UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



Diseño de la infraestructura para el manejo y disposición final de residuos sólidos para el distrito de Pítipo, Lambayeque 2021

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

AUTOR

Sandy Maribi Hernandez Malca

ASESOR

Carlos Rafael Tafur Jimenez

https://orcid.org/0000-0003-0119-8234

Chiclayo, 2023

Diseño de la infraestructura para el manejo y disposición final de residuos sólidos para el distrito de Pítipo, Lambayeque 2021

PRESENTADA POR

Sandy Maribi Hernandez Malca

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

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR

Wilson Martín García Vera
PRESIDENTE

Pedraza Franco Justo David
SECRETARIO

Carlos Rafael Tafur Jimenez
VOCAL

Dedicatoria

A mis padres Ángel y Esther por incentivarme a lograr mis metas, confiar y verme llegar a esta instancia de mis estudios.

Mi hermana Emily por estar presente en todo el proceso de mi tesis y por el amor incondicional que me tiene.

Mi abuela Alfina y mi tío Baldemar que siempre me apoyaron desde muy pequeña.

A mis abuelos Gonzalo, Perciles y Marina que pese a sus repentinas pérdidas siempre me apoyaron en cada meta que me propuse.

Agradecimientos

A Dios por guiarme a lo largo de esta experiencia, dándome fortaleza y esperanza para llegar al lugar donde estoy.

A mis padres y a mi hermana por el apoyo constante que me dieron.

A toda mi familia por estar presente en todas las etapas de vida y apoyarme en cada momento.

A mi asesora por el tiempo que se dedicó absolviendo mis dudas.

A la municipalidad Distrital de Pítipo por brindarme la información deseada.

Finalmente, a mis amigos que estuvieron siempre apoyándome y siendo un gran apoyo moral.

TESIS

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%	21%	16%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	9%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
4	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	GUERRERO TORRES YOEL RICARDO. "EIA-SD del Proyecto Denominado Mejoramiento y Ampliación de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales en la Ciudad de Cerro de Pasco, Provincia de Pasco - Pasco-IGA0018159", R.G. N° 0119-2022-GMPP-A/GM, 2022 Publicación	1%
6	CONSORCIO FICHTNER GMBH & CO. KG - CONSULTORIA Y DIRECCION DE PROYECTOS - CYDEP S.A.S.. "DIA del Proyecto Relleno Sanitario para el Distrito de Pozuzo, Provincia	1%

Índice

Resumen **10**
Abstract **11**
Introducción **12**
Revisión de literatura **15**
Antecedentes del Problema **15**
Bases Teóricos Científicas **16**
Marco legal 16
Norma Técnica Peruana 17
Manuales y Guías 19
Residuos Sólidos Municipales 19
Clasificación de Residuos Sólidos 20
Relleno sanitario 20
Selección del Método de operación 21
Tratamiento de la materia orgánica 23
Reciclaje 23
Definición de Términos Básicos **24**
Materiales y métodos **24**
Tipo y nivel de investigación **24**
Técnicas e instrumentos de recolección de datos **25**
Técnicas 25
Instrumentos 25
Procedimientos **25**
Estudio de caracterización de residuos sólidos 25
Estudio topográfico 28
Estudio de mecánica de suelos 29
Estudio hidrológico 30
Diseño de los componentes para la infraestructura de la utilización y disposición final de residuos sólidos 31
Cálculo del área requerida 31
Diseño del relleno sanitario 32
Diseño del área de reciclaje 34
Diseño del área de compostaje 35

Diseño del sistema de drenaje, poza de almacenamiento y recirculación de lixiviados 38
Diseño del sistema del drenaje pluvial 38
Instalaciones auxiliares 38
Estudio de impacto ambiental 39
Costos y presupuesto del estudio 39
Resultados y discusión 40
Ubicación Geográfica 40
Población 41
Estudio de caracterización de residuos sólidos 42
Determinación del tamaño y distribución de la muestra 42
Para muestras domiciliarias 42
Para muestras no domiciliarias 43
Resultados generales de la caracterización 44
Generación total y generación per cápita total municipal 44
Densidad de residuos sólidos municipales 44
Composición general de residuos sólidos municipales 45
Determinación de la humedad 45
Porcentajes para el manejo y disposición final de los residuos sólidos 45
Estudio Topográfico 46
Estudio de Mecánica de Suelos 47
Descripción de los perfiles estratigráficos de los suelos: 47
Estudio Hidrológico 49
Diseño de la Infraestructura 50
Diagrama de flujo 50
Diseño de planta de reciclaje 50
Diseño de planta de compostaje 51
Diseño del relleno sanitario 51
Diseño del sistema de drenaje, poza de almacenamiento y recirculación de lixiviados 52
Área de compostaje 52
Relleno sanitario 52
Diseño del sistema del drenaje pluvial 53

Instalaciones auxiliares..... 54
Evaluación de Impacto Ambiental 56
Costos y presupuesto del estudio 58
Discusiones 60
Conclusiones 61
Recomendaciones 62
Referencias 63
Anexos 65
Anexo 01: Documentación legal 66
Anexo 02: Panel Fotográfico 73
Anexo 03: Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos 89
Anexo 04: Estudio Topográfico 115
Anexo 05: Estudio de Mecánica de Suelos 123
Anexo 06:Estudio Hidrológico 193
Anexo 07: Diseño de la Infraestructura 212
Anexo 08: Evaluación de Impacto Ambiental 236
Anexo 09: Costo y presupuesto 257
Anexo 10: Planos 258

Lista de figuras

Figura 1 Relleno sanitario manual..... 20
Figura 2 Relleno sanitario semi mecanizado..... 21
Figura 3 Relleno sanitario mecanizado 21
Figura 4 Método de área..... 22
Figura 5 Método de trinchera o zanja..... 22
Figura 6 Combinación de ambos métodos 23
Figura 7 Mapa de Ubicación del Distrito de Pítipo..... 41
Figura 8 Zonificación del Mapa del distrito de Pítipo..... 42

Lista de tablas

Tabla 1 Rangos de tamaño de muestras Domiciliarias 26
Tabla 2 Niveles de Zonificación 26
Tabla 3 Rangos de tamaño de muestras No Domiciliarios 26
Tabla 4 Coeficientes de escorrentías 31
Tabla 5 Cálculo del área requerida 32
Tabla 6 Espesor de cobertura diaria 33
Tabla 7 Espesor de cobertura de sellado 33
Tabla 8 Procedimiento de acuerdo con el tipo de relleno 33
Tabla 9 Tipo de taludes 34
Tabla 10 Población proyectada 41
Tabla 11 Total de viviendas por zonas 42
Tabla 12 Determinación del tamaño de muestras domiciliarias 43
Tabla 13 Determinación del tamaño de muestras No domiciliarias - Parte 1 43
Tabla 14 Determinación del tamaño de muestras No domiciliarias - Parte 2 44
Tabla 15 Generación total y generación per cápita de los Residuos Sólidos Municipales 44
Tabla 16 Densidad promedio de los Residuos Sólidos Municipales 44
Tabla 17 Composición porcentual de los Residuos Sólidos Municipales 45
Tabla 18 Coordenadas UTM-Datos Topográficos 46
Tabla 19 Ubicación de BM 46
Tabla 20 Parámetro morfométricos subcuenca La Leche 49
Tabla 21 Resumen de presupuesto 59

Resumen

La investigación presente se centra en la propuesta de una infraestructura para el manejo y disposición final de residuos sólidos para el distrito de Pítipo.

Para su desarrollo se determinó que la población genera un promedio de 0.598 kg/día siendo su composición física de 82.11% en residuos aprovechables y 17.89% no aprovechables.

Esta propuesta establece una proyección de vida útil para 20 años, delimitando un área de 10.70 ha y en relación al diseño se analizó las precipitaciones, información proporcionada por la página del SENAMHI, obteniendo como resultado una precipitación de 130.49 mm, también se identificó los parámetros de la microcuenca Baja La Leche, para obtener el caudal de diseño de 1.52 m3/s, que será utilizada para el sistema de drenaje pluvial del proyecto.

Finalmente se diseñará las componentes de la infraestructura tales como el área administrativa, área del personal, caseta de vigilancia, caseta de control y pesaje, la planta de reciclaje, la planta de compostaje y la implementación del relleno sanitario de tipo Semi-Mecanizado.

De esta manera el proyecto tiene por finalidad salvaguardar y preservar el ecosistema dando oportunidades para el crecimiento sostenido y permitiendo la recuperación de terrenos que se consideraban improductivos o marginales.

Palabras clave: Infraestructura, residuos sólidos, relleno sanitario, impacto ambiental.

Abstract

This research focuses on the proposal of an infrastructure for the management and final disposal of solid waste for the district of Pítipo.

For its development, it was determined that the population generates an average of 0.598 kg/day, with a physical composition of 82.11% usable waste and 17.89% non-usable waste.

This proposal establishes a useful life projection for 20 years, delimiting an area of 10.70 ha and in relation to the design, rainfall was analyzed, information provided by the SENAMHI page, obtaining as a result a rainfall of 130.49 mm, also the parameters were also identified of the Baja La Leche micro-basin, to obtain the design flow of 1.52 m3/s, which will be used for the storm drainage system of the project.

Finally, the infrastructure components will be designed, such as the administrative area, personnel area, guardhouse, control and weighing booth, the recycling plant, the composting plant and the implementation of the semi-mechanized sanitary landfill.

In this way, the project aims to safeguard and preserve the ecosystem, providing opportunities for sustained growth and allowing the recovery of land that was considered unproductive or marginal.

Keywords: Infrastructure, solid waste, landfill, environmental impact.

Introducción

En la actualidad, la generación de los residuos sólidos se considera una problemática a nivel mundial que ha ocasionado diversos impactos negativos tanto ecológicos y sociales, dado que provocan una gran contaminación sobre los recursos naturales, la salud, el bienestar y la calidad del ecosistema.

"El Banco Mundial nos brinda un panorama a nivel global sobre la eliminación de los residuos sólidos, que al paso de 30 años aumentaría aproximadamente un 70%, es decir, 2016 a 3400 millones de toneladas de residuos, ocupando grandes espacios y generando una imagen desagradable en el medio ambiente. Por consiguiente, el 90% de los países de ingresos bajos no cuentan con una adecuada gestión, siendo los más vulnerables, en cambio los países con ingresos económicos altos recuperan más de una parte de sus desperdicios por medio del reciclado y el compostaje" [1].

Probablemente, "la principal causa del mal manejo de estos residuos en el Perú es la falta de lugares adecuados para su disposición final. El MINAM estimó que el país requiere un total de 190 infraestructuras para el buen manejo y disposición final de desechos, sin embargo, en el año 2021 existe solo 57 rellenos sanitarios y 3 instalaciones de celdas transitorias para la disposición final de residuos municipales en 16 departamentos con todas las aprobación y autorizaciones" [2], en otras palabra la importancia de este tipo de infraestructuras beneficiaria tanto en el manejo adecuado y a su vez una mejora en el medio ambiente.

De la misma forma, el Ministerio del Ambiente en sus estadísticas nos informa que en el 2019 el Perú originó un total de 7 359 240 toneladas por año de residuos sólidos, donde el 74.02% fue producido por la población considerados como residuos domiciliarios y el 25.98% provino de diversas fuentes, tal como: residuos industriales, residuos comerciales, residuos agropecuarios, etc. [3], de igual manera el "Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental identificó 1 585 botaderos, donde los principales departamentos con gran cantidad de áreas afectadas son Lambayeque con 438 hectáreas, Ica con 276 hectáreas y Piura con 201 hectáreas" [4].

El distrito de Pítipo localizado en el departamento de Lambayeque conforme a la información del INEI, cuenta con una extensión territorial de 558. 18 Km2, una población de 21 797 habitantes, donde la población urbana es de 8 656 representando el 39.71% y la rural de 13 141 habitantes con un 60.29%, así mismo cuenta con una tasa de crecimiento poblacional de 1.20% y una densidad de 39.05 Hab/Km2.

Cabe destacar que una de sus principales incertidumbres del distrito, es la inadecuada administración de los despojos de basura, dándose en la zona urbana y algunos centros poblados

aledaños, abarcando un total aproximado de 11 638,3 habitantes que originan un gran incremento de estos desperdicios. En su “Plan distrital de manejo de residuos sólidos municipales 2019-2023” detalla que su generación abarca un total de 8 Tn/día, siendo la generación Per Cápita de 0.687 Kg/persona/día, un valor significativo para contar con un buen manejo o gestión de estos, dado que su material que más predomina en su caracterización son las materias orgánicas con un 60.4% que si bien se conoce podría implementarse como fertilizantes para las zonas cultivos, sin embargo la ineficiencia que abarca este tema no solo depende de las instituciones encargadas, sino también de las costumbres que carece la misma población, siendo una variante que se tendría que intervenir.

La recolección de sus residuos sólidos domiciliarios se da generalmente por medio bolsas plásticas, tachos plásticos, sacos de yute e incluso cajas de cartón que los ciudadanos retiran fuera de sus hogares para ser recogidos por el camión de basura que cuenta con una cobertura del 85%, evidenciándose por los malos hábitos de los residentes quienes arrojan sus desperdicios a la calle fuera del horario que integra uno de los problemas más relevantes en el alto riesgo sanitario y ambiental. Finalmente son transportados para su disposición final en el Botadero Sector Tamborreal, la cual se realiza de manera inadecuada no existiendo manejo alguno de los residuos. Sin embargo, existe recicladores informales quienes no cuentan son equipos de protección poniendo en riesgo su salud e integridad humana.

Para concluir, el presente estudio se basa en un proyecto aplicativo, proponiendo el diseño de la infraestructura para los residuos sólidos, la cual es de suma importancia para la Municipalidad Distrital de Pítipo pueda ejecutar el proyecto en cuestión, garantizando la valorización de los residuos orgánicos e inorgánicos y la viabilidad de la limpieza de los servicios municipales. En efecto poder plantear y diseñar previamente la correcta construcción e intervención; teniendo un control apropiado de los gases y los líquidos residuales, con la finalidad de evitar el deterioro de la calidad ambiental y prever el peligro del bienestar de la población.

En cuanto a su aspecto económico, cuando hablamos de una infraestructura se trata de poder garantizar al máximo la valorización de los residuos sólidos ya sean orgánicos e inorgánicos, por las múltiples ventajas económicas y sociales que se producen mediante la recuperación de estos materiales, generando nuevas fuentes de empleo.

En el aspecto de relevancia social y sanitaria, se trata de disminuir la proliferación de roedores e insectos en el entorno del terreno, disminuir las enfermedades gastro-intestinales, parasitarias, respiratorias y dérmicas, con el propósito de incrementar la calidad de vida de los pobladores.

En el aspecto ambiental, pretende resguardar el medio ambiente, evitando los impactos ambientales que causan la mala utilización de los residuos sólidos, con el fin de salvaguardar y preservar el ecosistema dando oportunidades para el crecimiento sostenido y permitiendo la recuperación de terrenos que se consideraban improductivos o marginales.

El objetivo principal del proyecto es realizar el diseño de la infraestructura para el manejo y disposición final de residuos sólidos para el distrito de Pítipo.

Los objetivos específicos son: Realizar el estudio de caracterización de residuos sólidos de la Municipalidad Distrital de Pítipo, realizar el estudio topográfico y mecánica de suelos de la zona donde se hará el proyecto, analizar estudios hidrológicos de la zona de estudio, diseñar los componentes de la infraestructura para la utilización y disposición final de residuos sólidos (vías de acceso, oficinas administrativas, relleno para residuos sólidos, área de compostaje, etc.), desarrollar el estudio de impacto ambiental; y finalmente determinar los costos y el presupuesto del estudio.

Revisión de literatura

Antecedentes del Problema

Diaz, L. y Vallejos [5] en el desarrollo de su tesis de grado *"Propuesta para el diseño del nuevo relleno sanitario para el municipio de Aguachica-Cesar"* tiene como objetivo plantear el diseño de un nuevo relleno sanitario debido que la disposición final de los despojos municipales de Aguachica se encontraba próxima a alcanzar su vida útil. Para lograrlo se realizó una proyección de los pobladores a 30 años, acto seguido se determinó la cantidad de gases generados y producción de lixiviados aplicando el Método Corenostós, para ello se dispuso de dos tipos de escenarios siendo el primer escenario de materiales orgánicos y el segundo de todo tipo de material. Como resultado se obtuvo una simulación en el comportamiento de descomposición de los residuos en el transcurso de su vida útil y en su periodo de cierre, con la finalidad de dar un tratamiento a los contaminantes las cuales sirven para temas de seguridad, control y monitoreo que puedan presentarse en el relleno sanitario

Pérez Murga, Jesús Martin [6] en el desarrollo de su tesis de grado *"Diseño de relleno sanitario manual para disminuir la contaminación por disposición de residuos sólidos del distrito de Cachicadán-La Libertad"* tiene como objetivo el diseño de un relleno sanitario, con el propósito de reducir la contaminación por la inapropiada planificación de los residuos sólidos. Para ello se elaboró diversos estudios (la caracterización de los desechos, selección del área y el dimensionamiento de la infraestructura) que le permitieron escoger la mejor alternativa para el distrito. Como resultado de la generación de los residuos municipales se calculó un total de 1.1 Tn/día, de tal forma que para el tipo relleno sanitario se consideró de manera manual pues superaba las 6 Tn/día, en el método de selección fue conformado por trincheras y plataformas proporcionada para una vida útil de 10 años; y finalmente para el tratamiento de los gases se diseñó chimeneas y quemadores.

Municipalidad Provincial de Rioja [7] en su *"Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales de la ciudad de Rioja, Provincia de Rioja, Región de San Martin-2019"* tiene como objetivo realizar el estudio de caracterización de la ciudad de Rioja. Para lograr definir ello se realizó de manera puntual la densidad, generación, composición y otros parámetros de los residuos sólidos. Con el fin de proporcionar una herramienta de gestión que permitirá una adecuada toma de decisiones en la relación de la generación y el manejo de sus desechos municipales. Los resultados obtenidos del estudio cercioran que su generación per cápita fue de 0.63 kg hab./día (domiciliarios), la generación municipal total estimada fue de 22.74 Tn/día, la

composición física de sus residuos en la cual predominan los residuos orgánicos (55.33%), papel (21.65%), cartón (2.98%), vidrio (2.09%), plástico (3.58%), tetrabrik (0.33%), metales (2.31%), textiles (0.01%), caucho-cuero-jebe (0.74%), residuos no reaprovechables (25%), la densidad suelta de los residuos sólidos es de 299.97 kg.m3 y por ultimo su humedad alcanzó un valor de 0.81%.

Gamonal Coronel, Gianela Lizet [8] en el desarrollo de su tesis de grado *"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"* se desarrolla el diseño de una infraestructura para su disposición final de las basuras de la municipal de manera adecuada evitando la contaminación ambiental, se determinó la población beneficiada, el estudio de sección de área, la valorización de los residuos inorgánicos y orgánicos, y finalmente el diseño de la infraestructura que se determinó el desarrollo de la etapa de habilitación según el diseño planteados que serán utilizados durante su operación.

Hussein I. y Mona S.M. [9] en su investigación *"MansouSolid waste issue: Sources, composition, disposal, recycling, and valorization" "Problema de residuos sólidos de Mansou: fuentes, composición, eliminación, reciclaje y valorización"* menciona la importancia de la valorización de la basura y las formas convencionales para su manejo adecuado tales como la incineración, los vertederos y el compostaje. Como objetivo se determinó el comportamiento sobre el rol de la gestión de residuos sólidos y el análisis de los diferentes factores que afectan el sistema. Para lograr definir ello se realizaron estudios en 4 continentes y en 22 países. Los resultados obtenidos en la investigación fue la inadecuada gestión de residuos que provocan la alteración del ecosistema y cercioran que la ventaja sobre la valorización de materia orgánica los residuos sólidos se pueden lograr mediante compostaje y anaeróbicos digestión.

Bases Teóricos Científicas

Marco legal

Decreto Legislativo N° 1278, que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. "Tiene como intensión la recuperación y valorización de desechos sólidos, estableciendo medidas para prevenir la propagación del COVID-19". [10] Este decreto legislativo tiene como objetivo la valorización de los residuos en tiempo de pandemia, con la finalidad de controlar y evitar la difusión del COVID-19.

Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, que aprueba el Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

"Este documento tiene como objetivo asegurar al máximo la eficacia del uso y administración de los residuos sólidos". [11] Por lo tanto para su máxima eficacia se deberá implementar esta ley para una buena administración en la basura generada por la población.

Decreto Supremo N° 074-2001 - Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.

Según [12],"tiene como objetivo establecer los valores de estándares nacionales de calidad ambiental del aire para cada contaminante, además de los lineamientos de estrategia para alcanzarlos progresivamente".

Ley N° 28611 - General del Ambiente

Según [13]," tiene como objetivo establecer principios y normas que aseguren el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente equilibrado, saludable y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento del deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país".

Ley Nº27446: Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental

Según [14], "tiene como objetivo establecer un proceso uniforme que comprenda los requerimientos, etapas, y alcances de las evaluaciones del impacto ambiental de proyectos de inversión y que puedan asegurar la participación ciudadana en el proceso de evaluación de impacto ambiental".

Norma Técnica Peruana

NTP 900.058-2019. Gestión de Residuos. Código de Colores para el Almacenamiento de Residuos Sólidos

"Esta norma detalla los colores que serán empleados para el depósito de residuos municipales y también los no municipales". [15] En esta norma hace mención a la identificación de colores para la clasificación de residuos generados y para considerar una adecuada composición física de ellos.

Norma E-020 Carga. Perú. Reglamento Nacional de Edificaciones

"Esta norma establece cargas mínimas que son necesarias para diseñar las condiciones de servicio tales como: la carga viva, carga muerta, presiones ejercidas por la tierra, cargas de construcción y cargas que pueden ser originadas por la contracción". [16] Desde una perspectiva más general se identificara el tipo de condiciones de servicio que cuenta cada módulo y caseta que se utilizara en la implementación de la infraestructura.

Norma E-030 Diseño Sismorresistente. Perú. Reglamento Nacional de Educaciones

"Esta norma establece el comportamiento de una edificación frente a un sismo, con el propósito de evitar pérdidas de vidas humanas, asegurando la continuidad de los servicios básicos y minimizando los daños en la edificación". [17]

Norma E-050 Suelos y Cimentaciones. Perú. Reglamento Nacional de Edificaciones

"Esta norma establece los requisitos mínimos para la ejecución de estudio de mecánica de suelo, con la finalidad de asegurar la estabilidad y permanecía de las obras y para promover la utilización racional de los recursos". [18]

Norma E-060 Concreto Armado. Perú. Reglamento Nacional de Edificaciones

"Esta norma dispone de los requisitos y exigencias mínimos para el análisis, diseño, materiales, construcción, control de calidad y supervisión de estructuras de concreto armado presforzado y simple". [19] Como indica la norma al consideras módulos de concreto se tendrá de verificar los análisis dinámicos, sísmicos y posterior a ello el diseño de los elementos estructurales a considerar.

Norma E-090. Estructuras Metálicas. Perú. Reglamento Nacional de Edificaciones

"Esta norma dispone de los criterios del método de factores de carga y resistencia y el método de esfuerzos permisibles. Referida a aquellos elementos de acero de sistemas estructurales de pórticos y reticulados que sean parte esencial para soportar las cargas de diseño". [20] Como indica la norma, por la implementación de las naves industriales en las áreas de compostaje y reciclaje se tendrá que evaluar los factores y cargas.

Manuales y Guías

Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales. 2019. MINAM.

"Esta guía permite realizar a través de estudios la caracterización de los residuos municipales, determinar sus componentes (cantidad, densidad, composición y humedad) y una planificación operativa". [21] Esta guía tiene como finalidad poder realizar una correcta estimación de cuanta basura genera una población y con ello tener una buena planificación para una gestión adecuada.

Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales. 2019. MINAM.

"Esta guía permite realizar el diseño de una infraestructura dependiendo del tipo de la capacidad de disposición de residuos municipales, la selección de área y posteriormente la construcción, implementando una adecuada operación y mantenimiento". [22] Esta guía permite realizar los componente que se requiere en una infraestructura como se tiene planteada en este proyecto, aquí se considera realizar una correcta selección del área donde se diseñara la infraestructura, el tipo de relleno a utilizar y los estudios que se deberán realizar.

Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje.2012. MTC.

"Este manual nos permite realizar el análisis de los estudios hidrológicos para obtener información sobre las precipitaciones donde se ubicarán tanto el relleno sanitario como el área de compostaje que principalmente cuentan con la presencia de la generación de lixiviados con el propósito de tener un control adecuado y así poder evitar que la zona urbana de la localidad se vea afectada". [23]

Residuos Sólidos Municipales

Según [21] son aquellos residuos que se originan de las actividades domésticas, comerciales, industriales, institucionales, de mercados de abasto y los provenientes del barrido y limpieza pública, dicha gestión está a cargo de autoridades municipales en todo el ámbito de su jurisdicción. En pocas palabras lo que trata de explicar este apartado es que estos residuos son considerados domiciliarios y no domiciliarios, donde cada uno tiene diferente composición física en los porcentajes en los residuos aprovechables y no aprovechables; y las autoridades municipales son las encargadas de realizar esta gestión.

Clasificación de Residuos Sólidos

a) Residuos Peligrosos

Residuos que presentan un peligro a la salud humana y al ecosistema por sus características o manejo al que son sometidos. En su mayoría estos residuos son originados en las postas de salud, hospitales, entre otros.

b) Residuos No Peligrosos

Estos residuos que no presentan un riesgo para la salud humana y al ecosistema por sus características o manejo al que son sometidos.

- **Residuos Orgánicos**

  Residuos de origen bilógico que se descomponen de manera natural y pueden ser aprovechados como fertilizantes para zonas de cultivos.

