5*	*1*	*100.00%*	*10,000.00*	*S/ 50,000.00*
	Subtotal gastos de equipos no incluidos en los costos directos				***3.80%***		***S/ 157,500.00***
03.00.00	***BENEFICIOS SOCIALES***						
03.01.00	*SENCICO*	*EST.*		*1*	*0.05%*	*S/ 2,197.74*	*S/ 2,197.74*
	Subtotal gastos indirectos				***0.05%***		***S/ 2,197.74***
04.00.00	***SEGUROS***						
04.01.00	*SEGURO DE ACCIDENTES PERSONALES*				*0.05%*		*S/ 2,071.81*
04.02.00	*RIESGOS DE INGENIERIA*				*0.05%*		*S/ 2,071.81*
04.03.00	*RESPONSABILIDAD CIVIL ,CONTRA TERCEROS*				*0.05%*		*S/ 2,071.81*
05.00.00	***SERVICIOS***						
05.01.00	*PAPEL UTILES DE ESCRITORIO*	*MES*	*5*		*0.02%*		*S/ 994.60*
05.02.00	*PLOTEO DE PLANOS DE REPLANTEO*	*MES*	*1*		*0.020%*		*S/ 828.72*
05.03.00	*ALQUILER DE OFICINA*	*MES*	*5*		*0.06%*	*S/ 500*	*S/ 2,500.00*
							==========
	Subtotal gastos de Seguros y Servicos				***0.25%***		***S/ 10,538.76***
	Total Gastos Generales Variables				***9.90%***		***S/ 410,236.49***
B	***GASTOS GENERALES FIJOS***						
01.00.00	***ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS***						
01.01.00	*CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES*	*UND*		*6*	*0.10%*		*S/ 4,143.62*
	Subtotal gastos de Administración de Obra				***0.10%***		***S/ 4,143.62***
	Total Gastos Variables				***0.10%***		***S/ 4,143.62***
	Total Gastos Generales				***10.00%***		***S/ 414,380.11***

Fuente: Elaboración propia

Desagregado de Gastos de Supervisión

Tabla 9: Desagregado de gastos generales de supervisión

DESAGREGADO DE GASTOS DE SUPERVISIÓN

PROYECTO : **Diseño de la infraestructura para el tratamiento de residuos sólidos del distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque**

GASTOS DE SUPERVISION/LIQUIDACION	*UND*	*TIEMPO*	*CANT.*	*COSTO / UNIDAD*	*PARCIAL S/.*
I.- GASTOS VARIABLES					***191,000.00***
I.1 .- PERSONAL PROFESIONAL Y AUXILIAR					***110,500.00***
INGENIERO SUPERVISOR (1 MES LIQUIDACION)	*MES*	*6.00*	*1.00*	*8,000.00*	*48,000.00*
INGENIERO ASISTENTE DE SUPERVISOR	*MES*	*5.00*	*2.00*	*4,500.00*	*45,000.00*
TOPÓGRAFO(INC. NIVEL TOPOGRAFICO)	*MES*	*5.00*	*1.00*	*3,500.00*	*17,500.00*
I.2 .- PERSONAL TÉCNICO.					***15,500.00***
SECRETARIA	*MES*	*5.00*	*1.00*	*1,600.00*	*8,000.00*
CHOFER	*MES*	*5.00*	*1.00*	*1,500.00*	*7,500.00*
I.3 .- MOVILIDAD DE LA SUPERVICIÓN					***65,000.00***
CAMIONETA PICK UP DOBLE CABINA 4x4	*MES*	*5.00*	*1.00*	*4,000.00*	*20,000.00*
COMBUSTIBLE	*MES*	*5.00*	*1.00*	*3,000.00*	*15,000.00*
ALIMENTACIÓN	*MES*	*5.00*		*6,000.00*	*30,000.00*
II.- GASTOS FIJOS					***53,533.90***
II.1 .- GASTOS ADMINISTRATIVOS					***11,500.00***
COSTO DE PREPARACION DE OFERTA DE LICITACION	*EST.*	*1.00*	*1.00*	*1,000.00*	*1,000.00*
GASTOS DE HOSPEDAJE	*MES*	*5.00*	*1.00*	*900.00*	*4,500.00*
GASTOS DOCUMENTARIOS	*MES*	*5.00*	*1.00*	*1,000.00*	*5,000.00*
GASTOS LEGALES Y NOTARIALES	*EST.*	*1.00*	*1.00*	*1,000.00*	*1,000.00*
II.2 .- ÚTILES Y EQUIPOS DE OFICINA					***42,033.90***
UTILES DE ESCRITORIO	*MES*	*5.00*	*1.00*	*306.78*	*1,533.90*
IMPRESIONES Y PLOTEOS	*MES*	*1.00*	*1.00*	*500.00*	*500.00*
GASTOS DE ALQUILER DE OFICINA (INCLUYE AGUA, LUZ, TELEFONO, ETC.)	*MES*	*5.00*	*1.00*	*500.00*	*2,500.00*
COMPUTADORA	*MES*	*5.00*	*3.00*	*2,500.00*	*37,500.00*
SUB - TOTAL					***244,533.90***
IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS					***44,016.10***
TOTAL GASTOS DE SUPERVISIÓN		***5.00%***			***288,549.99***