- **Residuos Inorgánicos**

  Aquellos residuos que no se degradan con facilidad y pueden ser aprovechados mediante procesos de reciclaje. Lo que trata de explicar es que dichos residuos no son degradables en su totalidad y por consiguiente se deberá implementar estos procesos de reciclaje para una mejora en la gestión de residuos.

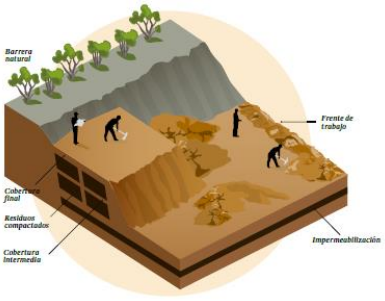
Relleno sanitario

Relleno asignado a la colocación sanitaria y ambiental de manera segura. Se pueden ubicar superficialmente o bajo tierra, basándose en las iniciativas y procedimientos de ingeniería sanitaria y ambiental. [24]

a) Relleno sanitario manual

Según [22] está diseñado para dar disposición final a los residuos sólidos que producen hasta 6 t/día. Se realizan de forma manual y solo se requiere empleo de maquinaria para el corte y acopio de la tierra para su cobertura. Su periodo de uso es esporádico.

Figura 1 Relleno sanitario manual

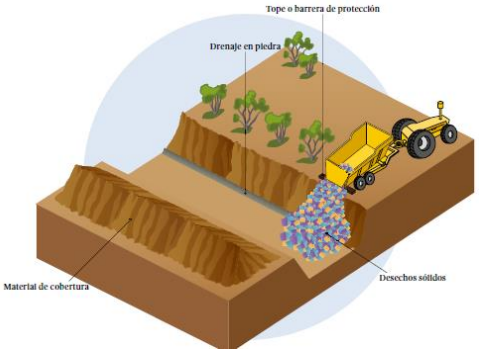


Fuente: MINAM

b) Relleno sanitario semi mecanizado

Según [22] está diseñado para dar disposición final a los residuos sólidos que producen superior a 6 t/día hasta 50 t/día. Se realizan con equipos multiusos asignados para utilización de rellenos sanitarios. Su periodo de uso es frecuente.

Figura 2 Relleno sanitario semi mecanizado

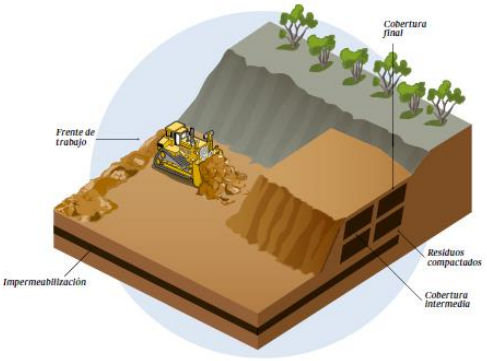


Fuente: MINAM

c) Relleno sanitario mecanizado

Según [22] está Diseñado para dar disposición final a los residuos sólidos que producen superior a 50 t/día. Se realizan con maquinaria pesada para la utilización de rellenos sanitarios. Su periodo de uso es permanente.

Figura 3 Relleno sanitario mecanizado



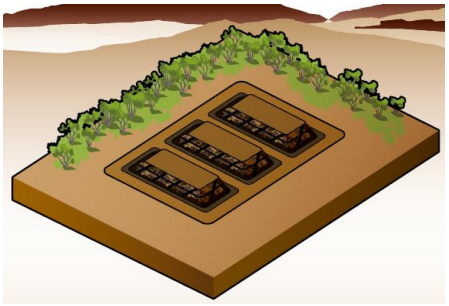
Fuente: MINAM

Selección del Método de operación

a) Método de área

Según [22] este "tipo de método consiste en depositar los residuos sólidos en el nivel original que se encuentra el suelo por medio de plataformas que cuentan con alturas diferentes y requieren de taludes de soporte que se deberá de justificar para su estabilidad".

Figura 4 Método de área



Fuente: MINAM

b) Método de trinchera o zanja

Según [22] este "tipo de método es aplicado en áreas planas, onduladas o suelos no rocosos, donde se realizan excavaciones de zanjas con determinadas dimensiones en función de las características que se encuentre la zona, donde el nivel freático se encuentra a buena profundidad. Se emplea maquinara pesada como la retroexcavadora o un tractor de orugas. Los residuos sólidos son depositados y acomodados dentro de la trinchera para ser compactados y cubiertos con la tierra excavada.

Para este tipo de método se deben controlar y prevenir las infiltraciones de lixiviados, por medio de impermeabilizantes que se utilizan en el suelo y en construcciones de drenes de recolección".

Figura 5 Método de trinchera o zanja

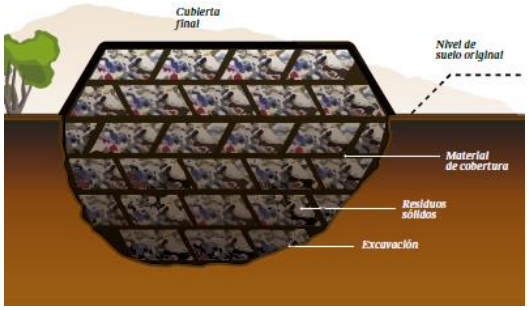


Fuente: MINAM

c) Combinación de ambos métodos

Según [22] este "método es aplicado en terrenos con poca pendiente, la operación del método es la combinación de trinchera culminando por el de área. Sus ventajas es tener empleo de una mínima área que lograra un mayor volumen útil de disposición final y busca utilizar al máximo el material de la excavación a emplearse como cobertura", eso quiere expresar que dicho método contiene ventajas en el empleo minino de área para logar un volumen útil en el relleno sanitario.

Figura 6 Combinación de ambos métodos



Fuente: MINAM

Tratamiento de la materia orgánica

a) Compostaje

Es el tratamiento de algunos residuos sólidos biodegradables de procedencias de materias orgánicas. Este método ayuda a resolver el problema de su eliminación por medio de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero dando lugar al compost, que funciona como un compuesto mejorador de los suelos. Dicho producto será utilizado como fertizantes con fines agrícolas y sobre todo para la recuperación de aquellos suelos degradados en algunas zonas semiáridas, debido a sus condiciones adecuadas que aumenta la fertilidad.

b) Sistema de compostaje

- **Pilas con volteo o compostaje en hilera**

Es un proceso biológico aeróbico con condiciones de humedad, ventilación y temperatura moderadas, el cual transforma los residuos orgánicos en productos degradables en un material estable e higienizado, que se puede utilizar como enmienda orgánica.

Este sistema de compostaje cuenta con dimensiones de 1 a 3 metros de altitud y 3 a 8 de anchura las cuales son volteados y humedecidos periódicamente.

Reciclaje

Según [25] “el reciclaje es una necesidad mundial para la mejora de la calidad del ambiente y la protección de la salud humana. Además de generar empleo, el reciclaje permite ahorrar materias primas que se extraen de la naturaleza y aumentar la vida útil de los rellenos sanitarios en nuestras ciudades, donde cada día hay menos espacio para disponer los residuos”, el objetivo primordial que se busca es minimizar los desechos y reintegrarlos en un ciclo económico para obtener una mejor gestión de los residuos que no solo será beneficioso para nuestra salud sino también en el medio ambiente.

Definición de Términos Básicos

Compost

Abono orgánico que cuenta con sustancias nutritivas que favorece las propiedades del suelo, facilitando el crecimiento de las plantas y evitando el crecimiento de malas hierbas.

Residuos Sólidos

Materiales desechados que en su mayoría carecen de un aprecio económico y se les conoce coloquialmente como “basura o despojos”. [26]

Lixiviados

Líquido que produce olores fétidos por medio de materia orgánica y otros contaminantes. [27]

Disposición final

Lugar para disponer los desechos de manera definitiva, sanitaria y ambiental. [27]

Generación per cápita (GPC)

Es la generación de los despojos por persona día. [21]

Infraestructura de residuos sólidos

Instalación precisamente equipada y operativa para disponer de manera ambiental y sanitariamente segura los restos municipales. [22]

Compuesto por: Vías de acceso, oficinas administrativas, relleno para residuos sólidos, área de compostaje, etc.

Materiales y métodos

Tipo y nivel de investigación

Según el tipo de diseño de investigación para el proyecto es aplicativa, por las necesidades que requiere la población sobre la gestión de sus residuos sólidos y con el propósitos de dar una solución se propone el diseño de infraestructura para los residuos sólidos, la cual es de suma importancia para la municipalidad distrital de Pítipo pueda ejecutar el proyecto en cuestión, garantizando la valorización de los residuos orgánicos e inorgánicos y la viabilidad de la limpieza de los servicios municipales.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Observación directa: Visitas a la zona de estudio con el propósito de obtener información para la elaboración del proyecto.

Análisis de contenido: Información obtenida de diversas fuentes (bibliografía, planos, ensayos, guías, normas, etc.)

Instrumentos

- Instrumentos de Topografía.
- Laboratorio de Mecánica de Suelos.
- Programas de ingeniería: ArcMap, Hidroesta2, SAP 2000, AutoCAD, Civil 3D, S10 Costos y Presupuestos
- Programas de cómputo: Microsoft Word y Microsoft Excel.

Procedimientos

Estudio de caracterización de residuos sólidos

Según [21], el estudio de caracterización es una herramienta fundamental que nos permite conocer la cantidad de residuos sólidos existentes en la zona de estudios.

A continuación, se presenta los pasos para poder estimar la generación, densidad, composición y humedad que contiene los residuos sólidos.

a) Cálculo de la población en proyección

Para el proceso del número de muestras se necesitará la proyección de la población que participará del estudio.

$$P_T = P_O(1 + r)^n$$

$$P_T = \text{Población Total}$$

$$Po = \text{N° habitantes (Censo} - \text{INEI)}$$

$$r = \text{Tasa de cremiento anual}$$

$$n = \text{Número de años a proyectar}$$

b) Cálculo del número de muestra y zonificación

- **Muestras Domiciliarias**

  Dentro de este marco, se estimará la cantidad de viviendas para obtener el total de muestras domiciliarias para realizar el estudio.

Tabla 1 Rangos de tamaño de muestras Domiciliarias

Rangos de Tamaño de Muestras Domiciliarias			
Rango de viviendas (N)	**Tamaño de Muestra (n)**	**Muestras de contingencia (20% de n)**	**Total de muestras domiciliarias**
Hasta 500 viviendas	45	9	54
Más de 500 y hasta 1000 viviendas	71	14	85
Más de 1000 y hasta 5000 viviendas	94	19	113
Más de 5000 y hasta 10000 viviendas	95	19	114
Más de 10000 viviendas	96	19	115

Fuente: MINAM

De la misma forma se seleccionará la cantidad de zonas mediante el rango de viviendas que existe en la población.

Tabla 2 Niveles de Zonificación

Niveles de Zonificación de un Distrito de Acuerdo a los Rangos de Viviendas	
Rango de viviendas (N)	**Zonificación**
Hasta 1,000 viviendas	No Aplica
Más de 1,000 y hasta 10,000 viviendas	Hasta 02 zonas
Más de 10,000 viviendas	Hasta 03 zonas

Fuente: MINAM

- **Muestras No Domiciliarias**

  Las muestras de otras fuentes, tal como establecimientos comerciales, restaurantes, hoteles, mercados, Instituciones Públicas y Privadas, Instituciones Educativas y finalmente el barrido y limpieza de espacios públicos.

  Se evalúan de la siguiente manera:

  En este apartado se propone evaluar los establecimientos comerciales, restaurantes, hoteles, Instituciones Públicas y Privadas.

Tabla 3 Rangos de tamaño de muestras No Domiciliarios

Rangos de Tamaño de Muestra por Generadores no Domiciliarios			
Rango de total de fuentes de generación no domiciliarios en el distrito(N)	**Tamaño de Muestra (n)**	**Muestras de contingencia**	**Total de muestras no domiciliarias**
Menor a 50 generadores	n < 50	0	Es igual a n
Más de 50 y hasta 100	50	10	60
Más de 100 y hasta 250	70	14	84
Más de 250 y hasta 500	81	16	97
Más de 500 y hasta 1000	88	18	106
Más de 1000	88	22	110

Fuente: MINAM

No se consideró las Instituciones Educativas, barrido y limpieza de espacios públicos y mercados, ya que tienen dinámicas diferentes que deberán de ser tratar de manera diferenciadas.

Este análisis procede que para las siguientes fuentes de generación se consideró muestrear como mínimo el 20% del total de cada establecimiento.

c) Logística para llevar a cabo el estudio

- Determinar la cantidad de personas operativas que se requiere para realizar el estudio y la cantidad de establecimientos existentes en la localidad.
- Elaborar la ficha de Registro del número de Viviendas y establecimientos (Empadronamiento), Generación per cápita de Residuos Sólidos, Densidad de Residuos Sólidos y Composición física de Residuos Sólidos
- Adquirir los materiales y herramientas para el estudio
  Bolsas (Para 8 días)
  Balanza digital o mecánica
  Wincha, cilindro, manta para la segregación
  Materiales de limpieza
  Útiles de oficina, útiles de aseo personal, botiquín entre otros.
  Equipos de protección personal: guantes, mandiles, uniformes, mascarillas, gorra, lentes de seguridad, calzado.

d) Capacitación y preparación de los materiales a utilizar en el estudio

- Se requiere la participación de operarios y funcionarios municipales que participen del estudio, con el propósito de explicar la metodología de trabajo que se llevara a cabo el estudio.
- Se organiza y planifica los materiales a utilizar en el estudio.

e) Registro de las viviendas y otras fuentes - Entrega y recojo de bolsas de la muestra

- Para el registro de viviendas se hace el uso de fichas de empadronamiento. Se toma nota de: El código, dirección, cantidad de habitantes por vivienda, nombre y el documento nacional de identidad de la persona que recibe la bolsa. Del mismo modo se realiza el empadronamiento de generadores de otras fuentes, con la diferencia que no se le pide el número de habitantes del local.

- Se informa al poblador que se le entregara bolsas por 8 días las cuales serán recogidas por el vehículo de recolección de residuos sólidos a una determinada hora, para que los lleve al lugar donde se realizaría la caracterización de los residuos sólidos.

f) Recolección y transporte de la muestra

El vehículo de recolección recogerá las muestras y los llevará al lugar donde se realizaría la caracterización de los residuos sólidos.

g) Determinación de la generación per cápita

$$\text{Generación per cápita diaria de residuos } \ gpc \ = \frac{\text{Peso de residuos (kg/vivienda/dia)}}{\text{Habitantes de vivienda}}$$

h) Determinación de la densidad

$$\text{Densidad de la basura (S)} = \frac{W}{\pi\left(\frac{D}{2}\right)^2 (H_f - H_o)}$$

S = Densidad de los residuos sólidos $\left(\frac{Kg}{m^3}\right)$

W = Peso de los residuos sólidos

Vr = Volumen residuos sólidos

D = Diámetro del cilindro

H_f = Altura total del cilindro

H_o = *Altura libre del cilindro*

π = *Constante*

i) Determinación de la composición

Se realiza la separación de sus componentes después de un cuarteo de los residuos sólidos.

$$\text{Porcentaje (\%)} = \frac{P_e}{P_T} x\ 100$$

P_e = Peso de cada componenete en los residuos sólidos (plástico, vidrio, metal, etc)

P_T = Peso total de los residuos sólidos recolectados en el día

j) Determinación de la humedad

$$\text{Humedad de la basura W } \% \ = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} x\ 100$$

W_1 = Peso de los recipientes

W_2 = Peso de los recipientes con basura humedad

W_3 = Peso de los recipientes con basura seca

Estudio topográfico

La finalidad de este estudio es determinar las diferentes inclinaciones del terreno que nos permita realizar la correcta lectura de las curvas de nivel e inspeccionar de manera adecuada los diferentes componentes que forman parte de la infraestructura.

Mediante el uso de la estación total o GPS geodésico, se ubicará las coordenadas de cada punto del terreno, por medio de ángulos y distancias de manera electrónica, permitiéndonos de manera

más sencilla realizar el estudio con el menor tiempo posible, finalmente obteniendo los datos se deberá descargar mediante el formato Microsoft Excel para ingrésalo al programa Civil 3D y así poder realizar un correcto análisis del terreno donde se desarrollará la infraestructura.

Recursos utilizados

- Personal de empleado
  01 topógrafo
  01 ayudante
  01 seguridad
- Equipo topográfico
  01 GPS diferencial Leica GS18
  01 trípode
  01 cintra métrica
- Equipo de gabinete
  01 laptop
  Programas: Microsoft Excel y Civil 3D

Estudio de mecánica de suelos

En el análisis de la mecánica de suelos nos permite determinar el perfil estratigráfico del terreno de estudio de la infraestructura para el manejo y disposición final de residuos sólidos para el distrito de Pítipo.

Estas muestras serán realizadas a profundidades de 1.50 a 3.00 m dependiendo de los diferentes estratos que se encuentren en cada una de las calicatas a estudiar.

Posteriormente se realizará los ensayos los cuales será:

Ensayos de laboratorio

NTP 339.128 – Método de ensayo para el Análisis Granulométrico

NTP 339.127 – Método de ensayo para Determinar el Contenido de Humedad

NTP 339.129 - Ensayo de limites

NTP 339.171 – Método de ensayo de Corte Directo

NTP 399.141 - Método de ensayo para la compactación (Proctor modificado)

NTP 339.145 – Método de ensayo CBR

NTP 339.152 – Contenido de Sales

Estudio hidrológico

El estudio hidrológico tiene como objetivo definir los principales parámetros hidrológicos, con el motivo de precisar las épocas hidrológicas a lo largo del año en la zona de estudio, las cuales serán utilizadas para el diseño del sistema de drenaje pluvial del proyecto, también se determinará si la zona es inundable o no inundable y finalmente se definirá la cantidad de lixiviados que se genera en el relleno sanitario, los cuales serán expulsado por medio de tuberías colectoras. Ya que si estos hechos no son calculados afectarían la zona urbana de la localidad.

Según [23], nos proporciona las siguientes fórmulas:

Caudal

$$Q = 0.274\,CIA$$

Q = Descarga máxima de dieño (m^3/s)

C = Coeficiente de escorrentia

. I = Internsidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A = Área de la cuenca (Km^2)

Tiempo de Concentración

$$Tc = 0.3\left(\frac{L}{S_0^{0.25}}\right)^{0.75}$$

Tc = Tiempo de concentración (horas)

L = Longitud del cauce principal (Km)

So = Diferencia de cotas entre los puntos extremos del cauce sobre L (%)

Coeficiente de Uniformidad

$$K = 0.1 + \frac{T_c^{1.25}}{T_c^{1.25} + 14}$$

K = Coeficiente de Uniformidad

Tc = Tiempo de concentración (horas)

Coeficiente de Simultaneidad

$$K_A = 1 - \frac{\log_{10} A}{15}$$

K_A = Coeficiente de Simultaneidad

A = Área de la cuenca (Km^2)

Precipitación máxima corregida sobre la cuenca

$$P = K_A\,P_d$$

P = Precipitación máxima corregida (mm)

K_A = Coeficiente de Simultaneidad

P_d = Precipitación máxima diaria (mm)

Intensidad de Precipitación

$$I = \left(\frac{P}{24}\right)(11)^{\frac{28^{0.1} - T_c^{0.1}}{28^{0.1} - 1}}$$

I = Intensidad de preciítación máxima horaria (mm/h)

P = Precipitación máxima corregida (mm)

Tc = Tiempo de concentración (horras)

Coeficientes de escorrentías método racional

$$C = \frac{(P_d - P_0)(P_d + 23P_0)}{(P_d + 11P_0)^2}$$

P_d = Precipitación máxima corregida (mm)

P_0 = Umbral de escorrentía = $\left(\frac{500}{CN}\right) - 50$

CN = Número de curva

Tabla 4 Coeficientes de escorrentías

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	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	0,10	0,05

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje

Diseño de los componentes para la infraestructura de la utilización y disposición final de residuos sólidos

En el desarrollo del diseño de los componentes para los residuos sólidos, se tendrá cuenta la cantidad de desperdicios que serán orgánicos o no orgánicos mediante un flujo de destino, que radica en las cantidades que serán destinadas tanto en la planta de compostaje o en la planta de reciclaje, lo cual dependerá del tratamiento que se quiera realizar. Finalmente, aquellos residuos que son no aprovechables se colocarán en el tipo de relleno sanitario con su selección de método calculado que será empleado por el volumen de sus residuos sólidos que fueron determinados en el estudio de caracterización.

Cálculo del área requerida

Esta extensión del terreno dependerá de la vida útil donde se ubicará la infraestructura, para ello se seleccionará el tipo de relleno sanitario y por medio de la tabla se obtendrá la superficie del terreno.

Tabla 5 Cálculo del área requerida

SUPERFICIES DE TERRENO	RELLENO SANITARIO MANUAL (6t/día)	RELLENO SANITARIO SEMI MECANIZADO (50 t/día)	RELLENO SANITARIO MECANIZADO (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)
Vias, campamento, áreas libres, infraestructura diversa	4,00 ha	5,25 ha	(10,00 has) (10,00 ha)
Superficie minima recomendable	5,00 ha	10,00 ha	(23,00 ha) (50,00 ha)

Fuente: MINAM

Diseño del relleno sanitario

- **Volumen de residuos sólidos**

Para estimar el cálculo del volumen de residuos sólidos que dispondrá el relleno sanitario es necesario conocer la información demográfica de la población y su generación per cápita, la cual esta información nos permitirá fijar la tasa de crecimiento anual de residuo sólidos.

$$\text{Volumen diario} = \frac{\text{Cantidad de sólidos generados } (\frac{\text{Tn}}{\text{m}^3})}{\text{Densidad } (\frac{\text{Tn}}{\text{m}^3})}$$

$$\text{Volumen anual} = \text{Volumen diario} * 365$$

$$\text{Densidad proyectada como refencia } (0{,}50, 0{,}60 \text{ y } 0{,}70 \text{ t/m3})$$

- **Dimensiones del relleno sanitario**

$$\text{Volumen de recepcion} = \frac{1}{3}\text{h}\left(\text{a} * \text{b} + \text{c} * \text{d} + \sqrt{(\text{a} * \text{b})\text{x}(\text{c} * \text{d})}\right)$$

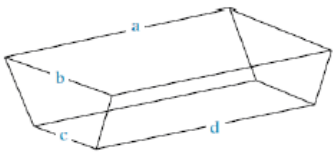
a = Largo de base mayor

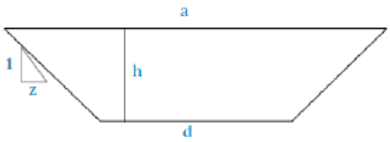
b = Ancho de base mayor

c = Ancho de base menor

d = Largo de base menor

h = Altura





- **Capacidad útil requerida**

Para el cálculo de la capacidad útil de relleno sanitario se requiere el volumen anual y el total de residuos sólidos que se generaron, también se sugiere utilizar la tabla de las densidades por el tipo de relleno sanitario que se seleccionará y finalmente para el volumen del material de cobertura tendrá que estar entre el 20 % y el 25 % del volumen total de residuos sólidos.

$$\text{Material de cobertura} = V_{\text{anual compactada}} * (0.2 * 0.25)$$

Tabla 6 Espesor de cobertura diaria

COBERTURA	RELLENO SANITARIO MANUAL	RELLENO SANITARIO SEMIMECANIZADO	RELLENO SANITARIO MECANIZADO
Espesor compactado de tierra de cobertura diaria	De 0.10 a 0.20 m	Aprox. 0.20 a 0.30 m	Aprox. 0.20 a 0.3 m

Fuente: MINAM

Tabla 7 Espesor de cobertura de sellado

COBERTURA	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: MINAM

- **Compactación de residuos**

Mediante el tipo de relleno sanitario se compactará los residuos con la finalidad de reducir su volumen.

Tabla 8 Procedimiento de acuerdo con el tipo de relleno

LABORES	RELLENO SANITARIO MANUAL	RELLENO SANITARIO SEMIMECANIZADO	RELLENO SANITARIO MECANIZADO
Acumulación de residuos, formación de capa plataforma y compactación	Herramientas manuales	Tractor de orugas	Tractor de orugas
Espesor de los residuos en la formación de capa o plataforma	Mínimo de 0,20 m	Variable, entre 1,00 y 1,50 m	Variable, entre 2,5 y 4,0 m
Densidad que aproximadamente alcanzan los residuos	de 0,50 a 0,60 t/m3	Aproximadamente 0,70 t/m3	Aproximadamente 0,80 a 1,00 t/m3
Corte de tierra (En cantera) para cobertura y traslado a punto de acopio	Manual	Tractor de orugas	Tractor de orugas
Traslado de tierra de punto de acopio o cantera a la zona de disposición final	Mediante carretillas (desde punto de acopio)	Cargador frontal y camión volquete (desde cantera)	Cargador frontal y camión volquete (desde cantera)
Extendido de tierra de cobertura	Manual (lampas y rastrillos)	Tractor de orugas	Tractor de orugas
Compactación de tierra de cobertura	Manual (pisones manuales)	Tractor de orugas	Tractor de orugas

Fuente: MINAM

- **Diseño de taludes**

Se presentan las siguientes inclinaciones de los diferentes tipos de suelos que pueden aparecer en la zona de estudio.

Tabla 9 Tipo de taludes

TIPO DE TERRENO	TALUD DE RELLENO (V:H)	OBSERVACIÓN
Grava, limo arenoso y arcilla	01:01.5	Cuando h <= 5 m
	01:01.8	Cuando h = 5 a 10 m
	01:02.0	Cuando h > 10 m
	01:02.0	Cuando h <= 5 m
Arena	01:02.5	Cuando h = 5 a 10 m
	01:02.5	Cuando h > 10 m
Enrocado	01:01.0	Cuando h <= 5 m
	01:01.3	Cuando h = 5 a 10 m
	01:01.5	Cuando h > 10 m

Fuente: MINAM

Diseño del área de reciclaje

La planta de reciclaje se seleccionará aquellos residuos como el papel, cartón, plástico y metales, los cuales serán separados y aprovechados de forma selectiva.

Debemos resaltar que la altura será utilizada hasta un tope de un 1.80 m para su mayor comodidad y manipulación.

- **Volumen de residuos inorgánicos**

$$V = \frac{Re}{\rho_{inorgánico}}$$

V = Volumen de residuos inorganicos disponibles (m^3/dia)

R_e = Residuos Inorgánicos recepcionados (Ton/dia)

$\rho_{inorgánico}$ = Densidad de los reiduos inorganicos (Ton/m^3)

- **Área de deposito**

$$A_{de} = \frac{V}{H}$$

A_{de} = Área de deposito (m^2/dia)

V = Volumen de residuos inorgánicos disponibles (m^3/dia)

H = Altura de Recepcion de los residuos inorganicos (m)

- **Área de neta**

$$A_{neta} = A_{de} * T$$

A_{cr} = Área neta (m^2)

A_{de} = Área de deposito (m^2/dia)

T = Tiempo de almacenamiento (dia)

- **Área total del módulo de reciclaje**

Se considera el 30% del área neta, esto incluye los espacios libres.

- **Predimensionamiento del modulo**

Considerando una sección rectangular

$$A_{tot} = L * A$$

$$A_{tot} = \text{Área total } (m^2)$$

$$L = \text{Largo (m)}$$

$$A = \text{Ancho (m)}$$

Diseño del área de compostaje

La planta de compostaje se deberá asegurar los impactos de las emisiones, lixiviados y el polvo que se transmite de los residuos en el entorno natural que se dispondrá mediante el método de pilas de volteo o compostaje en hilera.

Según Haug, menciona que la altura recomendada para el sistema de pilas volteadas estaría entre 1.2-2 m, donde cada pila contiene residuos de 48% de residuos orgánicos, 21% de residuos de poda (residuos de jardinería) y 31% de residuos de cítricos.

De acuerdo con [28] ,se deberá calcular la cantidad de residuos que se utilizaran en la planta de compostaje, para ellos se aplicara la siguiente formula:

$$U_{cf} = U_{cI} * (1 + i\%)^t$$

$$U_{cf} = \text{ Cantidad de residuos sólidos en planta año final } (Ton/dia)$$

$$U_{ci} = \text{ Cantidad de residuos sólidos en planta inicial } (Ton/dia)$$

$$i\% = \text{ tasa de crecimiento}$$

$$t = \text{ Años de vida del proyecto}$$

- **Área de la cámara de recepción**

$$A_{cr} = \frac{U_{cf}}{\rho_{orgánico} * H_c}$$

$$A_{cr} = \text{Área de la cámara de recepción } (m^2)$$

$$U_{cf} = \text{Cantidad de residuos sólidos urbanos } (Ton/dia)$$

$$\rho_{orgánico} = \text{Densidad residuos orgánicos } (Ton/m^3)$$

$$H_c = \text{Altura de los residuos dispersos (m)}$$

- **Área de descomposición o degradación**

Para el cálculo del área primero se determina el volumen, longitud y el número de la pila para poder calcular el área que ocupara el total de pila.

Volumen de la pila

$$V_d = \frac{U_{cf} * T_{des}}{\rho_{compostaje}}$$

V_d = Volumen de la pila de descomposicón (m^3)

U_{cf} = Cantidad de residuos sólidos urbanos a recibir en planta (Ton/dia)

$\rho_{compostaje}$ = Densidad residuos compostados (Ton/m^3)

T_{des} = Tiempo de descomposición (días)

Longitud de la pila:

$$L_d = \frac{V_d}{\left(\frac{B_d * h_d}{2}\right)}$$

L_d = Longitud de la pila de descomposión (m)

V_d = Volumen de la pila de descomposición (m^3)

B_d = Base de la pila (m)

h_d = Altura de la pila (m)

Número total de pilas:

$$N° \text{ total de pilas} = \frac{L_d}{L_f}$$

$N°_{\text{total de pilas}}$ = Número de pilas

L_d = Longitud de la pila de descomposión (m)

L_f = Longitud estandar de la fila de degradación (m)

L_f: La longitud estándar de la pila es variable, se estima que para plantas pequeñas deberá ser un largo entre 10 a 15 m y para plantas grandes o con sistema de volteo mecánico un largo de hasta 100 m.

Área de pilas de degradación:

$$A_d = N° \text{ total de pilas} * B_d * L_f$$

A_d = Área de pilas para la degradación

B_d = Base de la pila (m)

L_f = Longitud estandar de la fila de degradación (m)

- **Área de maduración**

Longitud de la pila:

$$L_m = \frac{V_d * \frac{1}{2}}{\left(\frac{B_m * h_m}{2}\right)}$$

L_m = Longitud de la pila de maduración (m)

V_d = Volumen de la pila de descomposición (m^3)

B_m = Base de la pila (m)

$$h_m = \text{Altura de la pila (m)}$$

Número total de pilas:

$$N°pilas = \frac{L_m}{L_f}$$

$$N°_{pila} = \text{Número de pilas de maduración}$$

$$L_m = \text{Longitud de la pila de maduración (m)}$$

$$L_f = \text{Longitud estandar de la fila de degradación (m)}$$

Área de pilas de maduración:

$$A_M = N°pilas * B_m * L_f$$

$$A_M = \text{Área de pilas de maduración } (m^2)$$

$$B_m = \text{Base de la pila (m)}$$

$$L_f = \text{Longitud estandar de la fila de degradación(m)}$$

- **Área de cribado**

$$A_{cribado} = \frac{V_d * \frac{1}{3}}{h_{cribado}} + espacio\ de\ maquinaria$$

$$A_{cribado} = \text{Área de cribado } (m^2)$$

$$V_d = \text{Volumen de la pila de descomposición } (m^3)$$

$$h_{cribado} = \text{Altura de cribado (m)}$$

$h_{cribado}$: Se puede considerar una altura de 1.5 m.

- **Área de almacenamiento**

$$A_{alm} = \frac{V_d * \frac{1}{3} * t_{alm}}{h_{alm}}$$

$$A_{alm} = \text{Área de almacenamiento } (m^2)$$

$$V_d = \text{Volumen de la pila de descomposición } (m^3)$$

$$t_{alm} = \text{Tiempo de alamacenamiento (dias)}$$

$$h_{alm} = \text{Altura de almacenamiento (m)}$$

halm: Se puede considerar una altura de 2 m.

- **Área total de compostaje**

$$A_{TPC} = A_{cr} + A_d + A_M + A_{cribado} + A_{alm}$$

$$A_{TPC} = \text{Área total de compostaje } (m^2)$$

$$A_{cr} = \text{Área de la cámara de recepción } (m^2)$$

$$A_d = \text{Área de pilas para la degradación}$$

$$A_M = \text{Área de pilas de maduración } (m^2)$$

$$A_{cribado} = \text{Área de cribado } (m^2)$$

$$A_{alm} = \text{Área de almacenamiento } (m^2)$$

Diseño del sistema de drenaje, poza de almacenamiento y recirculación de lixiviados

Según [22], nos indica que la mejor fórmula para determinar el caudal medio de lixiviado es el Método Suizo.

Método Suizo

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

$$Q = \text{Caudal medio de lixiviados (lts/seg)}$$

$$P = \text{Precipitación media anual (mm/año)}$$

$$A = \text{Área superficial del relleno } (m^2)$$

$$K = \text{Coeficiente que depende del grado de compactación de la basura}$$

$$t = \text{Número de segundos en un año (31536000 seg/año)}$$

Volumen de lixiviados

$$V = Q * t$$

$$V = \text{Volumen de lixiviado que seran alamacenado } (m^3)$$

$$Q = \text{Caudal medio de lixiviado } (m^3/\text{mes})$$

$$t = \text{número máximo de meses con lluviasconsecutivas (mes)}$$

Diseño del sistema del drenaje pluvial

Según [22], nos indica que la mejor fórmula para determinar el sistema del drenaje pluvial es el siguiente:

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

$$Q = \text{Caudal máximo } (m^3/s)$$

$$C = \text{Coeficiente de escorrentia}$$

$$I = \text{Intensidad de lluvia de diseño (mm/hr)}$$

$$A = \text{Área de la cuenca (HA)}$$

Instalaciones auxiliares

Inicialmente para las instalaciones auxiliares se desarrollará el diseño de la vía de acceso interior donde se ubicará la infraestructura, se evaluará el estudio de tráfico, el diseño del afirmado y el tipo de vehículos que transitará esta vía, después se desarrollará el diseño de la caseta de vigilancia e implementación del área administrativa y de servicios, que serán diseñadas de concreto armado, para dicho diseño serán utilizados bajo el reglamento de la Norma Técnica Peruana, es decir la Norma E-0.20 y la Norma E-0.30, para ello se tendrá que utilizar los diseños de arquitectura y estructuras. Finalmente se adicionará los servicios de instalaciones sanitarias e instalaciones eléctricas.

a) Vía de acceso interior

Estudio de tráfico

$$P_f = P_o(1 + T_c)^n$$

$P_f =$ Tránsito final

$P_o =$ Trásito inicial (año base)

$T_o =$ Tasa de crecimiento anual por tipo de vehiculo

$n =$ Año a estimarse

Diseño de afirmado

$$e = [219 - 211 * (\log_{10}CBR) + 58 * (\log_{10}CBR)^2] * \log_{10}\left(\frac{Nrep}{120}\right)$$

$e =$ Espesor de la capa de afirmado (mm)

$CBR =$ Valor del CBR de la subrasante

$Nrep =$ Número de repeticiones de EE para el carril de diseño

Estudio de impacto ambiental

El presente estudio se busca identificar y evaluar los impactos que se pueden efectuar tanto negativos como positivos en las etapas de construcción, operación y cierre del proyecto.

Con la ayuda de la Matriz de Leopold se identificará los impactos según su importancia y magnitud por cada partida que se asignará en las diferentes etapas que serán evaluadas, también se utilizará las normativas para la evaluación del impacto ambiental, con el propósito de disminuir e implementar medidas para poder prevenir los diversos daños que puedan existir al medio ambiente y la seguridad pública. Al finalizar la identificación de estos impactos se realizará un plan de participación ciudadana y un plan de manejo ambiental.

Marco legal

Ley N° 28611 - General del Ambiente

Ley N° 27314 - Ley General de Residuos Sólidos

Ley Nº27446: Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental

Costos y presupuesto del estudio

Para calcular los costos del proyecto de estudio se tendrá que establecer diversos componentes, donde se obtendrá una buena estimación en su presupuesto. Por lo general estos componentes básicos se dividen en costos directos e indirectos, donde los materiales, mano de obra, equipos y herramientas quienes corresponden de manera directa en la ejecución de la obra son considerados como costos directos y finalmente los gastos generales y los impuestos son costos indirectos.

En primer lugar, se deberá programar una hoja de cálculo en el programa Microsoft Excel las actividades para elaborar el presupuesto con su metrado correspondiente, para ello se tendrá que considerar las unidades que serán medidas para el diseño de los componentes de la infraestructura, estas pueden estar medidas de manera global (GLB), metros cuadrados (M2), metros cúbicos (M3), unidad (UND), metro (M), etc.

Después se realizará el análisis de costos unitarios mediante el programa S10 costos y presupuestos o el programa Microsoft Excel. Esto abarca el pago total por partida que corresponda a cada uno de los componentes del diseño del proyecto, esto implica el rendimiento y los costos directos e indirectos, es decir se considera el producto de los materiales, la mano de obra, el equipo y herramientas y finalmente otros bienes o servicios.

$$\mathrm{Co} = \frac{\mathrm{NH} * \mathrm{Ca}}{\mathrm{R}}$$

$$\mathrm{Co} = \text{Cantidad dia hombre en base a la cuadrilla}$$

$$\mathrm{R} = \text{Rendimiento de la cuadrilla}$$

$$\mathrm{NH} = \text{Número de horas diarias de trabajo}(8\ \text{horas})$$

$$\mathrm{Ca} = \text{Cantidad de caudrilla}$$

Para finalizar se realizará el presupuesto general del proyecto donde saldrá el precio total por partidas del proyecto y con ello se elabora la programación de obra que consiste en el tiempo específico que se realizará cada partida de manera eficiente.

Resultados y discusión

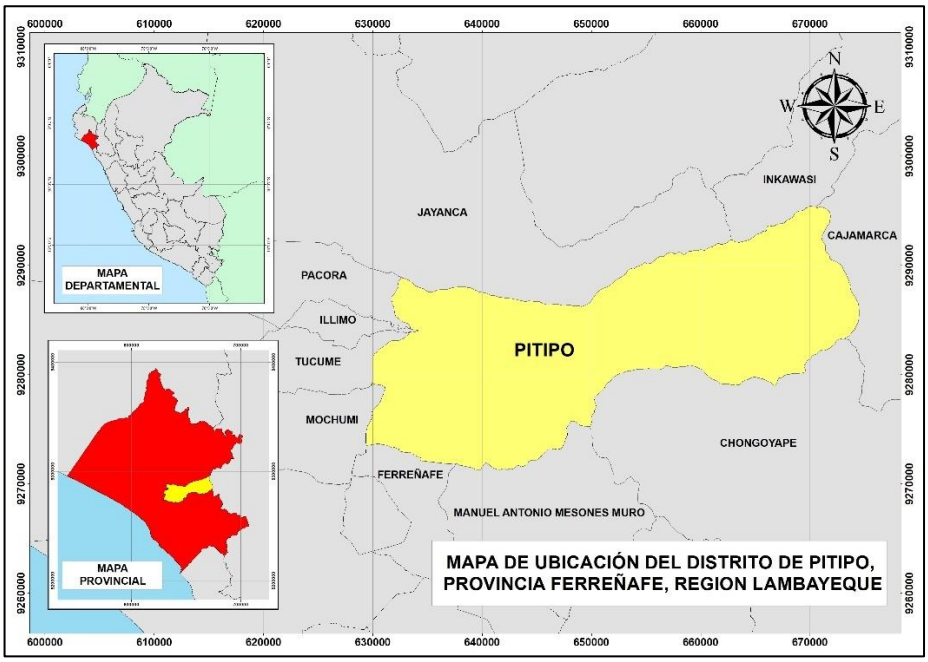
Ubicación Geográfica

El distrito de Pítipo se encuentra situado en la parte norte y central de la provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque a 26.90 km de la ciudad de Chiclayo, presenta con una extensión territorial de 558. 18 Km2 y a una altura de 55 m.s.n.m.

Limites distritales:

- Por el Norte: Con el distrito de Jayanca e Inkawasi.
- Por el Sur: Con el distrito de Ferreñafe, Manuel Antonio Mesones Muro y Chongoyape.
- Por el Este: Con el departamento de Cajamarca.
- Por el Oeste: Con el distrito de Pacora, Íllimo, Túcume, Mochumí y Lambayeque.

Figura 7 Mapa de Ubicación del Distrito de Pítipo



Fuente: Elaboración Propia

Población

En primer lugar, para determinar la proyección de la población del año 2021, se calculó la tasa de crecimiento poblacional mediante los censos de los años 2017 al 2020, dando resultando de 1.20%, con el fin de tener una estimación de los habitantes que participarán del estudio de caracterización de residuos sólidos y al mismo tiempo tener una proyección de 20 años de vida útil para el diseño del proyecto.

Como resultado se obtiene que para el estudio de caracterización del 2022 cuenta con una población de 22 507 y para la proyección de vida útil del diseño contará con una población de 28 222.

Tabla 10 Población proyectada

Años	Población Proyectada	Años	Población Proyectada
2021	22,240	2032	25,354
2022	22,507	2033	25,657
2023	22,776	2034	25,965
2024	23,049	2035	26,276
2025	23,325	2036	26,591
2026	23,605	2037	26,909
2027	23,888	2038	27,232
2028	24,174	2039	27,558
2029	24,464	2040	27,888
2030	24,757	2041	28,222
2031	25,053		

Fuente: Elaboración Propia

Estudio de caracterización de residuos sólidos

Como se indica en el Anexo 03, se realizó la caracterización, determinando la generación de residuos de la población del distrito de Pítipo. Con el propósito de obtener proporciones determinadas de las cantidades de residuos sólidos las cuales serán destinadas a las áreas de compostaje, reciclaje y relleno sanitario.

Determinación del tamaño y distribución de la muestra

Para muestras domiciliarias

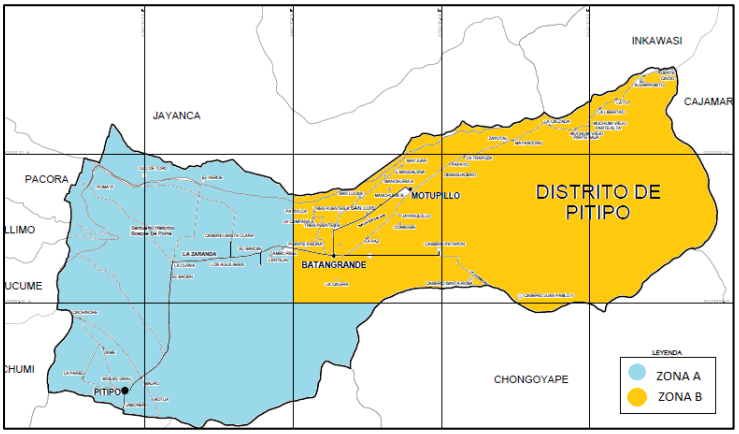
a) Zonificación del distrito

Según Tabla 2 se consideró zonificar en 2 zonas, por la cantidad de viviendas existentes en el distrito, a fin de que se pueda distribuir las muestras de acuerdo a la representatividad de cada uno.

Para la zonificación se estimó unir por su nivel socioecomico y por su ubicación de los centros poblados, es decir se unió la ciudad de Pítipo con La Zaranda y Batangrande con Motupillo.

Como se puede observar en la Figura 8, el análisis procede por que dichas localidades se encuentran muy alejadas.

Figura 8 Zonificación del Mapa del distrito de Pítipo



Fuente: Elaboración Propia

De esta manera se subdividió en la zona A y B con un total de 2171 y 3914 viviendas, respectivamente.

Tabla 11 Total de viviendas por zonas

Zonificación	TOTAL DE VIVIENDAS
A	2,271
B	3,914
Total	**6185**

Fuente: Elaboración Propia

b) Determinación del tamaño

Para las muestras domiciliarias se calculó el porcentaje que representa cada zona y se múltiplo con el valor de 114, cabe indicar que dicho total de muestras surge de la Tabla 1 que estima el rango total de viviendas existentes en la localidad.

El total de muestras que se utilizó por cada zona fueron de 42 muestras en la zona A y 72 muestras en la zona B.

Tabla 12 Determinación del tamaño de muestras domiciliarias

Nivel socio económico	Representatividad	Cálculo (%)	Total de muestras por
A	2,271	37%	42
B	3,914	63%	72
Total	6,185	100%	114

Fuente: Elaboración Propia

Para muestras no domiciliarias

Para estimar la cantidad de muestras, se hizo un análisis del total de las fuentes no domiciliarios que existen en el distrito. Como producto de este análisis se obtuvo la cantidad de 305 generadores.

Según la Tabla 3 se determinó utilizar 97 muestras de dichas fuentes y solo se unió establecimientos comerciales, restaurante, hoteles e Instituciones Públicas y Privadas, para sacar el total de muestras que participarán.

Tabla 13 Determinación del tamaño de muestras No domiciliarias - Parte 1

Fuentes de generación de residuos sólidos no domiciliarios	Cantidad de fuentes de generación	Representatividad (%)	Total de muestras por fuente de generación
Establecimientos comerciales (Bodegas, ferreterías, panaderías, librerías, bazares, cabinas de internet, locutorios, farmacias y boticas, salones de belleza, peluquerías, centros de entretenimiento (cines, discotecas, casinos, entre otros).)	165	71.74%	70
Restaurantes (Chifas, cevicherías, picanterías, establecimientos de comida rápida y bares)	48	20.87%	20
Hoteles	2	0.87%	1
Instituciones públicas y privadas (Entidades públicas y privadas, iglesias, bancos y oficinas administrativas)	15	6.52%	6
TOTAL	230	100.00%	97

Fuente: Elaboración Propia

Después se consideró utilizar el 20% de las fuentes de generación restantes, por ser de dinámicas particularmente diferentes, como nos indica la guía del Ministerio del Ambiente y se logró sacar el total de muestras como se indica en la Tabla 14.

Tabla 14 Determinación del tamaño de muestras No domiciliarias - Parte 2

Fuentes de generación de residuos sólidos no domiciliarios	Total de muestras por fuente de generación
Instituciones Educativas	10
Mercados	5
Barrido y limpieza pública	3

Fuente: Elaboración Propia

Resultados generales de la caracterización

Generación total y generación per cápita total municipal

La generación total del presente año es de 13468.11 kg/día, la cual está formada por la suma de la generación de residuos domiciliario de 11613.61 kg/día y no domiciliarios que equivalen a 1854.50 kg/día. Con referencia de la generación per cápita de residuos municipales se logró determinar que dicha población puede generar un promedio de 0.598 kg/día.

Tabla 15 Generación total y generación per cápita de los Residuos Sólidos Municipales

A	B	C=AxB	D	E=C+D	F=E/A	Ex365/1000
POBLACION 2022	GPC domiciliarios (kg/Hab/dia)	Generación domiciliarios (kg/dia)	Generación no domiciliarios (kg/dia)	Generación municipales (kg/dia)	GPC Municipales (kg/dia)	Generación Total (Tn/año)
22,507	0.516	11,613.61	1,854.50	13,468.11	0.598	4,915.86

Fuente: Elaboración Propia

Densidad de residuos sólidos municipales

La densidad de estos residuos es de 183.077 kg/m3, según indica la Tabla16.

Tabla 16 Densidad promedio de los Residuos Sólidos Municipales

RUBROS	Densidad Promedio kg/m3
Domiciliarios	170.82
Establecimientos comerciales	106.07
Restaurantes	249.14
Instituciones Educativas	198.40
Barrido y Limpieza de espacios	190.95
Densidad Promedio Aproximada	**183.077**

Fuente: Elaboración Propia

Composición general de residuos sólidos municipales

Según la Tabla 17 se muestra que la cantidad porcentual de residuos aprovechables que genera el distrito de Pítipo es de 82.11% y solo el 17.89% son considerados como residuos no aprovechables.

También se puede apreciar que el componente con mayor porcentaje de los residuos aprovechables es la materia orgánicos con 60.07% y la cantidad de materia inorgánica suma un total de 22.04%.

Tabla 17 Composición porcentual de los Residuos Sólidos Municipales

Tipo de residuo sólido	COMPOSICION PORCENTUAL
Residuos aprovechables	82.11%
Residuos Orgánicos	60.07%
Residuos de alimentos	36.73%
Residuos de maleza y poda	15.80%
Otros orgánicos	7.55%
Residuos Inorgánicos	22.04%
Papel	5.86%
Cartón	5.63%
Vidrio	1.10%
Plástico	6.02%
Tetra brik (envases multicapa)	0.32%
Metales	2.59%
Textiles (telas)	0.52%
Caucho, cuero, jebe	0.00%
Residuos no aprovechables	17.89%
	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

Determinación de la humedad

En cuanto a la determinación de la humedad, se tomó muestras para los residuos domiciliarios y no domiciliarios, y fueron examinadas por el laboratorio de analistas de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo (Ver Anexo 03), donde se desarrolló este ensayo dando como resultado 58.43% de humedad para residuos domiciliarios y 8.34% para residuos no domiciliarios.

Porcentajes para el manejo y disposición final de los residuos sólidos

Los resultados de generación per cápita domiciliarias y no domiciliarias, serán destinados a la planta de valorización y al relleno sanitario.

La cantidad de Residuos Sólidos Municipales de la **Materia Orgánica**	**60.07%**
La cantidad de **Material Inorgánico** Municipal Aprovechables	**22.04%**
La cantidad de Residuos Sólidos **Aprovechables** Municipales es	**82.11%**
La cantidad de Residuos Sólidos **No Aprovechables** Municipales es	**17.89%**

– Para la planta de valorización se consideró un 82.11% de los residuos sólidos.

Valorización (Planta de tratamiento)		
Residuos Sólidos Aprovechables	Materia Orgánica	60.07%
	Materia Inorgánica	22.04%
	Total	**82.11%**

– Para el relleno sanitario se consideró se consideró un 17.89% de los residuos sólidos.

Disposición Final (Relleno sanitario)	
Residuos Sólidos No Aprovechables	17.89%

De acuerdo a ello se determinó por medio de los porcentajes obtenidos la generación que serán destinadas a cada área de la infraestructura.

Área de Compostaje	0.356 kg/hab/dia
Área de Reciclaje	0.130 kg/hab/dia
Área del Relleno Sanitario	0.106 kg/hab/dia

Estudio Topográfico

Inicialmente se evaluó el terreno por medio de los criterios de selección decretados por el Ministerio del Ambiente, para obtener como resultado si la zona es la adecuada para su ejecución.

Para ello se analizó las consideraciones que nos piden, tal como: las distancia a centros poblados y granjas de crianza de animales, vías de acceso disponibles, dirección predominante del viento, distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje, opinión pública, entre otros.

Como resultado se obtuvo que el área era aceptable de Primera Opción-Muy bueno, con una puntuación de 408. (Ver Anexo 04)

Esta zona se encuentra ubicada a 21 km desde la ciudad de Pítipo, zona 17 M, teniendo como coordenadas U.T.M:

- Condenadas Este: 643864.033
- Condenadas Norte:9280158.403

Para el levantamiento topográfico de la zona de estudio, se realizó un recorrido de la zona y se ubicó 3 BMS de referencia ubicados dentro del terreno, con la finalidad para poder determinar los límites del terreno y hacer el levantamiento topográfico con el GPS diferencial Leica GS18

Se delimito un área de 107068.53m2 (10.70 ha), con un perímetro de 1299.88 ml.