Fuente: Elaboración propia

1.4 Costos directos e indirectos en el proyecto

La inversión inicial para la construcción del proyecto no es el único gasto que se tendrá, a lo largo de la elaboración del producto se utilizarán ciertos insumos que ayudarán a tener el producto listo para su comercialización. Es por ello que, se tomará en cuenta los costos totales, es decir, los aportes de los materiales (directos e indirectos) determinados para el proyecto, siendo los siguientes costos:

1.4.1 Costos directos

Son aquellos que servirán de base para la elaboración del producto final (reciclaje y compostaje) de esta infraestructura de tratamiento de Residuos sólidos. Para ello mencionaremos los materiales directos que se utilizarán en este proyecto.

Materiales Directos

Se tendrá en cuenta como material directo a los residuos sólidos generados en la zona distrital de Pomalca, el gasto producido por los materiales directos se tomará en cuenta con un precio de S/. 0.00. Esto a razón, que no se realizarán gastos, porque los residuos sólidos serán un aporte "gratuito" de la comunidad en el distrito.

1.4.2 Costos Indirectos

Son aquellos que servirán en el proceso de elaboración del producto terminado, es decir aportan sus cualidad o beneficios al producto final de esta infraestructura de tratamiento de Residuos sólidos. Para ello mencionaremos los materiales Indirectos que se utilizarán en este proyecto.

Materiales Indirectos

Considerados aquellos materiales necesarios (insumos para la elaboración) con el objetivo de lograr los productos terminados, siendo estos los aportes asignados en la elaboración del producto:

- **Metales**

Para obtener el producto terminado de metal, se toman en cuenta los siguientesmateriales: Sacos, hilo pabilo. Adquiriendo los siguientes gastos:

Tabla 10: Gastos de insumos para Metal

Año	Producción (kg/año)	Sacos de 50kg (und)	Costo de Saco (S/und)	Costo Total Sacos (S/)	Hilo (rollo)	Costo de Hilo (S//rollo)	Costo Total Hilo (S/)	Costo Total de insumos en metales (S/.)
2021	18706.63	374.00	0.5	187.00	4	2	8.00	195.0
2022	19064.65	381.00	0.5	190.50	4	2	8.00	198.5
2023	19429.41	389.00	0.5	194.50	4	2	8.00	202.5
2024	19801.04	396.00	0.5	198.00	4	2	8.00	206.0
2025	20179.65	404.00	0.5	202.00	4	2	8.00	210.0
2026	20566.09	411.00	0.5	205.50	4	2	8.00	213.5
2027	20959.77	419.00	0.5	209.50	4	2	8.00	217.5
2028	21360.79	427.00	0.5	213.50	4	2	8.00	221.5
2029	21769.29	435.00	0.5	217.50	4	2	8.00	225.5
2030	22185.38	444.00	0.5	222.00	4	2	8.00	230.0
2031	22609.98	452.00	0.5	226.00	5	2	10.00	236.0
2032	23042.45	461.00	0.5	230.50	5	2	10.00	240.5
2033	23483.72	470.00	0.5	235.00	5	2	10.00	245.0
2034	23933.14	479.00	0.5	239.50	5	2	10.00	249.5
2035	24390.84	488.00	0.5	244.00	5	2	10.00	254.0
2036	24856.96	497.00	0.5	248.50	5	2	10.00	258.5
2037	25333.31	507.00	0.5	253.50	5	2	10.00	263.5
2038	25817.55	516.00	0.5	258.00	5	2	10.00	268.0
2039	26311.50	526.00	0.5	263.00	5	2	10.00	273.0
2040	26815.34	536.00	0.5	268.00	5	2	10.00	278.0
2041	27328.37	547.00	0.5	273.50	5	2	10.00	283.5

Fuente: Elaboración propia

- **Plástico**

Para obtener las pacas comprimidss de plástico, se tomará en cuenta tres (03) tipos de plástico para productos terminados, siendo: Plásticos Duro, PET y Tetrapak. Obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 11: Gastos de insumos para Plástico duro