Tabla 18 Coordenadas UTM-Datos Topográficos

Vertice	Lado	Distancia	Angulo	COORDENADAS UTM	
				Este	Norte
P1	P1-P2	299.12	88°47'18"	643864.033	9280158.403
P2	P2-P3	208.1	92°20'34"	644153.882	9280084.490
P3	P3-P4	149.91	161°19'33"	644110.748	9279880.914
P4	P4-P5	259.3	113°19'33"	644034.354	9279751.929
P5	P5-P1	383.45	84°13'1"	643777.163	9279784.927

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19 Ubicación de BM

BM	Este	Norte	Elevación
1	643863.0844	9280143.237	95.5420
2	643920.1189	9278874.575	98.8582
3	643954.635	9279822.616	107.0605

Fuente: Elaboración propia

Estudio de Mecánica de Suelos

Se realizó la exploración de campo a profundidades de 1.50 a 3.00 m dependiendo de los diferentes estratos que se encuentra cada una de las calicatas a estudiar.

Para la investigación del subsuelo de las zonas se determinó realizar la cantidad de 13 calicatas a cielo abierto.

- Relleno sanitario: Se realizó 3 calicatas hasta una profundidad de 3 metros.
- Vía de acceso interior: Se realizó 3 calicatas hasta una profundidad de 1.50 metros.
- Área de Compostaje: Se realizó 3 calicatas hasta una profundidad de 1.50 metros.
- Área de Reciclaje: Se realizó 2 calicatas hasta una profundidad de 1.50 metros.
- Área administrativa: Se realizó 1 calicatas hasta una profundidad de 1.50 metros.
- Área de almacén, baños y vestuarios: Se realizó 1 calicatas hasta una profundidad de 1.50 metros.

Descripción de los perfiles estratigráficos de los suelos:

- Calicata #01: La profundidad de la calicata fue de 3.00m, se clasifico el tipo de suelo como Arena arcillosa [AASHTO-A-6(3) / SUCS-(SC)], la humedad es de 9.44% y una plasticidad de 23%. Finalmente, no se detectó el nivel freático.
- Calicata #02: La profundidad de la calicata fue de 3.00m, se clasifico el tipo de suelo como Arena arcillosa [AASHTO-A-6(3) / SUCS-(SC)], la humedad es de 9.82% y una plasticidad de 24%. Finalmente, no se detectó el nivel freático.
- Calicata #03: La profundidad de la calicata fue de 3.00m, se clasifico el tipo de suelo como Arena arcillosa [AASHTO-A-6(3) / SUCS-(SC)], la humedad es de 9.09% y una plasticidad de 22%, una permeabilidad de K = 2.12x10-4 cm/seg. Finalmente, no se detectó el nivel freático.
- Calicata #04: La profundidad de la calicata fue de 1.50m, se clasifico el tipo de suelo como Arena limo arcillosa [AASHTO-A-2-4(0) / SUCS-(SC-SM)], la humedad es de 5.63% y una plasticidad de 6.00%. Finalmente, no se detectó el nivel freático.
- Calicata #05: La profundidad de la calicata fue de 1.50m, se clasifico el tipo de suelo como Arena arcillosa [AASHTO-A-2-6(1) / SUCS-(SC)], la humedad es de 5.15% y una plasticidad de 13%. Finalmente, no se detectó el nivel freático.
- Calicata #06: La profundidad de la calicata fue de 1.50m, se clasifico el tipo de suelo como Arena arcillosa [AASHTO-A-2-6(1) / SUCS-(SC)], la humedad es de 5.98% y una

plasticidad de 13%. Finalmente, no se detectó el nivel freático.

- Calicata #07: La profundidad de la calicata fue de 1.50m, se clasifico el tipo de suelo como Arena arcillosa [AASHTO-A-2-4(0) / SUCS-(SC)], la humedad es de 5.80% y una plasticidad de 10%. Finalmente, no se detectó el nivel freático.
- Calicata #08: La profundidad de la calicata fue de 1.50m, se clasifico el tipo de suelo como Grava arcillos con arena [AASHTO-A-2-4(0) / SUCS-(GC)], la humedad es de 0.42% y una plasticidad de 7%. Finalmente, no se detectó el nivel freático.
- Calicata #09: La profundidad de la calicata fue de 1.50m, se clasifico el tipo de suelo como Arena arcillosa con grava [AASHTO-A-2-6(0) / SUCS-(SC)], la humedad es de 0.09% y una plasticidad de 13%. Finalmente, no se detectó el nivel freático.
- Calicata #10: La profundidad de la calicata fue de 1.50m, se clasifico el tipo de suelo como Arena arcillosa [AASHTO-A-2-6(1) / SUCS-(SC)], la humedad es de 7.62% y una plasticidad de 17%. Finalmente, no se detectó el nivel freático.
- Calicata #11: La profundidad de la calicata fue de 1.50m, se clasifico el tipo de suelo como Arena arcillosa con grava [AASHTO-A-2-4(0) / SUCS-(SC)], la humedad es de 2.5% y una plasticidad de 8%. Finalmente, no se detectó el nivel freático.
- Calicata #12: La profundidad de la calicata fue de 1.50m, se clasifico el tipo de suelo como Arena arcillosa con grava [AASHTO-A-2-4(0) / SUCS-(SC)], la humedad es de 3.25% y una plasticidad de 9%. Finalmente, no se detectó el nivel freático.
- Calicata #13: La profundidad de la calicata fue de 1.50m, se clasifico el tipo de suelo como Arena arcillosa con grava [AASHTO-A-2-6(0) / SUCS-(SC)], la humedad es de 4.65% y una plasticidad de 12%. Finalmente, no se detectó el nivel freático.

Estudio Hidrológico

Para este estudio se determinó los parámetros morfométricos de la subcuenca Rio La Leche, como se muestra en el anexo 06, la cual se encontraba ubicada la zona de estudio. Dichos datos fueron analizados por medio del programa ArcMap.

Tabla 20 Parámetro morfométricos subcuenca La Leche

DESCRIPCIÓN	VALOR
De la superficie	
Área	1615.180 km2
Perimetro de la cuenca	259.653 km
Cotas	
Cota máxima	4100.000 msnm
Cota minima	100.000 msnm
Centroide (PCS: WGS 1984 UTM Zone 17S)	
X centroide	669582.042 m
Y centroide	9292559.090 m
Z centroide	1983.944 msnm
Altitud	
Altitud media	1983.944 msnm
Altitud más frecuencia	264.167 msnm
Altitud de frecuencia media (1/2)	1545.393 msnm
Pendiente	
Pendiente promedio de la cuenca (%)	27.35
De la Red Hidrica	
Longitud del curso principal	76.616 km
Orden de la Red Hidrica (Und)	3
Longitud de la red hidrica	140.687 km
Pendiente Promedio de la red hidrica (%)	2.00
Parámetros Generados	
Tiempo de concentración (horas)	5.8386
Pendiente del cauce principal	52.208 m/km

Fuente: Elaboración Propia

Seguido de esto se descargó los datos hidrológicos de la estación Puchaca, información proporcionada por la página del SENAMHI y se realizó un análisis de datos dudosos para poder procesar las precipitaciones máximas de 24 horas, y determinar aquellos datos que se alejan significativamente de la tendencia de la información restantes. De acuerdo al análisis no existió ningún tipo de dato dudoso.

Después de ello, por medio de los 8 modelos de distribución de las precipitaciones máximas de la estación se determinó que el modelo que cumplía con los requisitos para obtener las precipitaciones proyectadas fue la distribución de gamma 3 parámetros con un resultado de 0.0648.

Luego usando el método de Dyck Peschke se estimó las intensidades máximas horario a partir de las precipitaciones máximas en 24 horas con el ajuste de la distribución gamma 3 parámetros. Se considero usar un periodo de retorno de 20 años y como resultado de este periodo se tiene una precipitación de 130.49 mm.

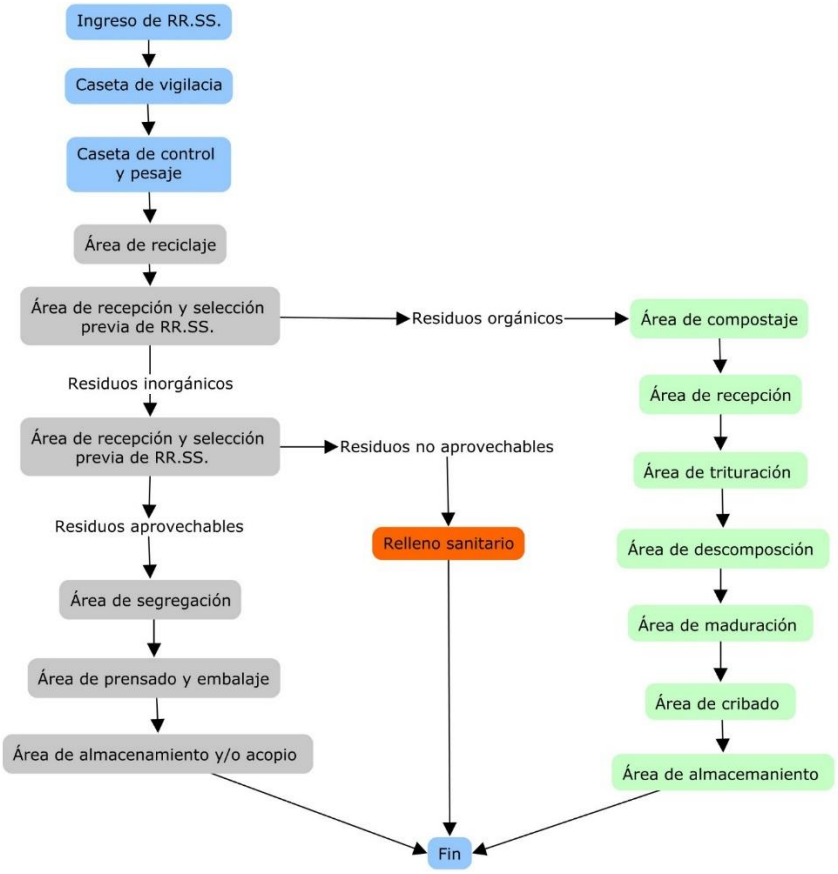
Finalmente se determinó el caudal de diseño, siendo 1.52 m3/s, dicho resultado es el producto de 0.278 por el coeficiente de uniformidad, intensidad de precipitación, área de la microcuenca y el coeficiente de escorrentía.

Diseño de la Infraestructura

Se tomó una proyección de 20 años como indica la Tabla N°10, dando como resultado que para año 2041 contará con una población de 28 222 habitantes.

Uno de los componentes más importantes para empezar con el diseño de la infraestructura es dimensionar cada área que contará la infraestructura para el manejo y disposición final de los residuos sólidos.

Diagrama de flujo



Diseño de planta de reciclaje

El proyecto contempla la construcción de un techo de cobertura liviana sustentado sobre armaduras metálicas tipo arco y correas en base a tubos rectangulares; la armadura se apoya en columnas de acero de 8”x8” 3mm.

La armadura tipo arco tiene una luz de 15 m lineales entre sus apoyos; la brida superior 2” x 2”” x 1/4 “; los elementos interiores 2”x2”x1/4” y montantes de 1”x1”x1/8”.

Área total para la zona de reciclaje	
Área de recepción	18.30 m2
Área de segregación	160.00 m2
Área de prensado y embalaje	53.49 m2
Área de almacenamiento y/o acopio	100.00 m2
Total	331.79 m2

Se dimensiono con un área de:

Total Real	450.00 m2
Ancho	15.00
Largo	30.00

Diseño de planta de compostaje

El proyecto contempla la construcción de un techo de cobertura liviana sustentado sobre armaduras metálicas tipo arco y correas en base a tubos rectangulares; la armadura se apoya en columnas de acero de 8"x8".

La armadura tipo arco tiene una luz de 35 m lineales entre sus apoyos; la brida superior 2" x 2." x 3/8 "; los elementos interiores 2"x2"x1/4" y montantes de 1.5"x1.5"x1/8"

Área total de compostaje	
Área de recepción	13.609 m2
Área para el triturado de material seco	16.331 m2
Área de descomposición o degradación	1143.180 m2
Área de maduración	428.692 m2
Área de cribado	142.897 m2
Área de almacenamiento	1000.282 m2
Total	2744.99 m2

Se dimensiono con un área de:

Total Real	2730.00 m2
Largo	78.00
Ancho	35.00

Diseño del relleno sanitario

En este apartado se calculó el área para el relleno sanitario y áreas administrativas

Área total del relleno sanitario	
Área de relleno sanitario	1.75 ha
Área administrativa	0.53 ha
Área Total	2.28 ha

Dimensión del relleno sanitario

Diseño del sistema de drenaje, poza de almacenamiento y recirculación de lixiviados

Área de compostaje

$$Q = (1/t)PxAxK$$

Q: Caudal medio de lixiviado
P: Precipitación media anual (mm/año)
A: Área superficial del relleno (m2)
t: Número de segundos en un año (31 536 000) seg/año
K: Coeficiente que depende del grado de compactación de la basura.

P=	130.4924	mm	
A=	2730.0	m2	
t=	31536000	seg/año	
K=	0.25		
Q	0.0028	l/seg	7.42 m3/mes
VOL. DIARIO	244.00 L =	0.24 m3	

Relleno sanitario

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

Q = Caudal medio de lixiviados (lts/seg)
P = Precipitación media anual (mm/año)
A = Área superficial del relleno (m^2)
K = Coeficiente que depende del grado de comapctación de la basura
t = Número de segundos en un año (31536000 seg/año)

P=	130.4924	mm	
A=	17540.2	m2	
t=	31536000	seg/año	
K=	0.25		
Q	0.0181	l/seg	47.68 m3/mes
VOL. DIARIO	1567.72 L =	1.57 m3	

Se considero el uso de un biodigestor de capacidad de 3000 Lts para el tratamiento de lixiviados de rellenos sanitario y área de compostaje.

Diseño del sistema del drenaje pluvial

Caudal máximo

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$ 0.94 m3/s

Qp = Caudal que ingresa o máximo escurrimiento (m3/seg)
C = Coeficiente de escorrentia 0.002
i = Intensidad de la lluvia para una duración igual (mm/hora) 20.36
Ad = Área de la cuenca (Ha) 8293

Área de la seccion de la zanja

$$A = \frac{Qp}{v}$$ 0.26 m2

A = Área de la sección de la zanja [m2]/seg]
v = Velocidad máxima promedio [m/seg]

Velocidad maxima promedio

Material	Concreto
Velocidad (m/seg)	3.60

Dimensiones de la zanja

Material	Suelo arenoso
H : V	2 1/2 : 1



Sección trapezoidal

H	0.3	m
B sup	1.80	m
B inf	0.3	m
Area	0.315	m2



Radio hidraulico

$$R = \frac{A}{P}$$ 0.16 m

A = Area mojada m2
P = Perimetro mojado m

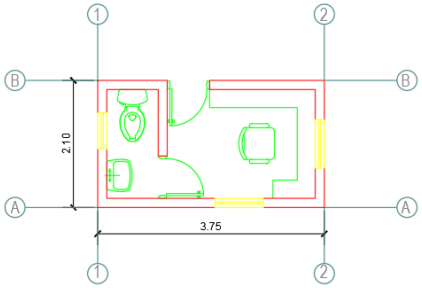
Instalaciones auxiliares

Caseta de vigilancia



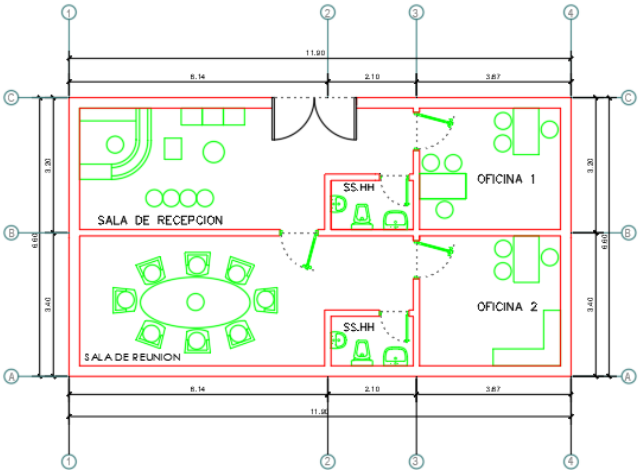
Área para la caseta de vigilancia	
Ancho	3.15 m
Largo	3.15 m
Área	**9.92 m2**

Caseta de control y pesaje



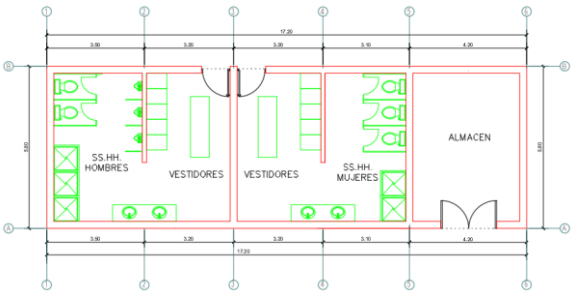
Área para la caseta de control y pesaje	
Ancho	2.10 m
Largo	3.75 m
Área	**7.88 m2**

Área administrativa



Área total de oficinas administrativas	
Ancho	6.60 m
Largo	11.90 m
Área	**78.54 m2**

Área de almacén, baños y vestuarios



Área total	
Área del personal de trabajo (hombres)	38.86 m
Área del personal de trabajo (mujeres)	36.54 m
Área del almacén	24.36 m
Área	**99.76 m2**

Diseño de acceso de vía interior

Se diseño una vía no pavimentada de 02 carriles con un ancho de carril de 3.00 m, berma de 0.50m y bombeo de 2.00%

Para el dimensionamiento de los espesores de la capa de afirmado se adoptó como representativa la siguiente ecuación del método NAASRA, que relaciona el valor soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmado, expresada en número de repeticiones de EE.

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10}CBR) + 58 \times (\log_{10}CBR)^2] \times \log_{10}(Nrep/120)$$

e=	espesor de la capa de afirmado
CBR=	valor del CBR de la subrasante
Nrep=	número de repeticiones de EE para el carril de diseño

CBR (%)	12.80
Nrep (EE)	70000
e (mm)	156.223692
e (m)	0.20

Instalación sanitaria

El diseño de las instalaciones de Tanque Cisterna y Elevado para el suministro de agua potable; se realizó de tal manera que sean funcionales y sostenibles en el tiempo para que el personal de la infraestructura cuente con servicios idóneos y de calidad.

La construcción de la Cisterna se diseñó en combinación con la bomba de elevación y el Tanque Elevado, cuyá capacidad fue calculada en función al consumo diario, 3917 lts/dia, dando como resultado una capacidad de 3.00 m3 y para el tanque elevado se considero un volumen de 1.50 m3.

Para el equipo de bombeo se usará una bomba de 1.00 HP.

Finalmente, para los diámetros de tuberías de impulsión y succión se determinó en función de Qb=1.55 Lts/s, obteniendo diámetros de 1 ¼” (Impulsión) y 1 1 /2” (Succión).

Instalación eléctrica

La Máxima Demanda de los Tableros Generales se ha calculado considerando las cargas normales de alumbrado y tomacorrientes de los módulos proyectados, se incluye también las cargas especiales como el alumbrador exterior, las electrobombas y otras indicadas en el cuadro de cargas que se muestra a continuación:

De acuerdo al cálculo La Potencia Instalada es de: 35.628 KW.

La Máxima Demanda proyectada del tablero TG: 34.140 KW.

Evaluación de Impacto Ambiental

Como se indica en el Anexo 08 se realizó la matriz de Leopold, y se determinó la magnitud e importancia de los distintos factores en las 3 fases.

En la etapa de construcción:

- La actividad que genera un mayor impacto negativo en el presente estudio es la Excavación para drenes para para el drenaje pluvial con un valor promedio de -71.
- La actividad que genera un mayor impacto positivo en el presente estudio es la cobertura de estructuras metálicas con un valor promedio de +25.
- El factor más afectado negativamente por el proyecto en estudio es la morfología del suelo con un valor promedio de -146.
- El factor empleo es el que tiene un mayor impacto positivo en el presente estudio con un valor promedio de +250.

En la etapa de operación

- La actividad que genera un mayor impacto negativo en el presente estudio es la descomposición de los residuos sólidos del relleno sanitario con un valor promedio de -46.
- La actividad que genera un mayor impacto positivo en el presente estudio es el área de almacenamiento de la planta de reciclaje con un valor promedio de +30.
- El factor más afectado negativamente por el proyecto en estudio es la calidad del suelo con un valor promedio de -60.
- El factor empleo es el que tiene un mayor impacto positivo en el presente estudio con un valor promedio de +94.

En la etapa de cierre

- Las actividades que genera un mayor impacto negativo en el presente estudio es la cobertura final y el desmantelamiento de las naves industriales con un valor promedio de -3.
- La actividad que genera un mayor impacto positivo en el presente estudio es el tratamiento de lixiviados con un valor promedio de +10.
- El factor más afectado negativamente por el proyecto en estudio es la morfología y la calidad del suelo con un valor promedio de -4.
- El factor empleo es el que tiene un mayor impacto positivo en el presente estudio con un valor promedio de +21.

Finalmente se realizó el programa de inversiones y cronograma de actividades para la gestión ambiental del proyecto.

ACTIVIDADES		PRESUPUESTO TOTAL
Programa de medidas preventivas, correctivas y mitigadoras	Subprogramas de manejo de residuos sólidos, líquidos y efluentes	S/ 215,520.75
	Subprograma de control de erosión y sedimentos	
	Subprograma de protección de recursos naturales	
	Subprograma de salud local	
	Subprograma de seguridad motivo del EIA	
Programa de monitorio ambiental		S/ 11,680.00
Programa de asuntos sociales	Sub programa de relaciones comunitarias	S/ 14,762.75
	Sub programa de contratación de mano de obra local	
	Sub programa de participación ciudadana	
Programa de educación ambiental		S/ 6,500.00
Programa de capacitación ambiental y seguridad		S/ 22,500.00
Programa de prevención de pérdidas y contingencias	Subprograma de salud ocupacional	S/ 6,200.00
	Subprograma de prevención y control de riesgos	
	Subprograma de contingencia	
Programa de cierre de obra		S/ 173,993.84
TOTAL S/.		**S/451,157.34**

ACTIVIDADES	PERIODO DE AÑOS	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL											
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Programa de medidas preventivas, correctivas y mitigadoras													
Subprogramas de manejo de residuos sólidos, líquidos y efluentes	20	■					■						■
Subprograma de control de erosión y sedimentos	20	■					■						■
Subprograma de protección de recursos naturales	20	■					■						■
Subprograma de salud local	20	■					■						■
Subprograma de seguridad motivo del EIA	20	■					■						■
Programa de monitorio ambiental	20		■		■		■		■		■		■
Programa de asuntos sociales													
Sub programa de relaciones comunitarias	6			■			■			■			■
Sub programa de contratación de mano de obra local	6	■					■						
Sub programa de participación ciudadana	6	■					■						
Programa de educación ambiental	6	■					■					■	
Programa de capacitación ambiental y seguridad	20	■			■			■			■		■
Programa de prevención de pérdidas y contingencias													
Subprograma de salud ocupacional	20		■				■		■				■
Subprograma de prevención y control de riesgos laborales	20	■						■					■
Subprograma de contingencia	20	■						■					■
Programa de cierre de obra	2												■

Costos y presupuesto del estudio

Como se indica en el Anexo 09 se calculó los costos del proyecto de estudio en sus diversos componentes, donde se obtendrá una buena estimación en su presupuesto.

Por lo general estos componentes básicos se dividen en costos directos e indirectos, donde los materiales, mano de obra, equipos y herramientas quienes corresponden de manera directa en la ejecución de la obra son considerados como costos directos.

Las principales partidas que se evaluaron fueron las siguientes:

- ✓ Obras provisionales y trabajos preliminares
- ✓ Construcción del cerco perimétrico
- ✓ Caseta de vigilancia y caseta de control y pesaje
    - o Movimientos de tierra
    - o Obras de concreto simple y de concreto armado
    - o Arquitectura
    - o Instalaciones eléctricas
    - o Instalaciones sanitarias
- ✓ Área administrativa y área del personal
    - o Movimientos de tierra
    - o Obras de concreto simple y de concreto armado
    - o Arquitectura
    - o Instalaciones eléctricas
    - o Instalaciones sanitarias
- ✓ Planta de reciclaje y planta de compostaje
    - o Movimientos de tierra
    - o Obras de concreto simple y de concreto armado
    - o Estructuras metálicas
    - o Arquitectura
    - o Instalaciones eléctricas
- ✓ Relleno sanitario
    - o Construcción de la plataforma para la trinchera
    - o Construcción de poza para lixiviados
    - o Construcción de cuneta pluvial

Tabla 21 Resumen de presupuesto

Item	Descripción de partida	Und	Metrado	Precio	Parcial
01	**OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES**				**S/ 38,342.29**
01.01	CONSTRUCCIONES PROVICIONALES				S/ 31,942.29
01.02	INSTALACIONES PROVISIONALES				S/ 6,400.00
02	**CONSTRUCCIÓN DE CERCO PERIMÉTRICO**				**S/ 67,097.46**
02.01	OBRAS PRELIMINARES				S/ 67,097.46
03	**CASETA DE VIGILANCIA**				**S/ 15,503.10**
03.01	ESTRUCTURAS				S/ 6,107.20
03.02	ARQUITECTURA				S/ 4,556.71
03.03	INSTALACIONES SANITARIAS				S/ 25.28
03.04	INSTALACIONES ELECTRICAS				S/ 4,813.92
04	**CASETA DE CONTROL Y PESAJE**				**S/ 16,617.03**
04.01	ESTRUCTURAS				S/ 5,408.68
04.02	ARQUITECTURA				S/ 4,889.17
04.03	INSTALACIONES SANITARIAS				S/ 1,434.08
04.04	INSTALACIONES ELECTRICAS				S/ 4,885.11
05	**AREA ADMINISTRATIVA**				**S/ 106,080.97**
05.01	ESTRUCTURAS				S/ 60,980.22
05.02	ARQUITECTURA				S/ 28,325.24
05.03	INSTALACIONES SANITARIAS				S/ 5,268.26
05.04	INSTALACIONES ELECTRICAS				S/ 11,507.25
06	**ÁREA DEL PERSONAL**				**S/ 139,272.39**
06.01	ESTRUCTURAS				S/ 73,738.36
06.02	ARQUITECTURA				S/ 41,726.38
06.03	INSTALACIONES SANITARIAS				S/ 12,364.51
06.04	INSTALACIONES ELECTRICAS				S/ 11,443.13
07	**PLANTA DE RECICLAJE**				**S/ 139,977.63**
07.01	ESTRUCTURAS				S/ 107,559.00
07.02	INSTALACIONES ELECTRICAS				S/ 32,418.63
08	**PLANTA DE COMPOSTAJE**				**S/ 269,233.85**
08.01	ESTRUCTURAS				S/ 167,479.19
08.02	INSTALACIONES ELECTRICAS				S/ 101,754.66
09	**RELLENO SANITARIO**				**S/ 2,097,034.07**
09.01	CONSTRUCCION DE LA PLATAFORMA PARA TRINCHERA				S/ 2,068,559.04
09.02	CONSTRUCCION PARA LIXIVIADOS				S/ 2,647.00
09.03	VARIOS				S/ 16,315.89
09.05	CONSTRUCCION DE CUNETA PLUVIAL				S/ 9,512.15
10	**CONTRUCCION DE VIAS DE ACCESO**				**S/ 59,697.19**
10.01	OBRAS PRELIMINARES				S/ 6,346.59
10.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				S/ 53,350.60
11	**SISTEMA DE PESAJE**				**S/ 70,500.00**
12	**INSTALACIONES SANITARIAS-OBRAS EXTERIORES**				**S/ 154,025.53**
12.01	SISTEMA DE AGUA FRIA				S/ 10,207.91
12.02	SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL				S/ 133,912.66
12.03	SISTEMA DE DESAGUE Y VENTILACION				S/ 8,022.13
12.04	TANQUE ELEVADO				S/ 1,033.51
12.04	CISTERNA				S/ 849.32
13	**INSTALACIONES ELECTRICA-OBRAS EXTERIORES**				**S/ 1,587,376.22**
13.01	CANALIZACIONES Y TUBERIAS				S/ 75,093.94
13.02	CONDUCTORES Y CABLES DE ENERGIA EN TUBERIA				S/ 1,291,091.03
13.03	CAJAS DE PASE				S/ 3,472.25
13.04	EQUIPOS DE ILUMINACION				S/ 35,788.08
13.05	TABLEROS DE DISTRIBUCION ELECTRICA Y ALUMB. EXTERIOR				S/ 10,204.00
13.06	SISTEMA DE PROTECCION Y MEDICION				S/ 1,775.37
13.07	TRABAJOS PRELIMINARES EN OBRAS EXTERIORES PARA INSTALACIONES ELECTRICAS				S/ 169,951.54
14	**IMPACTO AMBIENTAL**				**S/ 451,157.34**
14.01	ETAPA DE CONSTRUCCION				S/ 153,051.75
14.02	ETAPA DE OPERACION				S/ 26,315.75
14.03	ETAPA DE CIERRE Y POST CIERRE				S/ 271,789.84
COSTO DIRECTO					5,211,915.08
GASTOS GENERALES				10.00%	521,191.51
UTILIDAD (8%)				8%	416,953.21
SUB TOTAL					6,150,059.79
I.G.V.				18%	1,107,010.76
MONTO REFERENCIAL DE OBRA (VR)					7,257,070.55
GASTOS DE SUPERVISION (5%VR)				5%	362,853.53
MONTO TOTAL DEL PROYECTO					7,619,924.08

Fuente: Elaboración Propia

Discusiones

- Al realizar la revisión de los antecedentes, se pudo constatar que la guía de estudio de caracterización proporcionada por el MINAM [21]**,** nos explica los pasos para determinar la generación de residuos sólidos que genera la población de Pítipo, dando como resultado que en el 2022 la generación per-cápita de sus residuos son de 0.598 kg/hab/día, de la misma forma cuenta con una composición de residuos aprovechables de 82.11% y 17.89% de residuos no aprovechables. Así mismo, según la municipal de Rioja [7] define de manera puntual la densidad, generación, composición y otros parámetros de los residuos sólidos. Estos resultados obtenidos del estudio cercioran que su generación per cápita fue de 0.63 kg hab./día (domiciliarios), la generación municipal total estimada fue de 22.74 Tn/día, la composición física de sus residuos en la cual predominan los residuos orgánicos (55.33%), papel (21.65%), cartón (2.98%), vidrio (2.09%), plástico (3.58%), tetrabrik (0.33%), metales (2.31%), textiles (0.01%), caucho-cuero-jebe (0.74%), residuos no reaprovechables (25%).
- Con respecto a la proyección de la infraestructura se consideró usar una vida útil de 20 años para una población futura de 28 222 habitantes, se delimito un área de 10.70 ha, se analizó las precipitaciones y los parámetros de la microcuenca más cercana a la zona del proyecto, con el propósito de obtener un caudal de diseño de 1.52 m3/s, que será utilizada para el sistema de drenaje pluvial del proyecto. Asimismo, se tuvo como referencia las tesis de D. B. Lizeth y V. V. Andrea [5], quienes desarrollaron el proyecto para una proyección a 30 años y la tesis de G. C. Gianela [8] que considero trincheras proporcionada para una vida útil de 20 años contemplando un área de 10 ha y un caudal de 0.44 m3/s.
- Para el estudio topográfico se consideró en primera instancia la evaluación de selección de área, como resultado a ello se obtuvo que un área era aceptable de Primera Opción-Muy bueno, con una puntuación de 408. Por su parte la tesis de Pérez Murga, Jesús Martin [6], elaboró diversos estudios por tales como la caracterización de los desechos, selección del área y el dimensionamiento de la infraestructura, que le permitieron seleccionar la mejor alternativa para el distrito.
- El diseño de la infraestructura cuenta con un área de administrativa, área del personal (servicios higiénicos, vestidores y almacén), caseta de vigilancia, caseta de control y pesaje, área de reciclaje, área de compostaje y finalmente el relleno sanitario. Se tomó como referencia la tesis de G. C. Gianela [8] que cuenta con instalaciones auxiliares, una caseta de vigilancia en el ingreso de la infraestructura, un área de control de pesaje, área administrativa y principalmente las áreas de las plantas de valorización de residuos sólidos.

Conclusiones

- En el estudio de caracterización de residuos sólidos municipales del distrito de Pítipo, se concluye que en año 2022 la generación per-cápita de sus residuos fue de 0.598 kg/hab/día y como producto de ello su composición de residuos aprovechables fue 82.11% y 17.89% son considerados como residuos no aprovechables.
- En el estudio topográfico, se evaluó el terreno por medio de los criterios de selección decretados por el Ministerio del Ambiente y como resultado se obtuvo que el área era aceptable de Primera Opción-Muy bueno, con una puntuación de 408. Finalmente se delimito un área de 107068.53m2 (10.70 ha), con un perímetro de 1299.88 ml.
- En el estudio de mecánica de suelos, se determinó las características de las muestras de suelos que se extrajeron de la exploración de calicatas por medio de los diferentes ensayos de laboratorio.
- En el estudio hidrológico se analizó las precipitaciones por medio de las ocho distribuciones, se determinó la precipitación del tiempo de retorno de 20 años el cual fue de 130.49 mm y con los parámetros de la microcuenca Baja La Leche, el cual cuenta con un área de 82.930 km2 y un perímetro de 48.30 km, se obtuvo un caudal de diseño de 1.52 m3/s.
- En el diseño de la infraestructura cuenta con casetas de vigilancia, casetas de control y pesaje, área administrativa, área para el personal, planta de reciclaje, planta de compostaje y el relleno sanitario.
- En la evaluación de impacto ambiental se identificó las actividades y factores con impactos tanto positivos como negativos en las etapas de construcción, operación y cierre de obra, finalmente se realizó las actividades de programación e inversión del Plan de Manejo Ambiental siendo un total de S/. 451,157.34.
- Por último, se evaluó el estudio de costos y presupuesto de obra de las principales partidas tales como: Obras provisionales, trabajos preliminares, la construcción del cerco perimétrico, las casetas de vigilancia y de control y pesaje, el área administrativa, área del personal, la planta de reciclaje y compostaje, el relleno sanitario y finalmente los costos de las programaciones de evaluación de impacto ambiental. Teniendo como un total de S/ 4,698,852.56, incluyendo los gastos generales y gastos de supervisión de obra.

Recomendaciones

- Se recomienda implementar una propuesta de gestión ambiental para determinar de manera correcta el ingreso de los residuos aprovechables y no aprovechables a la infraestructura.
- Se recomienda contar con especialistas en cada área de la infraestructura para un eficaz proceso de segregación y tratamiento, con la finalidad de obtener buenos resultado en la operación.
- Se recomienda realizar un estudio de puntos de exploración de lugares que contengan arcilla, con la finalidad de usarse como material de impermeabilización en alguna área que la necesiten.
- Se recomienda la creación de programas ambientales en escuelas, grupos vecinales e instituciones, con el fin de fomentar una buena educación ambiental.
- Es recomendable que la planta cuente con sus propios transportes para poder facilitar las operaciones de ingreso y salida de los residuos a disponer.

Referencias

[1] Banco Mundial, Los desechos 2.0: Un panorama mundial de la gestión de desechos sólidos hasta 2050, 2018.

[2] Ministerio del Ambiente, Plan nacional de gestión integral de residuos sólidos 2016-2024.

[3] Instituto Nacional de Estadística e Informática, «Anaurio de Estadísticas Ambientales,» 2020.

[4] Organizacion de Evaluacion y Fiscalizacion Ambiental, «OEFA identifica 1585 botaderos informales a nivel nacional,» 2018.

[5] D. B. Lizeth y V. V. Andrea, Propuesta para el diseño del nuevo relleno sanitario para el municipio de Aguachica-Cesar, Bogota: Universidad Católica de Colombia, 2017.

[6] J. P. Murga, Diseño de relleno sanitario manual para disminuir la contaminación por disposición de residuos sólidos del distrito de Cachicadán-La Libertad, Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2020.

[7] Municipalidad Provincial de Rioja, Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales de la cuidad de Rioja, Provincia de Rioja, Región de San Martin-2019, Rioja, 2019.

[8] G. C. Gianela, 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, Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2020.

[9] H. I. Abdel-Shafy y M. S. Mansou, MansouSolid waste issue: Sources, composition, disposal, recycling, and valorization, El Cairo: Egyptian Journal of Petroleum, 2018.

[10] Ministerio del ambiente, *Decreto Legislativo Nº 1278-Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.*

[11] Ministerio del Ambiente, *Decreto Supremo N° 014-2017- Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos,* 2017.

[12] Ministerio del Ambiente, *Decreto Supremo N° 074-2001-PCM .- Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.,* 2001.

[13] Ministerio del Ambiente, *Ley General del Ambiente - Ley N°28611,* 2005.

[14] Ministerio del Ambiente, *Ley del sistema nacional de evaluación de impacto ambiental y su reglamento,* 2011.

[15] Instituto Nacional de Calidad, *NTP 900.058-2019. Gestión de Residuos. Código de Colores para el Almacenamiento de Residuos Sólidos,* 2019.

[16] Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E-020 Carga, Lima-Perú: Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción.

[17] Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E-0.30 Diseño Sismorresitente, Lima-Perú: Servicio nacional de capacitación para la Industria de la Construcción.

[18] Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E-050 Suelos y Cimentaciones, Lima-Perú: Servicio nacional de capacitación para la Industria de la Construcción.

[19] Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E-0.60 Concreto Armado, Lima-Perú: Servicio nacional de capacitación para la Industria de la Construcción.

[20] Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E-090. Estructuras Metálicas, Lima-Perú: Servicio nacional de capacitación para la Industria de la Construcción.

[21] Ministerio del Ambiente, Guía para la caracterización de Residuos Sólidos Municipales, Lima: MINAM, 2019.

[22] Ministerio del Ambiente, Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales, Lima: MINAM, 2019.

[23] Ministerio de Transporte y Comunicaciones, *Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje,* 2012.

[24] Organizacion de Evaluacion y Fiscalizacion Ambiental, «La fiscalización ambiental en residuos sólidos,» 2014.

[25] «Ministerio del Ambiente,» 17 Mayo 2018. [En línea]. Available: https://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/en-el-peru-solo-se-recicla-el-1-9-del-total-de-residuos-solidos-reaprovechables/. [Último acceso: 27 Setiembre 2021].

[26] P. J. C. O. Paredes, Un Análisis de la Eficiencia de la Gestión Municipal de Residuos Sólidos en el Perú y sus Determinantes, Lima: Instituto Nacional de Estadísticas e Informatica, 2018.

[27] Ministerio del Ambiente, Guía para la Formulación del Plan de Recuperación de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos Municipales., Lima: MINAM, 2019.

[28] Ministerio de Medio Ambiente y Agua , Guía para el aprovechamiento de Residuos Sólidos Orgánicos, Bolivia , 2012.

Anexos

Anexo 01: Documentación legal

Documento N° 1.1: Constancia de la no existencia del proyecto



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PÍTIPO

Calle Francisco Muro Moreno Nº 112 - Pítipo - Ferreñafe
www.munipitipo.gob.pe
Municipalidad Distrital de Pítipo
info@munipitipo.gob.pe

CONSTANCIA

El que suscribe Sub Gerente de Infraestructura de Desarrollo Urbano y Rural de la Municipalidad Distrital de Pitipo;

HACE CONSTAR:

Que el proyecto de tesis denominado **"DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS PARA EL DISTRITO DE PITIPO – PROVINCIA DE FERREÑAFE – DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE- 2021"**, no se encuentra registrado en el Banco de Inversiones del Sistema INVIERTE.PE, ni se encuentra en el Banco de proyectos de la Municipalidad distrital de Pitipo

Por consiguiente, se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Pitipo, 14 Mayo del 2021

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PITIPO
Ing. José Luis Tucto Sernaqué
SUB GERENTE DE SIDUR

Documento N° 1.2: Autorización de acceso a información y permiso para estudios emitido por la Municipalidad Distrital de Pítipo.

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PITIPO
GIDUR

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

AUTORIZACIÓN

El **ING. JOSE LUIS TUCTO SERNAQUÉ** Sub. Gerente de Infraestructura de Desarrollo Urbano y Rural de la Municipalidad Distrital de Pítipo, que la final suscribe.

Que la Srta. **SANDY MARIBI HERNÁNDEZ MALCA**, estudiante de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, de la ciudad de Chiclayo, pueda acceder a la información que se requiera y el permiso para realizar: Estudios de mecánica de suelos (calicatas), Levantamiento topográfico, entre otros. En la zona en donde se desarrollará el Proyecto de Tesis denominado **"DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA EL DISTRITO DE PÍTIPO - PROVINCIA DE FERREÑAFE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE-2021"**

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

Pitipo, mayo del 2021

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PITIPO
Ing. José Luis Tucto Sernaqué
SUB GERENTE DE SIDUR

Documento N° 1.3: Autorización para realizar el estudio de caracterización

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PITIPO
SUB GERENCIA DE SERVICIOS COMUNALES

"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"

AUTORIZACIÓN

Conste por la presente, que como Sub Gerente de Servicios Comunales, de la Municipalidad Distrital de Pitipo, visto la solicitud con Nº de Expediente 1152, de fecha 17 de Mayo, AUTORIZO a la Señorita SANDY MARIBI HERNÁNDEZ MALCA , identificada con DNI Nº 73467881, para que realice la caracterización de residuos sólidos, que es parte de su proyecto de Tesis denominado: "DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA EL DISTRITO DE PITIPO-PROVINCIA DE FERREÑAFE-DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE-2021".

Para mayor constancia, firmo la presente.

Pitipo, 24 de Mayo del 2021.

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PITIPO
Prof. María Soledad Guzman Sánchez
SUB GERENTE DE SERVICIOS COMUNALES

Documento N° 1.4: Visación de Planos del Botadero Municipal

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PITIPO
FERREÑAFE-LAMBAYEQUE
SUB - GIDUR
"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"

CARTA N° 042/2021 – MDP-GIDUR

SRTA. SANDY MARIBI HERMANDEZ MALCA
ESTUDIANTE UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

PRESENTE.-

ASUNTO ***: VISACIÓN DE PLANOS DE BOTADERO MUNICIPAL EN EL CASERIO TAMBO REAL DEL DISTRITO DE PITIPO***

REFERENCIA ***: a) TRAMITE DOCUMENTARIO EXP. N° 1276***

FECHA ***: PÍTIPO, 01 DE JUNIO DE 2021***

Es grato dirigirme a usted para saludarlo y al mismo tiempo hacerle llegar la RESPUESTA SOBRE ***VISACIÓN DE PLANOS DE BOTADERO MUNICIPAL EN EL CASERIO TAMBO REAL DEL DISTRITO DE PITIPO.***

Mediante documento de la referencia a), se solicitó la visación de planos de Botadero Municipal ubicado en el Caserío Tambo Real, solicitado por la tesista ***SANDY MARIBI HERMANDEZ MALCA.***

Es por ello que habiendo revisado y constatado in situ los planos de la referencia a), se aprueban los mismos, por lo tanto la SGIDUR, otorga la visación a los mismos.

Es cuanto tengo que informar para su conocimiento y fines correspondientes, salvo mejor parecer.

Atentamente,

C.c
Archivo
Adj. 04 fls
ING.CIP. JLTS/GIDUR

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PITIPO
Ing. José Luis Tucto Sernaqué
SUB GERENTE DE SIDUR

Documento N° 1.5: Justificación de disponibilidad del terreno propuesto por parte del municipio



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PÍTIPO

Calle Francisco Muro Moreno Nº 112 - Pítipo - Ferreñafe
www.munipitipo.gob.pe
Municipalidad Distrital de Pítipo
info@munipitipo.gob.pe

CERTIFICADO DE LIBRE DISPONIBILIDAD DE TERRENO

El **ING. CIP. JOSE LUIS TUCTO SERNAQUÉ**, Sub - Gerente de Infraestructura de Desarrollo Urbano y Rural de la Municipalidad Distrital de Pítipo, que suscribe:

Que la Srta. **SANDY MARIBI HERNANDEZ MALCA**, estudiante de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, identificada con DNI Nº 73467881, dispone de libre acceso al Terreno, ubicado en el Botadero Sector Tamborreal, para la ejecución del Proyecto **"DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA EL DISTRITO DE PÍTIPO - LAMBAYEQUE-2021"**.

Así mismo se indica que el terreno en mención cuenta con libre disponibilidad de terreno por parte de la Entidad, es por ello que se otorga la presente, para los fines antes mencionados.

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

Pitipo, 15 de Junio de 2021

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PITIPO
Ing. José Luis Tucto Sernaqué
SUB GERENTE DE SIDUR

Documento N° 1.6: Declaración Jurada

DECLARACIÓN JURADA

Yo, **HERNÁNDEZ MALCA SANDY MARIBI**, de nacionalidad peruana; con documento nacional de identidad N° 73467881, domiciliado en el distrito de La Victoria Av. Los Andes 735, 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 PARA EL DISTRITO DE PÍTIPO - LAMBAYEQUE - 2021**, 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, 8 de Junio del 2021

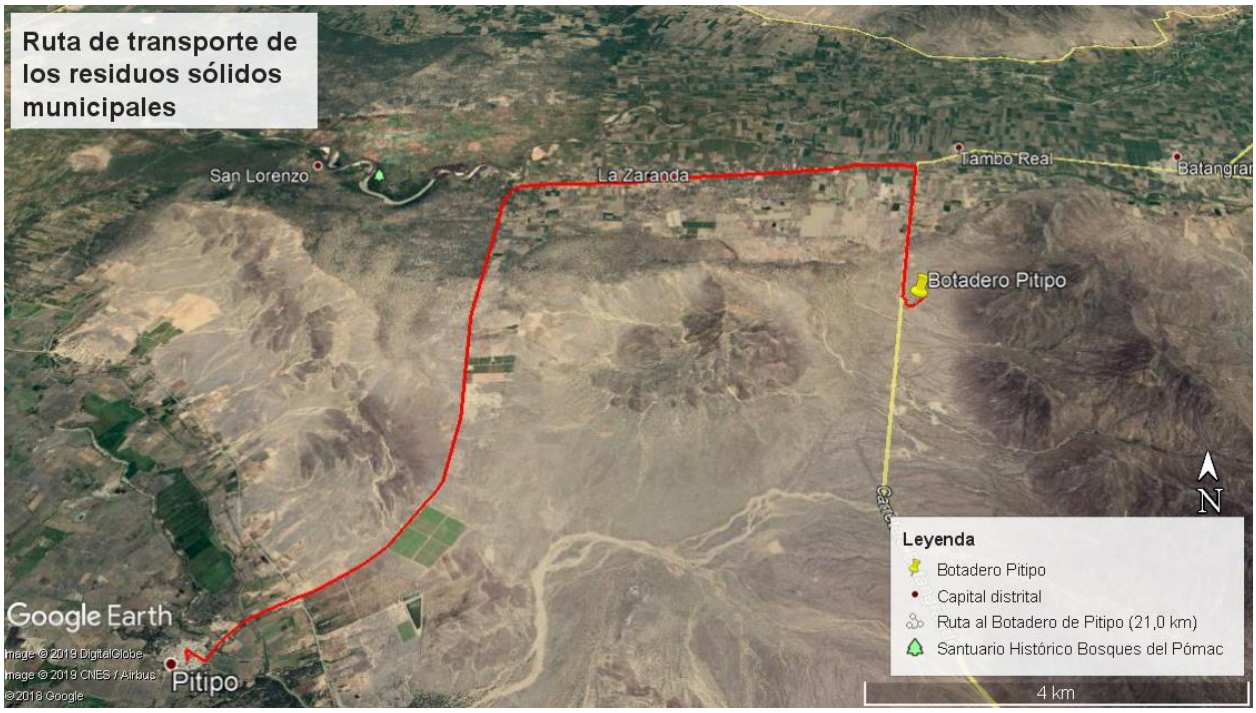
(firma)

Huella Dactilar

Anexo 02: Panel Fotográfico

VISITA A LA ZONA DE ESTUDIO

Fotografía N°2.1: Mapa Local del Proyecto



Fuente: Plan distrital de manejo de residuos sólidos municipales 2019-2023

Fotografía N°2.2: Botadero de Pítipo



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°2.3: Botadero de Pítipo



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°2.4: Presencia de moscas, roedores, insectos y gallinazos en el terreno del botadero



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°2.5: Botadero de Pítipo



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°2.6: Reciclador informal



Fuente: Elaboración propia

ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS DOMICILIARIOS Y NO DOMICILIARIOS

Fotografía N°2.7: Empadronamiento de viviendas



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°2.8: Empadronamiento de establecimientos



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°2.9: Codificación en domicilios y establecimientos



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°2.10: Codificación de bolsas para la entrega de domicilios y establecimientos



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°2.11: Entrega de bolsas



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°2.12: Recolección de bolsas



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°2.13: Pesaje de bolsas domiciliarias



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°2.14: Pesaje de bolsas no domiciliarias



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°2.15: Ensayo para la densidad de los residuos domiciliarios



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°2.16: Ensayo para la densidad de los residuos no domiciliarios



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°2.17: Ensayo de composición física de residuos solidos



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°2.18: Muestras de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios para el ensayo de humedad



Fuente: Elaboración propia

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Fotografía N°2.19: Visita a la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°2.20: Instalación del GPS diferencial



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°2.21: Levamiento topográfico en la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°2.22: Identificación de BM



Fuente: Elaboración propia

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Fotografía N°2.23: Identificación de las calicatas



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°2.24: Excavación de calicata N° 01



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°2.25: Excavación de calicata N° 02



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°2.26: Excavación de calicata N° 05



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°2.27: Excavación de calicata N° 10



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°2.28: Excavación de calicata N° 13



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°2.29: Ensayo de contenido de humedad



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°2.30: Ensayo de peso volumétrico



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°2.31: Ensayo de corte directo



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°2.32: Ensayo de límites de Atterberg



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°2.33: Ensayo de Proctor modificado



Fuente: Elaboración propia

Anexo 03: Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos

1. Introducción

El estudio de caracterización es una herramienta fundamental que nos permite estimar las cantidades de residuos sólidos que puede generar una población.

En el presente informe se realizó la caracterización, determinando la generación de residuos de la población del distrito de Pítipo. Con el propósito de obtener proporciones determinadas de las cantidades de residuos sólidos las cuales serán destinadas a las áreas de compostaje, reciclaje y relleno sanitario.

2. Objetivos

- Realizar la caracterización de los residuos sólidos municipales del distrito de Pítipo.
- Determinar la generación per-cápita, densidad, composición y humedad de los residuos domiciliaros y no domiciliarios.
- Establecer los porcentajes para el diseño de la infraestructura.

3. Determinación de número de muestras

3.1. Proyección de la población

Se determinó la proyección de la población para el año 2022, con el fin de tener una estimación de los habitantes que participarán del estudio de caracterización de residuos sólidos.

Para ello se calculó la tasa de crecimiento poblacional mediante los censos de los años 2017 al 2020, usando la siguiente formula:

$$rp = \sqrt[t_{i+1}-t_i]{\frac{P_{i+1}}{P_i}} - 1$$

ti+1 = Tiempo final
ti = Tiempo del ulltimo censo
Pi+1 = Población del ultimo censo
Pi = Población final

La tasa de crecimiento anual del distrito fue de 1.20%.

Tabla 1 Tasa de crecimiento

	Población censada		FACTOR DE CRECIMIENTO (%)
2017	21,206	**r1**	1.67%
2018	21,560	**r2**	1.10%
2019	21,797	**r3**	0.83%
2020	21,977	**rp**	**1.20%**

Elaboración: Propia

En función a lo planteado, se determinó el número de habitantes con la siguiente fórmula:

Fórmula Po*(1+r)^n

PT : Población Total
Po : N° habitantes
r : Tasa de crecimiento anual 1.20%
n : Número de años a proyectar.