Año	Producción (kg/año)	Cubos de 50kg (und)	Zunchos (rollos)	Costo de Zuncho (S/rollo)	Costo Total de Zuncho (S/)
2021	22754.26	455.00	6.00	20.00	120.00
2022	23189.75	464.00	6.00	20.00	120.00
2023	23633.44	473.00	7.00	20.00	140.00
2024	24085.48	482.00	7.00	20.00	140.00
2025	24546.00	491.00	7.00	20.00	140.00
2026	25016.07	500.00	7.00	20.00	140.00
2027	25494.92	510.00	7.00	20.00	140.00
2028	25982.72	520.00	7.00	20.00	140.00
2029	26479.60	530.00	7.00	20.00	140.00
2030	26985.72	540.00	8.00	20.00	160.00
2031	27502.20	550.00	8.00	20.00	160.00
2032	28028.24	561.00	8.00	20.00	160.00
2033	28564.99	571.00	8.00	20.00	160.00
2034	29111.65	582.00	8.00	20.00	160.00
2035	29668.39	593.00	8.00	20.00	160.00
2036	30235.36	605.00	8.00	20.00	160.00
2037	30814.79	616.00	9.00	20.00	180.00
2038	31403.80	628.00	9.00	20.00	180.00
2039	32004.64	640.00	9.00	20.00	180.00
2040	32617.49	652.00	9.00	20.00	180.00
2041	33241.53	665.00	9.00	20.00	180.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Gastos de insumos para Plásticos PET

Año	Producción (kg/año)	Cubos de 50kg (und)	Zunchos (rollos)	Costo de Zuncho (S/rollo)	Costo Total de Zuncho (S/)
2021	22754.26	455.00	6.00	20.00	120.00
2022	23189.75	464.00	6.00	20.00	120.00
2023	23633.44	473.00	7.00	20.00	140.00
2024	24085.48	482.00	7.00	20.00	140.00
2025	24546.00	491.00	7.00	20.00	140.00
2026	25016.07	500.00	7.00	20.00	140.00
2027	25494.92	510.00	7.00	20.00	140.00
2028	25982.72	520.00	7.00	20.00	140.00
2029	26479.60	530.00	7.00	20.00	140.00
2030	26985.72	540.00	8.00	20.00	160.00
2031	27502.20	550.00	8.00	20.00	160.00
2032	28028.24	561.00	8.00	20.00	160.00
2033	28564.99	571.00	8.00	20.00	160.00
2034	29111.65	582.00	8.00	20.00	160.00
2035	29668.39	593.00	8.00	20.00	160.00
2036	30235.36	605.00	8.00	20.00	160.00
2037	30814.79	616.00	9.00	20.00	180.00
2038	31403.80	628.00	9.00	20.00	180.00
2039	32004.64	640.00	9.00	20.00	180.00
2040	32617.49	652.00	9.00	20.00	180.00
2041	33241.53	665.00	9.00	20.00	180.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: Gastos de insumos para Tetrapak

Año	Producción (kg/año)	Cubos de 50kg (und)	Zunchos (rollos)	Costo de Zuncho (S/rollo)	Costo Total de Zuncho (S/)
2021	22754.26	455.00	6.00	20.00	120.00
2022	23189.75	464.00	6.00	20.00	120.00
2023	23633.44	473.00	7.00	20.00	140.00
2024	24085.48	482.00	7.00	20.00	140.00
2025	24546.00	491.00	7.00	20.00	140.00
2026	25016.07	500.00	7.00	20.00	140.00
2027	25494.92	510.00	7.00	20.00	140.00
2028	25982.72	520.00	7.00	20.00	140.00
2029	26479.60	530.00	7.00	20.00	140.00
2030	26985.72	540.00	8.00	20.00	160.00
2031	27502.20	550.00	8.00	20.00	160.00
2032	28028.24	561.00	8.00	20.00	160.00
2033	28564.99	571.00	8.00	20.00	160.00
2034	29111.65	582.00	8.00	20.00	160.00
2035	29668.39	593.00	8.00	20.00	160.00
2036	30235.36	605.00	8.00	20.00	160.00
2037	30814.79	616.00	9.00	20.00	180.00
2038	31403.80	628.00	9.00	20.00	180.00
2039	32004.64	640.00	9.00	20.00	180.00
2040	32617.49	652.00	9.00	20.00	180.00
2041	33241.53	665.00	9.00	20.00	180.00

Fuente: Elaboración propia

- **Papel y Cartón**

Se tendrán en cuenta los siguientes gastos

Tabla 14: Gastos de insumos para Papel y Cartón

Año	Producción (kg/año)	Cubos de 50kg (und)	Zunchos (rollos)	Costo de Zuncho (S/rollo)	Costo Total de Zuncho (S/)
2021	51268.19	1025.00	14	20.00	280.00
2022	52249.39	1045.00	15	20.00	300.00
2023	53249.09	1065.00	15	20.00	300.00
2024	54267.59	1085.00	15	20.00	300.00
2025	55305.21	1106.00	15	20.00	300.00
2026	56364.32	1127.00	16	20.00	320.00
2027	57443.25	1149.00	16	20.00	320.00
2028	58542.31	1171.00	16	20.00	320.00
2029	59661.85	1193.00	17	20.00	340.00
2030	60802.20	1216.00	17	20.00	340.00
2031	61965.88	1239.00	17	20.00	340.00
2032	63151.13	1263.00	18	20.00	360.00
2033	64360.50	1287.00	18	20.00	360.00
2034	65592.19	1312.00	18	20.00	360.00
2035	66846.59	1337.00	19	20.00	380.00
2036	68124.05	1362.00	19	20.00	380.00
2037	69429.56	1389.00	19	20.00	380.00
2038	70756.69	1415.00	20	20.00	400.00
2039	72110.44	1442.00	20	20.00	400.00
2040	73491.29	1470.00	20	20.00	400.00
2041	74897.32	1498.00	21	20.00	420.00

Fuente: Elaboración propia

- **Compost:**

Los materiales a utilizar serán: Sacos ehilos, obteniéndose los siguientes gastos por los años de planificación.

Tabla 15: Gastos de insumos para el Compost

Año	Producción (kg/año)	Sacos de 50kg (und)	Costo de Saco (S/und)	Costo Total Sacos (S/)	Hilo pavilo (rollo)	Costo de Hilo (S//rollo)	Costo Total Hilo (S/)	Costo Total de insumos en Compost. (S/.)
2021	608783.43	12176.00	0.5	6088.00	122	2.00	244	6332.0
2022	620434.76	12409.00	0.5	6204.50	124	2.00	248	6452.5
2023	632305.65	12646.00	0.5	6323.00	126	2.00	252	6575.0
2024	644399.80	12888.00	0.5	6444.00	129	2.00	258	6702.0
2025	656720.99	13134.00	0.5	6567.00	131	2.00	262	6829.0
2026	669297.44	13386.00	0.5	6693.00	134	2.00	268	6961.0
2027	682109.09	13642.00	0.5	6821.00	136	2.00	272	7093.0
2028	695159.88	13903.00	0.5	6951.50	139	2.00	278	7229.5
2029	708453.81	14169.00	0.5	7084.50	142	2.00	284	7368.5
2030	721994.95	14440.00	0.5	7220.00	144	2.00	288	7508.0
2031	735813.08	14716.00	0.5	7358.00	147	2.00	294	7652.0
2032	749887.24	14998.00	0.5	7499.00	150	2.00	300	7799.0
2033	764247.87	15285.00	0.5	7642.50	153	2.00	306	7948.5
2034	778873.63	15577.00	0.5	7788.50	156	2.00	312	8100.5
2035	793768.91	15875.00	0.5	7937.50	159	2.00	318	8255.5
2036	808938.17	16179.00	0.5	8089.50	162	2.00	324	8413.5
2037	824440.46	16489.00	0.5	8244.50	165	2.00	330	8574.5
2038	840199.43	16804.00	0.5	8402.00	168	2.00	336	8738.0
2039	856274.53	17125.00	0.5	8562.50	171	2.00	342	8904.5
2040	872671.35	17453.00	0.5	8726.50	175	2.00	350	9076.5
2041	889367.20	17787.00	0.5	8893.50	178	2.00	356	9249.5

Fuente: Elaboración propia

Adquiriéndose la siguiente tabla resumen de costos de materiales indirectos:

Tabla 16: Resumen de Materiales Indirectos

Año	Metales (S/)	Plástico Duro (S/)	Plástico PET (S/)	Tetrapack (S/)	Papel y cartón (S/)	Compost (S/)	**Total de materiales Indirectos (S/)**
2021	S/.195.00	S/.120.00	S/.120.00	S/.120.00	S/.280.00	S/.6,332.00	S/.7,167.00
2022	S/.198.50	S/.120.00	S/.120.00	S/.120.00	S/.300.00	S/.6,452.50	S/.7,311.00
2023	S/.202.50	S/.140.00	S/.140.00	S/.140.00	S/.300.00	S/.6,575.00	S/.7,497.50
2024	S/.206.00	S/.140.00	S/.140.00	S/.140.00	S/.300.00	S/.6,702.00	S/.7,628.00
2025	S/.210.00	S/.140.00	S/.140.00	S/.140.00	S/.300.00	S/.6,829.00	S/.7,759.00
2026	S/.213.50	S/.140.00	S/.140.00	S/.140.00	S/.320.00	S/.6,961.00	S/.7,914.50
2027	S/.217.50	S/.140.00	S/.140.00	S/.140.00	S/.320.00	S/.7,093.00	S/.8,050.50
2028	S/.221.50	S/.140.00	S/.140.00	S/.140.00	S/.320.00	S/.7,229.50	S/.8,191.00
2029	S/.225.50	S/.140.00	S/.140.00	S/.140.00	S/.340.00	S/.7,368.50	S/.8,354.00
2030	S/.230.00	S/.160.00	S/.160.00	S/.160.00	S/.340.00	S/.7,508.00	S/.8,558.00
2031	S/.236.00	S/.160.00	S/.160.00	S/.160.00	S/.340.00	S/.7,652.00	S/.8,708.00
2032	S/.240.50	S/.160.00	S/.160.00	S/.160.00	S/.360.00	S/.7,799.00	S/.8,879.50
2033	S/.245.00	S/.160.00	S/.160.00	S/.160.00	S/.360.00	S/.7,948.50	S/.9,033.50
2034	S/.249.50	S/.160.00	S/.160.00	S/.160.00	S/.360.00	S/.8,100.50	S/.9,190.00
2035	S/.254.00	S/.160.00	S/.160.00	S/.160.00	S/.380.00	S/.8,255.50	S/.9,369.50
2036	S/.258.50	S/.160.00	S/.160.00	S/.160.00	S/.380.00	S/.8,413.50	S/.9,532.00
2037	S/.263.50	S/.180.00	S/.180.00	S/.180.00	S/.380.00	S/.8,574.50	S/.9,758.00
2038	S/.268.00	S/.180.00	S/.180.00	S/.180.00	S/.400.00	S/.8,738.00	S/.9,946.00
2039	S/.273.00	S/.180.00	S/.180.00	S/.180.00	S/.400.00	S/.8,904.50	S/.10,117.50
2040	S/.278.00	S/.180.00	S/.180.00	S/.180.00	S/.400.00	S/.9,076.50	S/.10,294.50
2041	S/.283.50	S/.180.00	S/.180.00	S/.180.00	S/.420.00	S/.9,249.50	S/.10,493.00
Total	**S/.4,969.50**	**S/.3,240.00**	**S/.3,240.00**	**S/.3,240.00**	**S/.7,300.00**	**S/.161,762.50**	**S/.183,752.00**

Fuente: Elaboración propia

Costos de Mano de Obra

Para los costos en mano de obra, se tomará en cuenta el personal en sus áreas y sus respectivos sueldos:

Tabla 17: Gastos de Mano de Obra

Cargo	Cantidad	Sueldo mensual (S/)	Sueldo Anual (S/)
Almacenero MP	1	1025	12300
Almacenero de Insumos	1	1025	12300
Almacenero en la PT	1	1025	12300
Jefe de producción	1	1600	19200
Jefe de Mantenimiento	1	1600	19200
Administrador	1	1600	19200
Asistente Administrativo	1	1200	14400
Vigilante	2	1025	24600
Total	**9**	**10100**	**133500**

Fuente: Elaboración propia

Costos de Mantenimiento

Serán los gastos producidos por el consumo de energía eléctrica y el consumo de agua potable, por ello, conseguimos los siguientes gastos:

Tabla 18: Gastos de consumo eléctrico

Área	Consumo (kWh)	Tarifa (S//kW)	Costo anual (S/)
Planta de valorización	23.54	0.773	218.357
Administración y auxiliares	2.13	0.55	14.058
Total			**232.415**

Fuente: Elaboración propia

Para el consumo kwh de la planta de valorización hemos referenciado del proyecto "Diseño de una planta de valorización para residuos sólidos urbanos en el distrito de Awajún – Rioja – San Martín 2020", dado que presentan similares áreas de distribución.

Tabla 19: Gastos de consumo de agua potable

Área	Consumo Mensual (m3)	Tarifa (S//m3)	Costo anual (S/)
Administración y auxilares	5	2.83	169.8
Total			**169.8**

Fuente: Elaboración propia

1.5 Flujo de Caja Acumulado (FCA)

Para establecer el Flujo de Caja Acumulado, se considerará todos los costos estudiados anteriormente, para lograr eso, se tomará en cuentapara los años de proyección de la planificación, adquiriendo el siguiente flujo de caja acumulado.