Tabla 2 Población proyectada para el año 2022

Años	Población Proyectada
2017	21,206
2018	21,560
2019	21,797
2020	21,977
2021	22,241
2022	22,507

Elaboración: Propia

De este modo obtendremos la cantidad de población que se tendrá para el año 2022, dando como resultado 22,507 habitantes.

3.2. Muestras Domiciliarias

3.2.1. Determinación del tamaño y distribución de la muestra

Mediante la tabla de tamaño de muestras de la Guía del Ministerio del Ambiente, se obtuvo el tamaño de viviendas que participarán en el estudio de caracterización.

Tabla 3 Tamaño de muestra

Rango de viviendas (N)	Tamaño de muestra (n)	Muestras de contingencia (20% de n)	Total de muestras domiciliarias
Hasta 500 viviendas	45	9	54
Más de 500 y hasta 1,000 viviendas	71	14.2	85
Más de 1,000 y hasta 5,000 viviendas	94	18.8	113
Más de 5,000 y hasta 10,000 viviendas	95	19	114
Más de 10,000 viviendas	96	19	115

Fuente: Ministerio del ambiente

Elaboración: Propia

Es importante acotar que para determinar el tamaño y distribución de muestras se consideró sumar los centros poblados principales (Pítipo, La Zaranda, Batangrande y Motupillo) del distrito con sus sectores respectivos de cada uno.

Tabla 4 Total de viviendas por caseríos

CASERIOS EMPADRONADOS	TOTAL DE VIVIENDAS POR CASERIOS	NIVEL SOCIO ECONOMICO
Botija	31	Pobre
Jabonero	35	Pobre
La Pared	75	Pobre
Pítipo	**310**	**No Pobre**
Nueva Esperanza	20	Pobre
Puente Mauro	34	Pobre
Sime	150	Pobre
Cachinche	130	Pobre extremo
Ojo Toro	167	Pobre
Pomac III	48	Pobre
Calupe	18	Pobre
Huaca Partida	87	Pobre
La Curva	46	Pobre
La Zaranda	**250**	**Pobre**
Los Aguilares	106	Pobre
Sandial	66	Pobre
El Baden	37	Pobre
La Pangola	39	Pobre
Tambo Real	78	Pobre
El Verde	99	Pobre
Santa Clara	351	No Pobre
Batán Grande	**688**	**No Pobre**
La Calera	37	Pobre
Lentejal	47	Pobre
Nuevo San Luis	35	Pobre
Puente Piedra	51	Pobre
Ampliación San Luis	43	Pobre
Campana A	43	Pobre
Campana B	24	Pobre
Campana C	25	Pobre

CASERIOS EMPADRONADOS	TOTAL DE VIVIENDAS POR CASERIOS	NIVEL SOCIO ECONOMICO
Campana D	46	Pobre
Campana F	39	Pobre
Manchuria	90	Pobre
Pativilca	215	Pobre
San Lucas	51	Pobre
San Luis	193	Pobre
Tres Puentes A	144	Pobre
Tres Puentes B	88	Pobre
Comegen	31	Pobre
Huacho San Isidro	57	Pobre
Jayanquillo	27	Pobre
La Paz	26	Pobre
Mochumano	47	Pobre
Motupillo	**700**	**No Pobre**
San Martin	29	Pobre
Desaguadero	115	Pobre
La Traposa	185	Pobre
Magdalena	35	Pobre
Papayo	107	Pobre
San Juan	39	Pobre
Juan Pablo II	35	Pobre extremo
Nuevo Amanecer	21	Pobre extremo
Patapon	47	Pobre extremo
Santa Rosa	41	Pobre extremo
La Calzada	29	Pobre extremo
Mayascong	101	Pobre
Mochumi Viejo Parte Alta	69	Pobre
Mochumi Viejo Parte Baja	73	Pobre
El Algarrobo	105	Pobre
La Libetad	130	Pobre
La U	100	Pobre
Total	**6185**	

Elaboración: Propia

Tabla 5 Total de viviendas con los centros poblados del distrito

CENTROS POBLADOS	TOTAL DE VIVIENDAS POR CASERIOS	NIVEL SOCIO ECONOMICO
Pítipo	**785**	**No Pobre**
La Zaranda	**1486**	**Pobre**
Batán Grande	**2093**	**No Pobre**
Motupillo	**1821**	**No Pobre**
	6185	

Elaboración: Propia

Se calculó la cantidad de viviendas existentes en el distrito, dando un total de 6 185 viviendas y una vez obtenido el número de viviendas se consideró hacer muestras de 114.

3.2.2. Zonificación y distribución de muestras

Una vez obtenido la cantidad de muestras, se realizó la zonificación de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 6 Organización del distrito por zonas de estudio

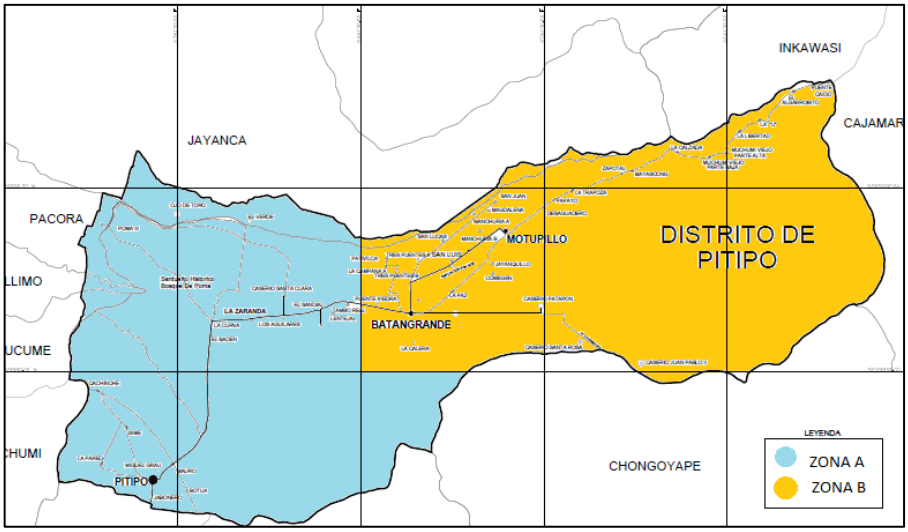
Rango de viviendas (N)	Zonificación
Hasta 1,00 viviendas	No aplica
Más de 1,000 y hasta 10,000 viviendas	Hasta 2 zonas
Más de 10,000 viviendas	Hasta 3 zonas

Fuente: Ministerio del ambiente
Elaboración: Propia

Debe señalarse, que para zonificar las muestras se consideró el uso del nivel socioecomico y la ubicación de los centros poblados, es decir se unió la ciudad de Pítipo con La Zaranda y Batangrande con Motupillo.

Este análisis procede por que dichas localidades se encuentran muy alejadas, como se puede observar en la Figura 1.

Figura 1 Plano de zonificación del distrito de Pítipo



Elaboración: Propia

Como resultado para la zona A dio un total de 2271 viviendas y finalmente para la Zona B un total 3914 viviendas.

Tabla 7 Total de viviendas del distrito por zonas de estudio

Zonificación	TOTAL DE VIVIENDAS
A	2,271
B	3,914
Total	**6185**

Elaboración: Propia

Se identifico que, para el tamaño de muestras, te tendrá que Zonificar en 2 Zonas, siendo estas A y B, con porcentajes de 37% y 63% respectivamente.

Tabla 8 Generación de residuos sólidos domiciliarios por zonas

Nivel socio económico	Representatividad	Cálculo (%)	Total de muestras por zona
A	**2,271**	37%	**42**
B	**3,914**	63%	**72**
Total	6,185	100%	114

Elaboración: Propia

Estas muestras se distribuyeron de manera aleatoria de acuerdo a la representatividad de cada zona.

3.2.3. Empadronamiento de las viviendas participantes

Se visitó cada vivienda y se realizó una pequeña encuesta sobre la cantidad de habitantes que redicen en cada domicilio, y también si entregaban sus residuos inorgánicos a un reciclador o si sus residuos orgánicos eran usados como alimentos para sus animales o tenían otro tipo de uso.

Como resultado se obtuvo que:

- En la zona A:

La Tabla 9 muestra los resultados que 20 viviendas afirmaron entregan sus residuos a un reciclador y 12 afirmaron que usan sus residuos orgánicos como alimentos para sus animales u otro tipo de usos.

Tabla 9 Encuesta sobre el uso de sus residuos sólidos en la Zona A

ZONA A	Entrega sus residuos inorganicos a un reciclador	Los residuos organicos son usados como alimentos para animales o otros usos
SI	20	12
NO	22	30

Elaboración: Propia

- En la zona B:

La Tabla 10 muestra los resultados que 25 viviendas afirmaron entregan sus residuos a un reciclador y 30 afirmaron que usan sus residuos orgánicos como alimentos para sus animales u otro tipo de usos.

Tabla 10 Encuesta sobre el uso de sus residuos sólidos en la Zona B

ZONA B	Entrega sus residuos inorganicos a un reciclador	Los residuos organicos son usados como alimentos para animales o otros usos
SI	25	30
NO	47	42

Elaboración: Propia

Finalmente se codificó cada vivienda para tener un registro para realizar el estudio y se entregó 8 bolsas de polietileno color negro de tamaño 26x40.

Figura 2 Ficha de Registro de viviendas



Elaboración: Propia

Para codificar e identificar la zona se realizó de la siguiente manera:

- I: Residuos Domiciliarios
- A o B: Zona

- 01, 02, …114: N° de vivienda

3.2.4. Recolección de muestras

El vehículo de recolección recogerá las muestras y los llevará al lugar donde se realizaría la caracterización de los residuos sólidos.

Figura 3 Moto furgoneta



Elaboración: Propia

3.2.5. Determinación de la generación Per-cápita

A continuación, se detalla la tabla de generación de residuos sólidos domiciliarios.

Tabla 11 Generación de residuos sólidos domiciliarios - Zona A

N° de vivienda	Código	Número de habitantes	Generación de Residuos Sólidos Domiciliarios								Generacion per capita
			Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
			kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg/persona/dia
1	I-A-01	2	2.013	1.920	0.365	2.980	1.256	1.340	1.280	1.100	0.73
2	I-A-02	2	1.589	0.580	2.525	2.195	1.052	1.250	2.600	1.875	0.86
3	I-A-03	1	1.020	0.750	0.150	0.648	0.125	0.254	0.780	0.980	0.53
4	I-A-04	4	2.482	3.550	3.785	1.125		0.855	1.836	0.498	0.49
5	I-A-05	4	3.012	1.047	2.020	4.295	1.045	0.900	0.876	1.350	0.41
6	I-A-06	3		1.535	1.825	0.610	0.245	1.786	3.900	2.670	0.60
7	I-A-07	10	5.326	1.665	1.265	1.240	3.523	6.870	3.125	4.398	0.32
8	I-A-08	4	3.420	1.180	0.487	0.958	1.236	1.987	3.970	1.640	0.41
9	I-A-09	3	4.875		2.149	1.542	2.044	1.870	1.200	0.600	0.52
10	I-A-10	3	1.029	1.046	3.022	1.045	0.698	3.991	1.938	4.374	0.77
11	I-A-11	4	1.880	1.085	1.247	0.725		1.500	2.350	3.250	0.42
12	I-A-12	9	2.365	5.510	1.755	3.305	4.012	7.350	5.700	4.987	0.52
13	I-A-13	2	0.152	0.520	1.170	1.015	0.142	2.200	1.700	1.005	0.55
14	I-A-14	2		2.420	3.965	1.575	0.872	2.500	1.800	2.007	1.08
15	I-A-15	3	1.235	2.120	0.987	0.685	2.045	1.250	2.600	1.875	0.55
16	I-A-16	8	4.521	0.665	1.025	0.460	3.547	5.010	0.974	6.960	0.33
17	I-A-17	3	2.046	1.242	0.055	2.400	1.457	0.515	1.650	0.750	0.38
18	I-A-18	3	1.524	7.125	1.204	0.987	1.634	2.000	1.300	0.620	0.71
19	I-A-19	2	2.033	0.235	1.457	5.230	0.178	0.750	0.800	0.230	0.63
20	I-A-20	3	1.245	2.143	3.020	1.775	2.020	1.500	2.135	3.250	0.75
21	I-A-21	3	0.156	1.840	2.615	1.020	0.745	1.100	1.643	0.970	0.47
22	I-A-22	2	3.012	0.170	0.355	1.435	1.240	0.650	1.980	1.350	0.51
23	I-A-23	3	0.175	0.760	1.075	0.660	2.406	1.150	1.209	1.860	0.43
24	I-A-24	3	4.852	1.264	1.250	2.660	1.248	0.600	3.600	0.850	0.55
25	I-A-25	5	1.054	1.304	0.541	1.249	2.433	2.800	2.486	2.550	0.38
26	I-A-26	3	0.984	0.445	0.990	0.215	1.004	2.000	1.035	1.780	0.36
27	I-A-27	2	1.031	0.390	0.635	0.565	0.471	0.210	0.800	0.280	0.24
28	I-A-28	4	5.142	0.105	0.585	0.485	2.713	2.700	2.100	2.900	0.41
29	I-A-29	7	8.080	4.680	4.975	2.085	5.970	3.970	2.970	1.790	0.54
30	I-A-30	2	3.047	0.840	0.560	1.750	0.301	1.047	1.325	0.880	0.48
31	I-A-31	7	2.940	1.980		2.875	2.488	1.397	1.575	0.860	0.27
32	I-A-32	4		2.970	1.974	4.094	1.175	0.826	2.250	2.870	0.58
33	I-A-33	7	7.970	5.970	3.964	4.094	2.143	7.960	5.950	3.850	0.69
34	I-A-34	2	3.980	1.927		1.275	0.974	1.335	1.240	1.236	0.67
35	I-A-35	5	6.970	4.980	3.975	3.947	2.975	3.980	2.910	2.860	0.73
36	I-A-36	5	9.390	3.970	1.500	2.964	2.200	2.970	2.550	3.540	0.56
37	I-A-37	7	6.870	4.000	4.500	6.214		5.165	4.990	2.860	0.66
38	I-A-38	4	4.870	2.850	1.200	2.250	0.900	1.750	1.150	1.870	0.43
39	I-A-39	2	2.000	1.100	0.400	0.750	0.450	2.500	0.650	1.332	0.51
40	I-A-40	5	3.960	2.860	1.854	2.964	1.650	2.940	2.195	2.570	0.49
41	I-A-41	3	4.960	2.600	1.600	2.000	0.963	1.800	1.000	2.540	0.60
42	I-A-42	1	2.960	1.352	0.573	0.440	0.500	1.200	0.450	0.560	0.73
Generación per capita domiciliaria del estrato											0.54

Elaboración: Propia

Tabla 12 Generación de residuos sólidos domiciliarios- Zona B

N° de vivienda	Código	Número de habitantes	Generación de Residuos Sólidos Domiciliarios								Generacion per capita
			Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
			kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg/persona/dia
1	I-B-43	4	3.201	2.045	2.290	1.690	2.113	3.250	2.200	3.500	0.61
2	I-B-44	4	1.263	0.560	1.294	2.450	3.005	2.304	2.800	2.950	0.55
3	I-B-45	2		0.243	0.400	0.530	0.213	0.750	1.640	0.200	0.28
4	I-B-46	2	0.413	0.445	0.605	1.495	1.244	0.530	1.986	0.450	0.48
5	I-B-47	4	1.045	0.650	0.205	1.042	1.333	1.244	0.750	0.650	0.21
6	I-B-48	4	1.002	2.135	1.380	0.215	1.485	2.250	1.200	4.000	0.45
7	I-B-49	3	0.738	1.246	0.852	2.380	0.987	1.214	1.500	1.700	0.47
8	I-B-50	4	1.236	0.130	0.725	0.523	1.012	3.865	3.100	1.200	0.38
9	I-B-51	4	1.254	2.470	0.505	0.595	2.141	3.500	2.450	3.900	0.56
10	I-B-52	5	2.144	5.960	3.390	2.146	6.100	1.500	3.100	3.000	0.72
11	I-B-53	4	0.877	1.240	0.874	1.525	2.010	3.540	1.200	1.975	0.44
12	I-B-54	6	2.170	2.142	2.290	1.054	2.400	2.900	2.640	1.964	0.37
13	I-B-55	1	1.245	0.255	0.142	1.085	1.875	0.973	0.440	0.557	0.76
14	I-B-56	2	0.981	2.610	1.485	1.315	0.243	1.100	0.754	0.450	0.57
15	I-B-57	2		0.410	0.940	0.370	1.237	2.986	1.964	1.860	0.70
16	I-B-58	6	5.124	0.145	2.199	3.125	0.987	6.973	3.864	6.600	0.57
17	I-B-59	5	1.425	0.830	0.875	0.710	1.902	1.867	3.765	2.980	0.37
18	I-B-60	4	2.007	1.305	1.445	1.445	1.562	2.854	3.876	2.100	0.52
19	I-B-61	2	3.154	0.214	1.080	2.014	2.217	1.765	1.682	0.530	0.68
20	I-B-62	2	0.462	0.214	0.345	1.004	0.874	0.295	1.024	0.548	0.31
21	I-B-63	3		0.885	0.904	1.590	0.881	1.864	1.600	1.456	0.44
22	I-B-64	5	4.345	7.275	2.457	3.290	5.411	0.523	0.980	1.020	0.60
23	I-B-65	4	3.145	2.165	5.770	2.301	1.245	1.975	3.250	0.980	0.63
24	I-B-66	2	2.100	0.065	2.350	1.180		0.536	0.384	0.794	0.44
25	I-B-67	3	0.560	0.070	0.720	0.125	0.145	0.864	0.754	1.895	0.22
26	I-B-68	3	2.001	1.200	0.120	2.760	1.127	0.860	1.537	0.967	0.41
27	I-B-69	5	2.045	0.120	0.578	1.245	3.045	1.985	2.843	1.968	0.34
28	I-B-70	4		2.590	2.440	2.720	1.245	2.978	2.971	1.235	0.58
29	I-B-71	5	3.214	2.010	1.458	1.023	2.314	1.523	1.874	2.235	0.36
30	I-B-72	3	1.480	4.575	2.195	2.480	2.144	0.643	0.479	1.945	0.69
31	I-B-73	3	1.453	1.875	3.465	2.000	0.983	0.785	0.984	1.532	0.55
32	I-B-74	6	1.048	2.642	1.788	3.250	3.244	2.864	1.850	1.640	0.41
33	I-B-75	5	2.146	1.785	1.310	0.735	1.452	3.948	2.650	1.284	0.38
34	I-B-76	2	0.214	1.190	1.240	1.365	0.246	0.250	0.887	0.357	0.40
35	I-B-77	2	0.157	1.235	1.055	1.005	1.042	0.864	0.350	0.751	0.45
36	I-B-78	3		1.735	2.004	2.185	1.742	0.864	1.011	0.974	0.50
37	I-B-79	5		1.380	2.235	3.480	1.261	1.875	2.014	0.587	0.37
38	I-B-80	2	0.842	0.651	0.785	1.440	0.542	1.013	0.274	0.864	0.40
39	I-B-81	4	2.014	0.987	1.235	0.524	1.547	2.456	1.875	1.945	0.38
40	I-B-82	2	1.045	0.455	0.525	1.870	1.243	0.994	0.541	0.120	0.41
41	I-B-83	3	2.173	1.024	1.150	0.977	0.124	0.498	0.973	0.640	0.26
42	I-B-84	4	1.222	3.490		0.400	1.000	2.435	1.126	0.745	0.38
43	I-B-85	5	0.942	2.144	3.575	6.115	1.409	2.046	3.749	1.982	0.60
44	I-B-86	5	4.201	1.224	0.450	2.001	3.013	1.026	1.254	3.460	0.36
45	I-B-87	3	1.461	1.324	1.541	2.305	0.743	0.986	0.354	1.065	0.40
46	I-B-88	5	2.004	1.256	0.375	1.890	2.078	1.764	1.842	0.976	0.29
47	I-B-89	3	2.334	1.235	0.875	0.165	1.221	1.974	0.670	0.765	0.33
48	I-B-90	4	3.215	2.100	7.620	4.065	2.108	2.986	2.875	1.947	0.85
49	I-B-91	5	5.148	0.290	1.315	5.030		3.862	2.769	0.974	0.47
50	I-B-92	3	3.140	2.880	3.966	2.965	2.384	4.975	1.100	2.550	0.99
51	I-B-93	10	7.950	3.100	4.500	4.755	6.946	6.500	8.000	7.440	0.59
52	I-B-94	3	4.870	2.200	2.987	1.986	2.856	1.200	1.800	1.240	0.68
53	I-B-95	5	7.980	3.870	4.865	2.957	1.970	2.350	1.290	1.340	0.53
54	I-B-96	4	3.500	3.100	2.974	1.486	0.850	0.950	1.100	2.550	0.46
55	I-B-97	2	1.500		1.031	0.985	0.525	1.000	1.355	1.240	0.51
56	I-B-98	6	4.500	2.000	1.400	2.250	2.100	4.600	2.800	2.450	0.42
57	I-B-99	5	2.500	3.200	1.500	1.750	2.250	2.300	3.860	2.570	0.50
58	I-B-100	2	2.870	1.090	1.974	1.800	0.335	1.601	1.450	1.850	0.72
59	I-B-101	7	7.850	3.860	3.864	3.250	2.097	3.250	3.600	2.570	0.46
60	I-B-102	6	9.870	4.860	6.973	3.864	3.896	4.863	6.600	3.540	0.82
61	I-B-103	4	6.860	2.000	4.250	2.865		1.100	2.250	1.650	0.59
62	I-B-104	4	5.560	4.650	3.540	2.540	1.986	4.865	1.330	2.570	0.77
63	I-B-105	5	3.860	1.970	3.964	5.600	3.863	0.850	2.860	1.460	0.59
64	I-B-106	3	3.860	1.870	1.400	1.200	1.450	0.876	1.850	0.450	0.43
65	I-B-107	4	4.860	2.750	2.100	2.500	5.753	1.964	2.250	2.650	0.71
66	I-B-108	6	6.850	3.000	3.200	2.900	2.640	1.964	1.850	0.780	0.39
67	I-B-109	4	5.850	1.800	1.000	2.854	1.200	1.000	1.860	2.640	0.44
68	I-B-110	2	2.840	2.186	1.100	0.400	0.345	0.600	0.250	1.860	0.48
69	I-B-111	5	3.960	3.196	2.964	1.964	2.840	1.864	1.860	1.560	0.46
70	I-B-112	2	3.750	0.850	1.283	1.300	0.630	0.900	1.053	0.086	0.44
71	I-B-113	4	4.750	2.840	1.643	1.430	4.853	3.856	1.700	2.900	0.69
72	I-B-114	5		2.860	2.840	1.850	0.875	1.896	3.990	2.880	0.49
Generación per capita domiciliaria del estrato											0.50

Elaboración: Propia

Se obtuvo la generación per-cápita de residuos sólidos domiciliarios con un valor de 0.516 Kg/hab/dia, es decir que cada habitante genera un total de 516 gr de residuos sólidos por día en el distrito de Pítipo.

Tabla 13 Generación total de residuos sólidos domiciliarios

ZONA	REPRESENTATIVIDAD POBLACIONAL	GPC TOTAL DEL ESTRATO VALIDADA	%i X GPC
A	37%	0.54	0.200 kg/hab/dia
B	63%	0.50	0.317 kg/hab/dia
Total	100%	**GPC Domiciliaria**	**0.516 kg/hab/dia**

Elaboración: Propia

3.2.6. Determinación de la densidad

Para este ensayo se acondicionó un cilindro metálico y durante siete días consecutivos se recolecto y colocó las muestras para poder determinar la densidad.

Características del cilindro metálico:

- Diámetro del cilindro: D = 0.56 m
- Altura total del cilindro: Hf = 0.88 m
- Ho: Altura libre del cilindro
- W: Peso de los residuos sólidos
- Vr: Volumen del residuo sólido
- S: Densidad $= \frac{W}{Vr} = \frac{W}{\pi\left(\frac{D}{2}\right)^2 (Hf - Ho)}$

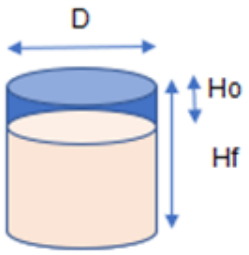


Tabla 14 Análisis del ensayo de densidad durante 7 días

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
W (Kg)	21.278	24.544	27.927	19.387	25.937	22.615	23.34
Hf (m)	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88
Ho (m)	0.3	0.25	0.25	0.435	0.3	0.35	0.35
Vr (m3)	0.143	0.155	0.155	0.110	0.143	0.131	0.131
Densidad (S) kg/m3	148.80	158.35	180.17	176.25	181.38	172.63	178.17

Elaboración: Propia

Dando como resultado un total de 170.82 kg/m3.

Tabla 15 Densidad de residuos sólidos domiciliarios

Párametro	Densidad diaria (kg/m3)							Densidad Promedio
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	kg/m3
Densidad (S)	148.80	158.35	180.17	176.25	181.38	172.63	178.17	**170.82**

Elaboración: Propia

3.2.7. Determinación de la composición física de los residuos sólidos

La composición física se representa principalmente de residuos aprovecharles y residuos no aprovechabas. En este ensayo nos dieron los porcentajes 86.39% y 13.61%, respectivamente.