Tabla 20: Flujo de Caja Acumulado

Concepto / Años	Año 0 (S/)	Año 01 (S/)	Año 02 (S/)	Año 03 (S/)	Año 04 (S/)	Año 05 (S/)	Año 06 (S/)	Año 07 (S/)	Año 08 (S/)	Año 09 (S/)	Año 10 (S/)	Año 11 (S/)	Año 12 (S/)	Año 13 (S/)	Año 14 (S/)	Año 15 (S/)	Año 16 (S/)	Año 17 (S/)	Año 18 (S/)	Año 19 (S/)	Año 20 (S/)
I. Ingresos																					
1.- Total Ingreso		S/.1,226,643.98	S/.1,250,113.58	S/.1,274,024.60	S/.1,298,384.46	S/.1,323,249.00	S/.1,348,578.55	S/.1,374,380.91	S/.1,400,663.96	S/.1,427,435.76	S/.1,454,755.20	S/.1,482,580.82	S/.1,510,972.81	S/.1,539,888.98	S/.1,569,338.02	S/.1,599,328.74	S/.1,629,977.88	S/.1,661,134.48	S/.1,692,916.11	S/.1,725,333.81	S/.1,758,342.70
Ventas		S/.1,226,643.98	S/.1,250,113.58	S/.1,274,024.60	S/.1,298,384.46	S/.1,323,249.00	S/.1,348,578.55	S/.1,374,380.91	S/.1,400,663.96	S/.1,427,435.76	S/.1,454,755.20	S/.1,482,580.82	S/.1,510,972.81	S/.1,539,888.98	S/.1,569,338.02	S/.1,599,328.74	S/.1,629,977.88	S/.1,661,134.48	S/.1,692,916.11	S/.1,725,333.81	S/.1,758,342.70
II. Egresos																					
2.- Total Egresos	6058056.47	141213.22	141399.72	141530.22	141661.22	141816.72	141952.72	142093.22	142256.22	142460.22	142610.22	142781.72	142935.72	143092.22	143271.72	143434.22	143660.22	143848.22	144019.72	144196.72	144395.22
Total de Inversión	6058056.47																				
Costo de Producción		7311.00	7497.50	7628.00	7759.00	7914.50	8050.50	8191.00	8354.00	8558.00	8708.00	8879.50	9033.50	9190.00	9369.50	9532.00	9758.00	9946.00	10117.50	10294.50	10493.00
Gastos Administrativos		133902.215	133902.215	133902.215	133902.215	133902.215	133902.215	133902.215	133902.215	133902.215	133902.215	133902.215	133902.215	133902.215	133902.215	133902.215	133902.215	133902.215	133902.215	133902.215	133902.215
Utilidad Operativa	-6058056.47	1085430.76	1108713.86	1132494.38	1156723.24	1181432.29	1206625.84	1232287.69	1258407.75	1284975.54	1312144.98	1339799.10	1368037.10	1396796.77	1426066.30	1455894.53	1486317.66	1517286.27	1548896.40	1581137.09	1613947.49
Utilidad antes de Impuestos	-6058056.47	1085430.76	1108713.86	1132494.38	1156723.24	1181432.29	1206625.84	1232287.69	1258407.75	1284975.54	1312144.98	1339799.10	1368037.10	1396796.77	1426066.30	1455894.53	1486317.66	1517286.27	1548896.40	1581137.09	1613947.49
(Impuesto a la Renta 30%)		325629.2286	332614.1593	339748.3147	347016.9732	354429.6861	361987.7518	369686.3071	377522.3245	385492.6627	393643.4949	401939.7308	410411.129	419039.0301	427819.8911	436768.3587	445895.2986	455185.8796	464668.9192	474341.1276	484184.2464
(Inversión)	-6058056.47																				
FCE	-S/.6,058,056.47	S/.759,801.53	S/.776,099.71	S/.792,746.07	S/.809,706.27	S/.827,002.60	S/.844,638.09	S/.862,601.38	S/.880,885.42	S/.899,482.88	S/.918,501.49	S/.937,859.37	S/.957,625.97	S/.977,757.74	S/.998,246.41	S/.1,019,126.17	S/.1,040,422.36	S/.1,062,100.39	S/.1,084,227.48	S/.1,106,795.96	S/.1,129,763.24
Caja acumulada	-S/.6,058,056.47	-S/.5,298,254.93	-S/.4,522,155.23	-S/.3,729,409.16	-S/.2,919,702.89	-S/.2,092,700.29	-S/.1,248,062.20	-S/.385,460.82	S/.495,424.60	S/.1,394,907.48	S/.2,313,408.97	S/.3,251,268.34	S/.4,208,894.31	S/.5,186,652.05	S/.6,184,898.46	S/.7,204,024.63	S/.8,244,446.99	S/.9,306,547.38	S/.10,390,774.86	S/.11,497,570.82	S/.12,627,334.06

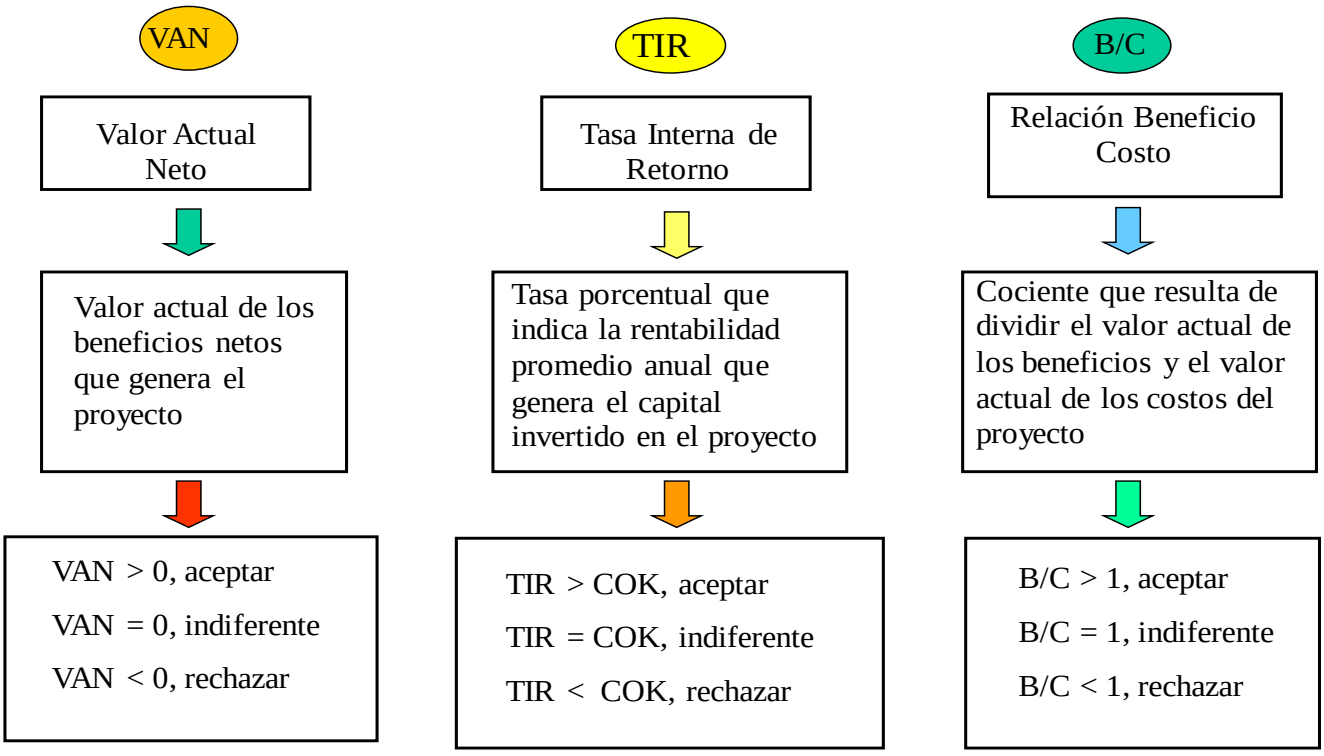
Fuente: Elaboración propia

1.6 Evaluación Económica

Con la intención de analizar y encontrar la rentabilidad económica de este proyecto, se realizó el uso de los parámetros del VAN (Valor actual neto), el TIR (Tasa Interna de Retorno) y el B/C (Relación Beneficio Costo). Conceptos que se basan en la estimación de los flujos de caja.

1.6.1 Indicadores de Rentabilidad

Figura 1: Criterios del VAN, TIR y el B/C



Fuente: Ingeniería Económica [1]

Como se puede observar los indicadores de la rentabilidad, tienen sus parámetros, de esa manera podemos obtener si el proyecto es rentable o no. Es por ello cuando el VAN >1, el TIR>Cok que analiza en valores porcentuales y finalmente el B/C>1, el proyecto se debe aceptar, porque será rentable.

Para analizar el VAN debemos de considerar una tasa de descuento (Cok), para ello según el MEF [2], nos indica que la tasa de descuento va a representar el costo de oportunidad en que se ve involucrado el País cuando emplea recursos para financiar sus Proyectos de Inversión. Así mismo, nos menciona para proyectos menores a 20 años será considerada del 8% la tasa social de descuento.

Tabla 21: Tasa social de descuento

Parámetro	Valor
Tasa Social de Descuento	8%

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas

Con estos parámetros podemos analizar la rentabilidad del proyecto.

Tabla 22: Evaluación Económica

VAN (8%)	S/.1,898,893.59	Cok=	8%
TIR	13%		
B/C	VAN (Ingresos)	S/.13,836,237.17	S/.1.86
	VAN (Egresos)	S/.7,455,425.44	

Fuente: Elaboración propia

- Observando que nos da como resultado que el VAN> 1, el TIR> Cok y el B/C> 1. Es por ello que el proyecto de diseño de infraestructura de tratamiento de Residuos Sólidos es rentable.