A continuación, se detalla la composición física de los residuos sólidos domiciliarios:

Tabla 16 Composición física de residuos sólidos domiciliarios

Tipo de residuo sólido	Día 1 (kg)	Día 2 (kg)	Día 3 (kg)	Día 4 (kg)	Día 5 (kg)	Día 6 (kg)	Día 7 (kg)	TOTAL (kg)	COMPOSICION PORCENTUAL
1. Residuos aprovechables	57.603	47.155	47.541	57.035	54.838	44.973	48.534	357.679	86.39%
1.1.Residuos Orgánicos	36.521	24.568	32.529	26.765	44.486	33.211	43.214	241.294	58.28%
Residuos de alimentos (restos de comida, cáscaras, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	23.353	20.045	19.954	25.548	33.462	27.412	33.412	183.186	44.24%
Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares)	4.143	0.345	3.954	0.06	1.173	2.621	9.05	21.346	5.16%
Otros orgánicos(estiercol de animales menores, huesos y similares)	9.025	4.178	8.621	1.157	9.851	3.178	0.752	36.762	8.88%
1.2 Residuos Inorgánicos	21.082	22.587	15.012	30.27	10.352	11.762	5.32	116.385	28.11%
1.2.1 Papel	7.613	9.35	4.006	6.119	3.227	4.956	1.61	36.881	8.91%
Blanco	2.235			3.456	0.992	3.657	1.154	11.494	2.78%
Periódico	0.246		1.458	1.2	1.364	0.085		4.353	1.05%
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)	5.132	9.35	2.548	1.463	0.871	1.214	0.456	21.034	5.08%
1.2.2 Cartón	7.39	5.575	5.125	5.325	0.561	3.64	2.419	30.035	7.25%
Blanco (liso y cartulina)	1.52	1.065	3.074	2.111	0.214	1.24	2.178	11.402	2.75%
Marrón (corrugado)	4.625	3.47	2.051		0.347		0.241	10.734	2.59%
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)	1.245	1.04		3.214		2.4		7.899	1.91%
1.2.3 Vidrio	0.074	1.042	1.352	1.048	2.144	0.754	0	6.414	1.55%
Transparente			1.352	1.048	2.004	0.754		5.158	1.25%
Otros colores (marrón – ámbar, verde, azul, entre otros)		1.042						1.042	0.25%
Otros (vidrio de ventana)	0.074				0.14			0.214	0.05%
1.2.4 Plástico	4.18	4.54	3.079	16.228	3.245	1.65	0.221	33.143	8.00%
PET–Tereftalato de polietileno (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	0.17	4.25	2.354	12.364				19.138	4.62%
PEAD-Polietileno de alta densidad (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante)	1.52			3.54	1.248	0.87		7.178	1.73%
PEBD-Polietileno de baja densidad (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)	0.74	0.12	0.478		0.67		0.004	2.012	0.49%
PP-polipropileno (baldes, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers, bolsas de cereales)		0.17		0.324		0.78		1.274	0.31%
PS-Poliestireno (tapas cristalinas de cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla)	1.75		0.045		0.87		0.217	2.882	0.70%
PVC-Policloruro de vinilo (tuberías de agua, desagüe y eléctricas)			0.202		0.457			0.659	0.16%
1.2.5 Tetra brik (envases multicapa)			0.124	0.41		0.048		0.582	0.14%
1.2.6 Metales	1.075	1.67	1.326	0.47	0.175	0.594	1.07	6.38	1.54%
Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros)	1.075		0.874	0.47		0.58	1.07	4.069	0.98%
Acero		1.02						1.02	0.25%
Fierro		0.55	0.452			0.014		1.016	0.25%
Aluminio					0.175			0.175	0.04%
Otros Metales		0.1						0.1	0.02%
1.2.7 Textiles (telas)	0.75	0.41		0.67	1	0.12		2.95	0.71%
1.2.8 Caucho, cuero, jebe								0	0.00%
2. Residuos no aprovechables	6.212	5.147	7.109	6.043	4.904	12.585	14.364	56.364	13.61%
Bolsas plásticas de un solo uso	0.19	0.15	1.024	0.785	0.019	0.875	0.174	3.217	0.78%
Residuos sanitarios (papel higiénico, pañales, toallas sanitarias, excretas de mascotas.)	3.355	1.245	3.145	1.328	1.248	10.49	12.87	33.681	8.13%
Pilas		0.25				0.027		0.277	0.07%
Tecnopor (poliestireno expandido)	0.01	2.45	0.45		2.15		0.487	5.547	1.34%
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros)	1.45	0.87	1.05	2.87		0.853		7.093	1.71%
Restos de medicamentos	0.65		0.42	0.15	0.21		0.07	1.5	0.36%
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros	0.087	0.14		0.37	0.407		0.665	1.669	0.40%
Otros residuos no categorizados	0.47	0.042	1.02	0.54	0.87	0.34	0.098	3.38	0.82%
TOTAL	**63.815**	**52.30**	**54.65**	**63.078**	**59.742**	**57.558**	**62.898**	**414.043**	**100.00%**

Elaboración: Propia

3.2.8. Determinación de la humedad

Se tomó muestras del día cuatro y estas fueron entregadas al laboratorio. Dando como resultado un porcentaje de 58.43% de humedad para residuos sólidos domiciliarios.

3.3. Muestras No Domiciliarias

3.3.1. Determinación del tamaño y distribución de la muestra

Mediante la tabla de tamaño de muestras de la Guía del Ministerio del Ambiente, se determinó el tamaño y distribución de acuerdo a la fuente de generación.

Tabla 17 Tamaño de muestra

Rango de total de fuentes no domiciliarios en el distrito (N)	Tamaño de muestra (n)	Muestras de contingencia	Total de muestras no domiciliarias
Menor a 50 generadores	n<50	0	Es igual a n
Más de 50 y hasta 100	50	10	60
Más de 100 y hasta 250	70	14	84
Más de 250 y hasta 500	81	16	97
Más de 500 y hasta 1000	88	18	106
Más de 1000	88	22	110

Fuente: Ministerio del ambiente

Elaboración: Propia

Para este apartado solo se consideró establecimientos comerciales, restaurantes, hoteles, instituciones públicas y privadas, dando un total de 97 muestras.

No sé consideraron las Instituciones Educativas, barrido y limpieza de espacios públicos y mercados, pues cuentan con diferente representatividad porcentual de muestras.

Tabla 18 Determinación de muestras para establecimientos comerciales, restaurantes, hoteles, instituciones públicas y privadas.

Fuentes de generación de residuos sólidos no domiciliarios	Cantidad de fuentes de generación	Representatividad (%)	Total de muestras por fuente de generación
Establecimientos comerciales (Bodegas, ferreterías, panaderías, librerías, bazares, cabinas de internet, locutorios, farmacias y boticas, salones de belleza, peluquerías, centros de entretenimiento (cines, discotecas, casinos, entre otros).)	165	71.74%	70
Restaurantes (Chifas, cevicherías, picanterías, establecimientos de comida rápida y bares)	48	20.87%	20
Hoteles	2	0.87%	1
Instituciones públicas y privadas (Entidades públicas y privadas, iglesias, bancos y oficinas administrativas)	15	6.52%	6
TOTAL	230	100.00%	97

Elaboración: Propia

a) Muestras para establecimientos comerciales

El total de muestras para establecimientos comerciales será de 70.

Se categorizó cada establecimiento según los negocios existentes:

- EC1: Bodegas y Panaderías
- EC2: Librerías, Locutorios y Bazares
- EC3: Ferreterías
- EC4: Farmacias, Boticas, Peluquerías y Salones de belleza
- EC5: Centros de entretenimiento

Tabla 19 Total de muestras para establecimientos comerciales

Fuentes de generación de residuos sólidos		Cantidad de fuentes de generación	CODIGO
Establecimientos comerciales	Bodegas	103	EC1
	Librerías	4	EC2
	Bazares	8	EC2
	Cabinas de internet	5	EC2
	Locutorios	5	EC2
	Panaderías	12	EC1
	Ferreterías	8	EC3
	Farmacias y boticas	14	EC4
	Salones de belleza	0	EC4
	Peluquerías	2	EC4
	Centros de entretenimiento (cines, discotecas, casinos, entre otros)	4	EC5
		165	

CODIGO	N° de Comercios	Representatividad	Total de muestas
EC1	115	69.70%	49
EC2	22	13.33%	9
EC3	8	4.85%	3
EC4	16	9.70%	7
EC5	4	2.42%	2
	165	100.00%	70

Elaboración: Propia

b) Muestras para restaurantes

La cantidad de muestras para restaurantes será de 20.

Tabla 20 Total de muestras para restaurantes

Fuentes de generación de residuos sólidos		Cantidad de fuentes de generación	Representatividad (%)	Total de muestras
Restaurantes	Restaurantes	27	12	11
	Bares	21	9	9
		48	21	20

Elaboración: Propia

c) Muestras para hoteles

El total de muestras para hoteles será de 1.

Tabla 21 Total de muestras para hoteles

Fuentes de generación de residuos sólidos		Cantidad de fuentes de generación	Representatividad (%)	Total de muestras
Hoteles	Hospedajes	2	1	1
	Hoteles	0	0	0
	Hostales	0	0	0
		2	1	1

Elaboración: Propia

d) Muestras para Instituciones públicas y privadas

El total de muestras para Instituciones públicas y privadas será de 6.

Tabla 22 Total de muestras para Instituciones públicas y privadas

Fuentes de generación de residuos sólidos		Cantidad de fuentes de generación	Representatividad (%)	Total de muestras
Instituciones públicas y privadas	Entidades públicas y privadas	5	2	2
	Iglesias	9	4	4
	Bancos	0	0	0
	Oficinas Administrativas	1	0	0
		15	7	6

Elaboración: Propia

e) Muestras para mercados

La guía recomienda muestrear como mínimo el 20% del total de la cantidad de fuentes de generación.

El total de muestras para mercados será de 5.

Tabla 23 Total de muestras para mercados

Fuentes de generación de residuos sólidos		Cantidad de fuentes de generación
Mercados	Mayoristas	1
	Minoristas	21

Categoria de mercado	Cantidad	Determinacion de número de muestras
Gran unidad 1	1	1
Categoria 1	21	4
Total	22	5

Elaboración: Propia

f) Muestras para Instituciones Educativas

La guía recomienda muestrear como mínimo el 20% del total de la cantidad de fuentes de generación.

El total de muestras para instituciones educativas será de 10.

Tabla 24 Total de muestras para Instituciones Educativas

Fuentes de generación de residuos sólidos		Cantidad de fuentes de generación
Instituciones Educativas	Colegios	50

Subclases de instituciones educativas	Cantidad	Determinacion de número de muestras
Colegios con más de 200 alumnos	7	1
Colegios con menos de 200 alumnos	43	9
Total	50	10

Elaboración: Propia

g) Muestras para barrido y limpieza de espacios públicos y almacenamiento.

Para el estudio se trabajó con un total de 3 rutas.

3.3.2. Empadronamiento de los establecimientos

Se visitó cada establecimiento y se realizó una pequeña encuesta, si entregaban sus residuos inorgánicos a un reciclador o si sus residuos orgánicos eran usados como alimentos para sus animales o tenían otro tipo de uso.

La Tabla 25 muestra los resultados que 40 negocios afirmaron entregan sus residuos a un reciclador y 25 afirmaron que usan sus residuos orgánicos como alimentos para sus animales u otro tipo de usos.

Tabla 25 Encuesta sobre el uso de sus residuos sólidos No domiciliarios

No domiciliario	Entrega sus residuos inorganicos a un reciclador	Los residuos organicos son usados como alimentos para animales o otros usos
SI	40	25
NO	75	90

Elaboración: Propia

Finalmente se codificó cada establecimiento para tener un registro y poder realizar el estudio. Se entregó 8 bolsas de polietileno color amarillo de tamaño 26x40.

Figura 4 Ficha de Registro de establecimiento



Elaboración: Propia

Para codificar e identificar la zona se realizó de la siguiente manera:

- II: Residuos No Domiciliarios
- EC: Establecimientos comerciales
- R: Restaurantes
- H: Hoteles
- PPP: Instituciones Públicas y Privadas
- Mm: Mercado
- B: Barrido y limpieza de espacios públicos
- 01, 02, …89: N° de Establecimiento

3.3.3. Determinación de la generación

a) Generación de establecimientos comerciales

Se categorizo por clases:

– En la clase 1 donde se encuentra las bodegas y panaderías. Obtuvo un valor de 1.438 kg/est/dia en la generación de residuos sólidos.

Así mismo se describe los resultados en el siguiente cuadro:

Tabla 26 Generación de residuos sólidos de la Clase 1

N°	Código	Días que labora en la semana	Generación de Residuos Sólidos No Domiciliarios								Promedio
			Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
			kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg/día
1	II-EC1-01	7	2.047	1.178	1.004	0.751	0.178	0.290	0.310	1.000	0.67
2	II-EC1-02	7	1.420	2.800	1.074	3.120	2.112	1.090	1.491	0.812	1.79
3	II-EC1-04	7	3.540	0.100	2.295	2.355	1.024	1.250	0.450	1.510	1.28
4	II-EC1-05	7	1.542	2.930	2.385	1.330	2.004	1.750	0.750	1.965	1.87
5	II-EC1-07	7	1.007	2.154	0.147	0.079	1.248	1.040	1.250	1.970	1.13
6	II-EC1-08	7	2.401	1.150	0.700	0.760	0.854	1.490	1.450	1.090	1.07
7	II-EC1-09	7		1.245	0.155	0.585	0.145	2.000	1.970	0.650	0.96
8	II-EC1-11	7	2.416	1.625	0.450	0.845	0.754	1.974	1.450	1.010	1.16
9	II-EC1-12	7	1.245	2.395	2.913	1.725	3.014	1.510	0.790	0.720	1.87
10	II-EC1-15	7	2.033	2.310	2.130	0.535	1.254	1.040	1.130	0.950	1.34
11	II-EC1-17	7	1.875	0.270	1.785	1.024	0.981	2.650	0.240	1.840	1.26
12	II-EC1-18	7	2.305	0.895	0.615	1.190		2.730	1.840	1.510	1.25
13	II-EC1-25	7	1.287	0.985	0.255	0.355	1.054	0.370	2.800	1.480	1.04
14	II-EC1-30	7	1.273	2.043	0.954	1.057	0.587	2.640	1.590	0.380	1.32
15	II-EC1-32	7	1.320	1.100	2.800	1.100	3.350	2.540	2.730	1.200	2.12
16	II-EC1-33	7	5.300	1.310	1.400	1.230	1.090	1.510	1.090	1.510	1.31
17	II-EC1-34	7	5.600	1.010	1.800	1.780	1.090	1.510	0.987	0.650	1.26
18	II-EC1-44	7	5.350	2.420	2.700	1.560	0.740	1.510	1.590	0.350	1.55
19	II-EC1-45	7	3.241	2.430	2.900	1.820	2.730	0.740	1.090	1.510	1.89
20	II-EC1-46	7	2.450	1.740	2.500	1.780	0.910	1.840	2.730	0.910	1.77
21	II-EC1-47	7	4.650	2.500	3.200	0.710	1.510	1.510	0.350	1.510	1.61
22	II-EC1-49	7	3.750	2.110	0.990	0.940	3.244	0.090	2.600	1.740	1.67
23	II-EC1-50	7	4.650	1.312	1.400	1.230	1.450	1.510	1.510	3.150	1.65
24	II-EC1-51	7	3.254	1.210	2.250	0.160	2.000	2.730	1.510	2.450	1.76
25	II-EC1-52	7	4.780	1.440	0.254	1.230	1.510	0.720	0.380	1.510	1.01
26	II-EC1-54	7		3.080	2.175	1.510	3.350	0.790	0.580	0.740	1.75
27	II-EC1-55	7	3.700	1.230	3.607	0.120	2.731	1.510	0.740	0.720	1.52
28	II-EC1-56	7	2.700	1.040	1.690	0.730	2.730	1.510	1.301	1.090	1.44
29	II-EC1-60	7	3.750	1.920	4.100	0.540	1.090	0.483	1.840	1.090	1.58
30	II-EC1-68	7	3.450	1.920	0.340	0.740		1.840	1.510	2.500	1.26
31	II-EC1-74	7		2.650	1.040	1.111	1.510	1.510	2.730	1.510	1.72
32	II-EC1-75	7	2.010	0.370	0.462	1.400	0.910	0.240	1.510	0.560	0.78
33	II-EC1-76	7	2.760	1.560	1.130	1.400	0.480	1.090	2.730	2.010	1.49
34	II-EC1-82	7	1.245	0.417	2.500	3.500	1.511	1.510	0.580	0.540	1.51
35	II-EC1-85	7		1.450	1.490	2.660	0.740	1.510	1.840	1.590	1.61
36	II-EC1-86	7	4.010	2.640	1.800	2.802	2.730	1.841	0.650	2.042	2.07
37	II-EC1-92	7	8.541	3.310	0.650	0.560	1.510	1.490		0.800	1.19
38	II-EC1-94	7	2.000	2.020	3.000	1.000	1.590	2.730	1.510	0.290	1.73
39	II-EC1-99	7	4.850	1.800		1.400	1.510	1.580	1.510	0.848	1.24
40	II-EC1-100	7	4.250	1.800	0.910	1.970	1.510	0.740	1.510	2.730	1.60
41	II-EC1-101	7	3.800	1.230	1.800	0.940	1.510	2.730	0.910	0.350	1.35
42	II-EC1-102	7	2.750	1.690	1.500	0.190	1.590	0.740		2.730	1.21
43	II-EC1-106	7	1.452	1.254	0.380	1.640	0.157	0.987	2.541	1.100	1.15
44	II-EC1-108	7	4.652	1.745	0.984		0.910	2.745	1.054	1.075	1.22
45	II-EC1-110	7	0.684	2.654	1.254	2.018	0.218	1.024	1.654		1.26
46	II-EC1-111	7	4.651	0.987	3.245	1.542	2.045	1.250	1.040	1.542	1.66
47	II-EC1-112	7	0.236	3.254	0.730	0.987	0.547	2.014	1.025	2.501	1.58
48	II-EC1-113	7	9.842	2.301	1.510	0.350	1.510	1.740	1.090	1.002	1.36
49	II-EC1-118	7	2.067	1.033	2.087	1.087	0.981	2.305	1.524	2.048	1.58
Promedio (kg/est/dia)											1.438
Total de generadores											49.000
Generación per capita no domiciliaria del estrato (kg/dia)											70.462

Elaboración: Propia

– En la clase 2 donde se encuentra las librerías, locutorios y bazares. Obtuvo un valor de 1.409 kg/est/día en la generación de residuos sólidos.

Así mismo se describe los resultados en el siguiente cuadro:

Tabla 27 Generación de residuos sólidos de la Clase 2

N°	Código	Días que labora en la semana	Generación de Residuos Sólidos No Domiciliarios								Promedio
			Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
			kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg/dia
1	II-EC2-03	7	1.245	0.954	1.590	1.230	0.840	0.560	0.389	1.510	1.01
2	II-EC2-06	7	0.124	0.085	2.995	2.195	1.200	1.600	2.850	1.670	1.80
3	II-EC2-10	7	1.254	3.175	1.460	2.345	2.045	1.210	0.750	0.955	1.71
4	II-EC2-16	7	3.246	2.124	4.036	1.547	3.048	1.550	0.780	1.440	2.08
5	II-EC2-19	7	5.135	1.182	1.280	2.045	1.019	1.090	1.050	0.860	1.22
6	II-EC2-21	7	3.045	0.500	1.165	0.795	1.051	0.900	1.190	0.550	0.88
7	II-EC2-43	7	1.050	2.450	1.810	1.180	1.370	0.490	1.040	0.500	1.26
8	II-EC2-48	7	2.500	1.460	2.950	0.550	1.510	1.510	2.650	1.480	1.73
9	II-EC2-117	7	0.854	1.045	0.355	1.236	1.524	0.865	0.975	1.005	1.00
Promedio (kg/est/dia)											1.409
Total de generadores											9.000
Generación per capita no domiciliaria del estrato (kg/dia)											12.681

Elaboración: Propia

- En la clase 3 donde se encuentra las ferreterías. Obtuvo un valor de 0.858 kg/est/dia en la generación de residuos sólidos.

  Así mismo se describe los resultados en el siguiente cuadro:

Tabla 28 Generación de residuos sólidos de la Clase 3

N°	Código	Días que labora en la semana	Generación de Residuos Sólidos No Domiciliarios								Promedio
			Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
			kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg/dia
1	II-EC3-26	7	1.052	0.357	0.154	1.547	0.650	2.018	0.950	1.000	0.95
2	II-EC3-29	7	1.512	0.095	1.540	1.570		1.026	0.780	0.080	0.73
3	II-EC3-63	7	2.050	1.050	2.400	0.300	0.790	0.650	0.720	0.350	0.89
Promedio (kg/est/dia)											0.858
Total de generadores											3.000
Generación per capita no domiciliaria del estrato (kg/dia)											2.574

Elaboración: Propia

- En la clase 4 donde se encuentra las farmacias, boticas, peluquerías y salones de belleza. Obtuvo un valor de 1.561 kg/est/dia en la generación de residuos sólidos.

  Así mismo se describe los resultados en el siguiente cuadro:

Tabla 29 Generación de residuos sólidos de la Clase 4

N°	Código	Días que labora en la semana	Generación de Residuos Sólidos No Domiciliarios								Promedio
			Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
			kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg/dia
1	II-EC4-27	7	1.058	1.524	0.085	0.145	1.005	0.900	1.140	2.780	1.08
2	II-EC4-38	7	0.950	1.030	0.590	0.430	0.640	2.090	1.450	1.130	1.05
3	II-EC4-61	7	4.660	0.180	0.170	1.870	3.990		1.250	2.700	1.45
4	II-EC4-62	7	1.950	3.120	0.500	0.740	2.430	1.150	2.100	0.930	1.57
5	II-EC4-77	7	3.650	2.020	0.670	4.920	1.740	0.990	2.000	1.570	1.99
6	II-EC4-89	6	3.217	1.280	1.000	5.050	2.110	1.038	1.190	3.110	2.46
7	II-EC4-114	7	2.069	1.075	2.154	1.442	1.977	0.854	0.742	1.027	1.32
Promedio (kg/est/dia)											1.561
Total de generadores											7.000
Generación per capita no domiciliaria del estrato (kg/dia)											10.927

Elaboración: Propia

- En la clase 5 donde se encuentra los centros de entretenimientos. Obtuvo un valor de 1.729 kg/est/dia en la generación de residuos sólidos.

  Así mismo se describe los resultados en el siguiente cuadro:

Tabla 30 Generación de residuos sólidos de la Clase 5

N°	Código	Días que labora en la semana	Generación de Residuos Sólidos No Domiciliarios								Promedio
			Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
			kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg/dia
1	II-EC5-66	7	3.09	1	1.4	2.52	2.05	1.8	2.28	1.05	1.73
2	II-EC5-107	7	1.064	2.078	1.687	0.987	1.075	2.003	0.987	1.045	1.41
Promedio (kg/est/dia)											1.729
Total de generadores											2.000
Generación per capita no domiciliaria del estrato (kg/dia)											3.458

Elaboración: Propia

Finalmente se agrupo todas las clases de establecimientos comerciales para obtener la generación total, dando como resultado 100.102 Kg/dia.

Tabla 31 Generación de residuos sólidos

ZONA	REPRESENTATIVIDAD
EC1	70.462
EC2	12.681
EC3	2.574
EC4	10.927
EC5	3.458
GENERACIÓN TOTAL (Kg/dia)	100.102
GENERACIÓN TOTAL (Tn/Año)	36.537

Elaboración: Propia

b) Generación de restaurantes

Se obtuvo un valor de 7.670 kg/Rest/dia en la generación de residuos sólidos no domiciliarios para restaurantes.

Tabla 32 Generación de residuos sólidos

N°	Código	Dias que labora en la semana	Generación de Residuos Sólidos No Domiciliarios								Promedio
			Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
			kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg/dia
1	II-R-20	7	1.025	0.995	1.735	2.375	1.542	10.248	9.874	5.187	4.57
2	II-R-35	7	5.060	5.520	6.880	13.600	2.782	6.040	6.620	10.400	7.41
3	II-R-36	7	4.500	4.240	1.920	2.780	3.840	3.200	3.720	4.480	3.45
4	II-R-53	7	1.248	2.140	2.300	3.200	1.640	1.060	1.820	1.980	2.02
5	II-R-57	7	1.902	1.245	7.542	0.994	10.142	2.017	3.675	10.554	5.17
6	II-R-58	7	7.104	12.142	5.012	3.254	4.666	3.588	8.642	12.541	7.12
7	II-R-59	7	10.654	11.153	1.254	4.721	3.045	1.540	4.481	1.987	4.03
8	II-R-64	7	12.645	1.258	3.288	5.046	8.657	2.335	5.845	12.555	5.57
9	II-R-69	7	13.134	2.354	18.485	5.640	3.547	10.000	7.145	15.368	8.93
10	II-R-73	7	12.426	16.522	20.215	11.055	9.412	22.451	3.215	11.511	13.48
11	II-R-78	7	10.800	12.420	13.940	18.880	9.300	9.220	7.000	1.520	10.33
12	II-R-79	7	4.520	10.404	2.366	16.573	2.177	2.040	5.114	20.180	8.41
13	II-R-83	7	20.258	15.264	11.250	12.640	22.104	13.641	18.880	11.384	15.02
14	II-R-93	7	3.955	5.217	5.146	5.046	4.658	10.670	22.987	9.541	9.04
15	II-R-95	7	11.689	9.284	6.480	9.845	10.002	5.124	11.366	6.512	8.37
16	II-R-96	7	8.541	4.562	7.215	10.654	2.540	7.142	12.268	2.185	6.65
17	II-R-97	7	6.324	6.314	6.000	25.654	12.847	6.245	8.140	2.047	9.61
18	II-R-98	7	1.097	9.512	2.101	6.502	7.410	22.741	10.698	9.854	9.83
19	II-R-115	7	15.024	10.325	3.048	5.067	10.688	9.421	1.068	2.089	5.96
20	II-R-116	7	25.150	5.237	11.280	9.420	8.420	10.981	3.048	10.658	8.43
Promedio (kg/Rest/dia)											7.670
Total de generadores											20.000
Generación per capita no domiciliaria del estrato (kg/dia)											153.400
Generación Total (Tn/Año)											55.991

Elaboración: Propia

c) Generación de hoteles

Se obtuvo un valor de 7.103 kg/Hotel/dia en la generación de residuos sólidos no domiciliarios para hoteles.