- De la Evaluación Económica podemos concluir que, por cada S/. 1.00 invertido, conseguiremos una ganancia de S/. 0.86.

1.6.2 Periodo de Recuperación

Del flujo de caja acumulado podemos extraer lo siguiente la siguiente tabla, de esa forma analizar el periodo de recuperación del proyecto. Podemos establecer que el periodo de recuperación de la inversión será de 7 años con 7 meses

Tabla 23: Flujo acumulado del proyecto

Año		Flujo	Flujo Acumulado
2021	0	-S/.6,058,056.47	
2022	1	S/.759,801.53	S/.759,801.53
2023	2	S/.776,099.71	S/.1,535,901.24
2024	3	S/.792,746.07	S/.2,328,647.31
2025	4	S/.809,706.27	S/.3,138,353.58
2026	5	S/.827,002.60	S/.3,965,356.18
2027	6	S/.844,638.09	S/.4,809,994.27
2028	**7**	S/.862,601.38	**S/.5,672,595.65**
2029	8	**S/.880,885.42**	S/.6,553,481.07
2030	9	S/.899,482.88	S/.7,452,963.95
2031	10	S/.918,501.49	S/.8,371,465.44
2032	11	S/.937,859.37	S/.9,309,324.81
2033	12	S/.957,625.97	S/.10,266,950.78
2034	13	S/.977,757.74	S/.11,244,708.52
2035	14	S/.998,246.41	S/.12,242,954.93
2036	15	S/.1,019,126.17	S/.13,262,081.10
2037	16	S/.1,040,422.36	S/.14,302,503.46
2038	17	S/.1,062,100.39	S/.15,364,603.85
2039	18	S/.1,084,227.48	S/.16,448,831.33
2040	19	S/.1,106,795.96	S/.17,555,627.29
2041	20	S/.1,129,763.24	S/.18,685,390.53

Fuente: propia

Tabla 24: Periodo de recuperación de la inversión

Periodo de Recuperación de la Inversión	7 AÑOS 7 MESES	7.53

Fuente: propia

2. Resultados

- Se tendrá una producción de reciclaje del metal total de 477.95tn
- Se tendrá una producción reciclaje del plástico duro total de 581.36tn
- Se tendrá una producción reciclaje del plástico PET total de 581.36tn
- Se tendrá una producción reciclaje del Tetrapak total de 581.36tn
- Se tendrá una producción de reciclaje del cartón y papel total de 2015.20tn
- Se tendrá una producción de compostaje del compost orgánico total de 15554.14tn
- El ingreso total por el producto metal es S/. 310 664.80
- El ingreso total por el producto plástico duro es S/. 377 884.66

- El ingreso total por el producto plástico PED es S/. 377 884.66
- El ingreso total por el producto Tetrapak es S/. 377 884.66
- El ingreso total por el producto cartón y madera es S/. 1 309 879.05
- El ingreso total por el producto del compost es S/. 27 997 454.99
- El ingreso total por todos los productos es S/. 30 751 652.82
- El presupuesto del proyecto es S/. 6 058 056.47
- Los gastos indirectos de los insumos es S/. 183 752.00
- Los gastos indirectos de la mano de obra, consumo eléctrico y agua potable es S/. 133 902.22
- Los gastos indirectos totales es S/. 317 654.22
- El VAN nos dio un valor de S/. 1 898 893.59
- El TIR nos dio un valor de 13%
- El B/C nos dio un valor de 1.86
- El periodo de recuperación de la inversión es en 7 años y 7 meses

3. Conclusiones

- El presupuesto del proyecto es S/. 6 058 056.47
- El VAN nos dio un valor de S/. 1 898 893.59
- El TIR nos dio un valor de 13%
- El B/C nos dio un valor de 1.86
- El periodo de recuperación de la inversión es en 7 años y 7 meses
- Se concluye que el proyecto es rentable

4. Recomendaciones

- Se recomienda trabajar con la tasa social de descuento actual de cada País, para poder hallar un VAN correcto.
- Se recomienda actualizar los precios para hallar los costos de los insumos a emplear, de mano de obra, de energía eléctrica y de agua potable.
- Se recomienda usar dos (02) o más indicadores de rentabilidad para poder obtener un resultado más confiable.

5. Referencias

[1] P. Arroyo y R. Vásquez, Ingeniería Económica ¿Cómo medir la Rentabilidad de un Proyecto?, Lima: Fondo Editorial, 2017.

[2] Ministerio de Economía y Finanzas, «Nota Técnica para el uso de los precios sociales en la evaluación social de proyectos de inversión,» MEF, Lima, 2021.

[3] M. d. Ambiente, «Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual,» MINAM, Lima, 2008.