Tabla 33 Generación de residuos sólidos

N°	Código	Dias que labora en la semana	Generación de Residuos Sólidos No Domiciliarios								Promedio
			Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
			kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg/dia
1	II-H-37	7	8.016	7.803	5.650	5.541	11.980	9.324	3.430	5.990	7.10
Promedio (kg/Hotel/dia)											7.103
Total de generadores											1.000
Generación per capita no domiciliaria del estrato (kg/dia)											7.103
Generación Total (Tn/Año)											2.593

Elaboración: Propia

d) Generación de Instituciones públicas y privadas

Se obtuvo un valor de 1.225 kg/Inst/dia en la generación de residuos sólidos no domiciliarios para Instituciones públicas y privadas.

Tabla 34 Generación de residuos sólidos

N°	Código	Dias que labora en la semana	Generación de Residuos Sólidos No Domiciliarios								Promedio
			Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
			kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg/dia
1	II-PPP-22	6	0.187	0.257	1.065	0.987	0.254	0.63	2.65	1.67	1.25
2	II-PPP-24	6	2.051	0.085	0.45	1.645	0.547	1.14	0.59	0.32	0.80
3	II-PPP-39	6	1.34	0.63	1.01	0.75	0.44	0.78	2.05	0.11	0.96
4	II-PPP-40	6	0.3	2.19	1.91	0.09	0.35	0.21	4.92	1.37	1.84
5	II-PPP-65	6	0.26	1.37	1.87	0.184	0.11	0.5	5.1	0.63	1.63
6	II-PPP-109	6	3.078	0.214	1.217	0.2547	1.067	0.987	0.577	0.908	0.87
Promedio (kg/Inst/dia)											1.225
Total de generadores											6.000
Generación per capita no domiciliaria del estrato (kg/dia)											7.350
Generación Total (Tn/Año)											2.683

Elaboración: Propia

e) Generación de mercados

Se categorizó por su magnitud:

– Para mercados minoristas, se obtuvo un valor de 1.373 kg/Est/día en la generación de residuos sólidos no domiciliarios para mercados.

Tabla 35 Generación de residuos sólidos

N°	Código	Días que labora en la semana	Generación de Residuos Sólidos No Domiciliarios								Promedio
			Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
			kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg/dia
1	II-Mm-13	7	4.153	2.340	2.180	2.395	1.253	2.290	1.500	1.110	1.87
2	II-Mm-14	7	0.985	2.550	1.982	3.240	2.056	0.230	1.350	1.760	1.88
3	II-Mm-23	7	1.022	0.820	0.145	1.260	0.982	0.980	0.470	0.810	0.78
4	II-Mm-28	7	2.018	0.805	1.024	2.014	1.087	1.300	0.190	0.320	0.96
Promedio (kg/Est/dia)											1.373
Total de generadores											4.000
Generación per capita domiciliaria del estrato (kg/dia)											5.492
Generación Total (Tn/Año)											2.005

Elaboración: Propia

– Para mercados mayorista, se obtuvo un valor de 45.974 kg/Est./día en la generación de residuos sólidos no domiciliarios para mercados.

Tabla 36 Generación de residuos sólidos

N°	Código	Días que labora en la semana	Generación de Residuos Sólidos No Domiciliarios								Promedio
			Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
			kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg/dia
1	II-Mma-80	7	25.046	49.647	50.687	48.517	49.570	40.025	45.123	38.248	45.974
Promedio (kg/Est/dia)											45.974
Total de generadores											25.000
Generación per capita domiciliaria del estrato (kg/dia)											1149.350
Generación Total (Tn/Año)											419.513

Elaboración: Propia

f) Generación de Instituciones Educativas

Se clasificó por la cantidad de estudiantes:

– Para Instituciones Educativas con menos de 200 alumnos. Se obtuvo un valor de 0.122 kg/Alumno/día en la generación de residuos sólidos no domiciliarios para Instituciones Educativas.

Tabla 37 Generación de residuos sólidos

N°	Código	Días que labora en la semana	Número total de alumnos, profesores y personal administrativo	Generación de Residuos Sólidos No Domiciliarios						Promedio
				Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	
				kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg/persona/dia
1	II-C-41	5	88	10.356	22.147	21.641	12.175	18.121	9.842	0.19
2	II-C-67	5	162	6.248	19.220	16.287	20.762	12.107	12.045	0.10
3	II-C-70	5	101	18.513	9.927	8.133	8.175	10.149	9.015	0.09
4	II-C-71	5	112	9.875	10.341	9.023	13.041	9.064	13.217	0.10
5	II-C-72	5	166	8.711	15.412	12.175	16.217	14.287	12.173	0.08
6	II-C-81	5	135	16.201	17.182	12.840	22.186	13.511	20.170	0.13
7	II-C-84	5	105	12.354	11.254	8.807	19.204	28.113	14.122	0.16
8	II-C-87	5	111	23.547	10.641	8.171	10.150	12.647	17.147	0.11
9	II-C-88	5	113	25.215	19.214	16.222	22.187	14.218	12.187	0.15
Promedio (kg/Alumno/dia)										0.122
Total de generadores										1093.000
Generación per capita no domiciliaria del estrato (kg/persona/dia)										133.346
Generación Total (Tn/Año)										48.671

Elaboración: Propia

– Para Instituciones Educativas con más de 200 alumnos. Se obtuvo un valor de 0.059 kg/Alumno/día en la generación de residuos sólidos no domiciliarios para Instituciones Educativas.

Tabla 38 Generación de residuos sólidos

N°	Código	Días que labora en la semana	Número total de alumnos, profesores y personal administrativo	Generación de Residuos Sólidos No Domiciliarios						Promedio
				Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	
				kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg/persona/dia
1	II-C-31	5	282	22.136	15.245	21.127	13.595	20.143	13.215	0.06
Promedio (kg/Alumno/dia)										0.059
Total de generadores										282.000
Generación per capita no domiciliaria del estrato (kg/persona/dia)										16.638

Elaboración: Propia

g) Generación de barrido y limpieza de espacios públicos y almacenamiento.

Se obtuvo un valor de 10.434 Kg/persona/día en la generación de residuos sólidos no domiciliarios para el barrido y limpieza de espacios públicos y almacenamiento.

Tabla 39 Generación de residuos sólidos

N°	Código	Número días que se brinda el servicio o en la semana	Km lineales de la ruta	Generación de Residuos Sólidos No Domiciliarios								Promedio
				Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
				kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg/persona/dia
1	II-B-110	7	3	72.361	13.482	24.291	15.143	10.981	20.640	26.984	21.152	18.95
2	II-B-111	7	3	14.985	21.802	20.239	17.315	15.541	25.682	20.314	19.002	6.66
3	II-B-112	7	3	21.680	23.264	10.214	20.644	25.420	10.104	10.248	19.540	5.69
Promedio (kg/persona/dia)												10.434
Total de Km lineales que se barren en la ciudad												27.000
Generación total (kg/persona/dia)												281.718
Generación Total (Tn/Año)												102.827

Elaboración: Propia

3.3.4. Determinación de la densidad

Para este ensayo se acondicionó un cilindro metálico y durante siete días consecutivos se recolecto y colocó las muestras para poder determinar la densidad, dando como resultado un total de 186.14 kg/m3.

Tabla 40 Densidad de residuos sólidos no domiciliarios

N°	Fuentes de generación	Densidad kg/m3
1	Establecimientos comerciales	106.07
2	Restaurantes	249.14
3	Instituciones Educativas	198.40
4	Barrido y Limpieza de espacios públicos	190.95
Densidad Total		**186.14**

Elaboración: Propia

3.3.5. Determinación de la composición física de los residuos sólidos

La composición física se representa principalmente de residuos reaprovecharles y residuos no aprovechabas. En este ensayo nos dieron los porcentajes 77.84% y 22.16%, respectivamente.

A continuación, se detalla la composición física de los residuos sólidos domiciliarios:

Tabla 41 Composición física de los residuos No domiciliarios

Tipo de residuo sólido	Día 1 (kg)	Día 2 (kg)	Día 3 (kg)	Día 4 (kg)	Día 5 (kg)	Día 6 (kg)	Día 7 (kg)	TOTAL (kg)	COMPOSICION PORCENTUAL
1. Residuos aprovechables	33.045	32.158	42.713	52.569	36.132	30.954	48.59	276.161	77.84%
1.1.Residuos Orgánicos	22.739	25.213	36.397	41.523	30.149	24.959	38.524	219.504	61.87%
Residuos de alimentos (restos de comida, cáscaras, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	12.642	19.083	16.977	22.764	9.066	13.049	10.044	103.625	29.21%
Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares)	5.280	3.526	17.801	13.79	19.214	10.563	23.645	93.819	26.44%
Otros orgánicos(estiercol de animales menores, huesos y similares)	4.817	2.604	1.619	4.969	1.869	1.347	4.835	22.06	6.22%
1.2 Residuos Inorgánicos	10.306	6.945	6.316	11.046	5.983	5.995	10.066	56.657	15.97%
1.2.1 Papel	0.901	0.863	1.881	1.441	1.048	1.87	1.982	9.986	2.81%
Blanco	0	0.402	0.281	0	0.439	0.117	0	1.239	0.35%
Periódico	0.901	0.461	0	1.441	0.609	0	0.178	3.59	1.01%
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)	0	0	1.600	0	0	1.753	1.804	5.157	1.45%
1.2.2 Cartón	3.674	1.362	1.132	2.544	2.329	1.953	1.202	14.196	4.00%
Blanco (liso y cartulina)	3.415	0	0.717	2.544	0.996	1.143	0	8.815	2.48%
Marrón (corrugado)	0	0	0.415	0	1.333	0	1.202	2.95	0.83%
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)	0.259	1.362	0	0	0	0.810	0	2.431	0.69%
1.2.3 Vidrio	0	0.884	0.799	0.601	0	0	0	2.284	0.64%
Transparente	0	0.884	0	0.601	0	0	0	1.485	0.42%
Otros colores (marrón – ámbar, verde, azul, entre otros)	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Otros (vidrio de ventana)	0	0	0.799	0	0	0	0	0.799	0.23%
1.2.4 Plástico	2.204	0.7	0.694	5.773	0.721	0.221	4.036	14.349	4.04%
PET–Tereftalato de polietileno (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	1.405	0	0.694	2.259		0	1.095	5.453	1.54%
PEAD-Polietileno de alta densidad (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante)	0	0.185	0	1.077	0.721	0	0	1.983	0.56%
PEBD-Polietileno de baja densidad (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)	0.799	0	0	1.612	0	0	2.292	4.703	1.33%
PP-polipropileno (baldes, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers, bolsas de cereales)	0	0.515	0	0	0	0.221	0	0.736	0.21%
PS-Poliestireno (tapas cristalinas de cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla)	0	0	0	0.825	0	0	0	0.825	0.23%
PVC-Policloruro de vinilo (tuberías de agua, desagüe y eléctricas)	0	0	0	0	0	0	0.649	0.649	0.18%
1.2.5 Tetra brik (envases multicapa)	0.122	0.601	0	0.687	0	0.378	0	1.788	0.50%
1.2.6 Metales	3.405	2.369	1.81	0	1.618	0.842	2.846	12.89	3.63%
Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros)	1.394	1.044	1.810	0	1.618	0.146	2.846	8.858	2.50%
Acero	2.011	1.325	0	0	0	0.696	0	4.032	1.14%
Fierro	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Aluminio	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Otros Metales	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
1.2.7 Textiles (telas)	0	0.166	0	0	0.267	0.731	0	1.164	0.33%
1.2.8 Caucho, cuero, jebe	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
2. Residuos no aprovechables	11.501	15.328	11.165	5.938	10.816	13.169	10.712	78.629	22.16%
Bolsas plásticas de un solo uso	1.232	5.617	3.206	0.436	0	2.923	5.361	18.775	5.29%
Residuos sanitarios (papel higiénico, pañales, toallas sanitarias, excretas de mascotas.)	3.753	2.181	1.614	1.883	2.65	1.612	2.665	16.358	4.61%
Pilas	0	0	0	0.019	0	0	0	0.019	0.01%
Tecnopor (poliestireno expandido)	1.257	2.506	1.545	2.451	6.048	3.211	0	17.018	4.80%
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros)	2.539	0	1.243	0	0	1.537	0	5.319	1.50%
Restos de medicamentos	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros	0.137	2.979	1.742	0.522	0	2.743	0	8.123	2.29%
Otros residuos no categorizados	2.583	2.045	1.815	0.627	2.118	1.143	2.686	13.017	3.67%
TOTAL	44.546	47.486	53.878	58.507	46.948	44.123	59.302	354.79	100.00%

Elaboración: Propia

3.3.6. Determinación de la humedad

Se tomó muestras del día cuatro y estas fueron entregadas al laboratorio. Dando como resultado un porcentaje de 8.34% de humedad para residuos sólidos no domiciliarios.

4. Resultados generales de la caracterización

4.1. Generación total y generación per-cápita total municipal.

Según la tabla 42, el mayor generador de residuos sólidos proviene de los domicilios, generando diariamente un aproximado de 11.614 Tn/Día y al año 4,239.968 Tn.

El total de residuos sólidos generados por día es de 13.469 Tn y al año con un total de 4,915.860 Tn.

Tabla 42 Generación total de residuos sólidos municipales

RUBROS		N° de muestras	UNIDAD	GENERACIPON PER CÁPITA	GENERACION TOTAL (Tn/Día)	GENERACION TOTAL (Tn/Año)
Domiciliarios		22507	kg/Hab/dia	0.516	11.614	4238.968
Establecimiento comerciales	EC1	49	kg/Est/dia	1.438	0.100	36.537
	EC2	9		1.409		
	EC3	3		0.858		
	EC4	7		1.561		
	EC5	2		1.729		
Hoteles		1	kg/Hotel/dia	7.103	0.007	2.593
Mercado	Mm	4	kg/Est/dia	1.373	1.155	421.517
	Mma	1		45.974		
Restaurantes		20	kg/Rest/dia	7.67	0.153	55.991
Instituciones Públicas y Privadas		6	kg/Est/dia	1.225	0.007	2.683
Instituciones Educativas	C1	282	kg/Alumno/dia	0.059	0.150	54.744
	C2	1093		0.122		
Barrido de calles		27	kg/Persona/dia	10.434	0.282	102.827
TOTAL				81.471	13.468	4915.860

Elaboración: Propia

Finalmente, la Generación Per cápita total de los Residuos Sólidos Municipales del distrito de Pítipo es de 0.598 kg/dia.

Tabla 43 Generación total de residuos sólidos municipales

A	B	C=AxB	D	E=C+D	F=E/A	Ex365/1000
POBLACION 2022	GPC domiciliarios (kg/Hab/dia)	Generación domiciliarios (kg/dia)	Generación no domiciliarios (kg/dia)	Generación municipales (kg/dia)	GPC Municipales (kg/dia)	Generación Total (Tn/año)
22,507	0.516	11,613.61	1,854.50	13,468.11	0.598	4,915.86

Elaboración: Propia

4.2. Densidad de residuos sólidos municipales.

Se determina que la densidad promedio de los residuos sólidos municipales es de 183.077 kg/m3.

Tabla 44 Generación total de residuos sólidos municipales

RUBROS	Densidad Promedio kg/m3
Domiciliarios	170.82
Establecimientos comerciales	106.07
Restaurantes	249.14
Instituciones Educativas	198.40
Barrido y Limpieza de espacios	190.95
Densidad Promedio Aproximada	183.077

Elaboración: Propia

4.3. Composición general de los residuos sólidos municipales.

La composición física de los residuos sólidos es el resultado del promedio de las 2 fuentes generadoras de residuos, los residuos domiciliarios y no domiciliarios.

Como resultado se obtuvo que existe un 82.11% de residuos aprovechables, donde el 60.07% representa los residuos orgánicos y el 22.04 los inorgánicos aprovechables y finalmente los residuos no aprovechables con un total de 17.89%.

Tabla 45 Generación total de residuos sólidos municipales

TIPO DE RESIDUO SÓLIDO	TIPO DE GENERADOR		COMPORSICION PORCENTUAL %
	DOMICILIARIOS (%)	NO DOMICILIARIOS (%)	
1. Residuos aprovechables	86.39%	77.84%	82.11%
1.1.Residuos Orgánicos	58.28%	61.87%	60.07%
Residuos de alimentos (restos de comida, cáscaras, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	44.24%	29.21%	36.73%
Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares)	5.16%	26.44%	15.80%
Otros orgánicos(estiercol de animales menores, huesos y similares)	8.88%	6.22%	7.55%
1.2 Residuos Inorgánicos	28.11%	15.97%	22.04%
1.2.1 Papel	8.91%	2.81%	5.86%
Blanco	2.78%	0.35%	1.56%
Periódico	1.05%	1.01%	1.03%
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)	5.08%	1.45%	3.27%
1.2.2 Cartón	7.25%	4.00%	5.63%
Blanco (liso y cartulina)	2.75%	2.48%	2.62%
Marrón (corrugado)	2.59%	0.83%	1.71%
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)	1.91%	0.69%	1.30%
1.2.3 Vidrio	1.55%	0.64%	1.10%
Transparente	1.25%	0.42%	0.83%
Otros colores (marrón – ámbar, verde, azul, entre otros)	0.25%	0.00%	0.13%
Otros (vidrio de ventana)	0.05%	0.23%	0.14%
1.2.4 Plástico	8.00%	4.04%	6.02%
PET–Tereftalato de polietileno (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	4.62%	1.54%	3.08%
PEAD-Polietileno de alta densidad (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante)	1.73%	0.56%	1.15%
PEBD-Polietileno de baja densidad (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)	0.49%	1.33%	0.91%
PP-polipropileno (baldes, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers, bolsas de cereales)	0.31%	0.21%	0.26%
PS-Poliestireno (tapas cristalinas de cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla)	0.70%	0.23%	0.46%
PVC-Policloruro de vinilo (tuberías de agua, desagüe y eléctricas)	0.16%	0.18%	0.17%
1.2.5 Tetra brik (envases multicapa)	0.14%	0.50%	0.32%
1.2.6 Metales	1.54%	3.63%	2.59%
Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros)	0.98%	2.50%	1.74%
Acero	0.25%	1.14%	0.69%
Fierro	0.25%	0.00%	0.12%
Aluminio	0.04%	0.00%	0.02%
Otros Metales	0.02%	0.00%	0.01%
1.2.7 Textiles (telas)	0.71%	0.33%	0.52%
1.2.8 Caucho, cuero, jebe	0.00%	0.00%	0.00%
2. Residuos no aprovechables	13.61%	22.16%	17.89%
Bolsas plásticas de un solo uso	0.78%	5.29%	3.03%
Residuos sanitarios (papel higiénico, pañales, toallas sanitarias, excretas de mascotas.)	8.13%	4.61%	6.37%
Pilas	0.07%	0.01%	0.04%
Tecnopor (poliestireno expandido)	1.34%	4.80%	3.07%
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros)	1.71%	1.50%	1.61%
Restos de medicamentos	0.36%	0.00%	0.18%
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros	0.40%	2.29%	1.35%
Otros residuos no categorizados	0.82%	3.67%	2.24%
TOTAL	100.00%	100.00%	100.00%

Elaboración: Propia

5. Porcentajes para el manejo y disposición final de los residuos sólidos

Los resultados de generación per cápita domiciliarias y no domiciliarias, serán destinados a la planta de valorización y al relleno sanitario.

Para considerar los porcentajes se tendrá en cuenta primero la Generación Per cápita Municipal del distrito.

Cuadro 1 GPC Municipales (kg/dia)

GPC Domiciliaria	0.516 kg/hab/dia
GPC No Domiciliaria	0.082 kg/hab/dia
GPC Municipales	**0.598 kg/hab/dia**

Elaboración: Propia

Seguido de esto se identificó los porcentajes de la composición física de los residuos sólidos municipales.

La cantidad de Residuos Sólidos Municipales de la **Materia Orgánica**	**60.07%**
La cantidad de **Material Inorgánico** Municipal Aprovechables	**22.04%**
La cantidad de Residuos Sólidos **Aprovechables** Municipales es	**82.11%**
La cantidad de Residuos Sólidos **No Aprovechables** Municipales es	**17.89%**

A continuación, se detalla los porcentajes y la generación destinada:

- Para la planta de valorización se consideró un 82.11% de los residuos sólidos.

Valorización (Planta de tratamiento)		
Residuos Sólidos Aprovechables	Materia Orgánica	60.07%
	Materia Inorgánica	22.04%
	Total	**82.11%**

- Para el relleno sanitario se consideró se consideró un 17.89% de los residuos sólidos.

Disposición Final (Relleno sanitario)	
Residuos Sólidos No Aprovechables	**17.89%**

De acuerdo al cuadro 2 se determinó por medio de los porcentajes obtenidos anteriormente la generación que serán destinadas a cada área de la infraestructura.

Cuadro 2 Generación destinada a las áreas de la infraestructura

Área de Compostaje	**0.356 kg/hab/dia**
Área de Reciclaje	**0.130 kg/hab/dia**
Área del Relleno Sanitario	**0.106 kg/hab/dia**

Elaboración: Propia

6. Conclusiones

- La generación per-cápita domiciliara es de 0.516 kg/hab/día con una generación de 11.61 Tn/día.
- La densidad de residuos sólidos domiciliarios es de 170.82 kg/m3.
- En el caso de la composición física de los residuos sólidos domiciliarios es de 86.39% los residuos aprovechables y 13.61% los no aprovechables.
- La humedad de los residuos sólidos domiciliarios es de 58.43%.
- La generación total de residuos no domiciliara es de 1.854 Tn/día.
- La densidad de residuos sólidos no domiciliarios es de 186.14 kg/m3.
- En el caso de la composición física de los residuos sólidos no domiciliarios es de 77.84% los residuos aprovechables y 22.16% los no aprovechables.
- La humedad de los residuos sólidos no domiciliarios es de 8.34%.
- La generación per-cápita de los residuos sólidos municipales es de 0.598 kg/día.
- La generación que será destinada para la planta de valorización es para materia orgánica un 60.07% y para la materia inorgánica un 22.04%, finalmente para el relleno sanitario un porcentaje de 17.89%.

7. Anexos

RESULTADO DE ANÁLISIS DE LABOTARIO DEL PARÁMETRO DE HUMEDAD

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
DECANATO
Calle Juan XXIII N° 391 LAMBAYEQUE - PERÚ Ciudad Universitaria Teléf. 074 283633

REPORTE DE ANALISIS N° 030 -FIQIA

1. **DATOS DE CLIENTE:** Sandy Maribi Hernández Malca

2. **DATOS DE LA MUESTRA**

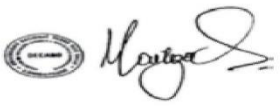
Número de Muestras	Fecha de Tomade Muestra	Tipo	Matriz
02	19/04/2022	Determinación de Humedad	sólidos

3. **RESULTADOS DE ANÁLISIS**

Tipo de Análisis	Residuos Sólidos Domiciliarios	Residuos Sólidos no Domiciliarios
Humedad (%)	58.43	8.34

4. **CONCLUSIONES**

- La determinación de humedad realizada a las muestras fue mediante método gravimétrico, se garantiza que los equipos usados (balanza analítica, estufa), están adecuadamente calibrados ara su funcionamiento.
- Se tomo la muestra necesaria y representativa para la realización del análisis.

Firma		**Firma**	
Analista	**Marilyn Catherine Quinteros Vílchez**	**V°B°**	**Dr. César Augusto MontezaArbulú**
Fecha del Análisis		**21 de abril del 2022**	

REGISTRO DE INTEGRANTES RESPONSABLES DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN

Diseño de la infraestructura para el manejo y disposición final de residuos sólidos para el distrito de Pítipo-Lambayeque-2021

USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

REGISTRO DEL INTEGRANTES RESPONSABLES DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN

Nº	ASISTENTES	FUNCIÓN	FIRMA
01	Sandy Maribi Hernández Malca	PROMOTOR AMBIENTAL / PERSONAL DE APOYO / OPERARIO DE CAMPO	73467881
02	María Soledad Guzman Sanchez (Subjerente de Servicios Comunales)	PROMOTOR AMBIENTAL	DNI: 17445102
03	Jorge Luis Castillo Mori (Encargado de limpieza publica)	PROMOTOR AMBIENTAL	17429650
04	Pedro Cumpen Mori (Obrero)	OPERARIO DE CAMPO	17443737
05	Victor Raul Llunco Pimentel (Obrero)	OPERARIO DE CAMPO	17444077
06	Jose Carlos Fernández Carmona (Obrero)	OPERARIO DE CAMPO / CHOFER DE LA FURGONETA DE RECOLECCIÓN	41653817

Anexo 04: Estudio Topográfico

1. Introducción

En el presente estudio se analizó los criterios de selección de área del terreno y finalmente se realizó el levantamiento topográfico en la zona ubicada a 21 km de la ciudad de Pítipo, con un tiempo aproximado de 21 minutos.

La finalidad de este estudio es determinar las diferentes inclinaciones del terreno que nos permita realizar la correcta lectura de las curvas de nivel e inspeccionar de manera adecuada los diferentes componentes que forman parte de la infraestructura.

Mediante el uso del GPS diferencial, se ubicó las coordenadas de cada punto del terreno, por medio de ángulos y distancias de manera electrónica, permitiéndonos de manera más sencilla realizar el estudio con el menor tiempo posible, finalmente obteniendo los datos se exportó al programa Microsoft Excel para ingrésalo al programa Civil 3D y así poder realizar un correcto análisis del terreno donde se desarrollará la infraestructura.

2. Objetivos

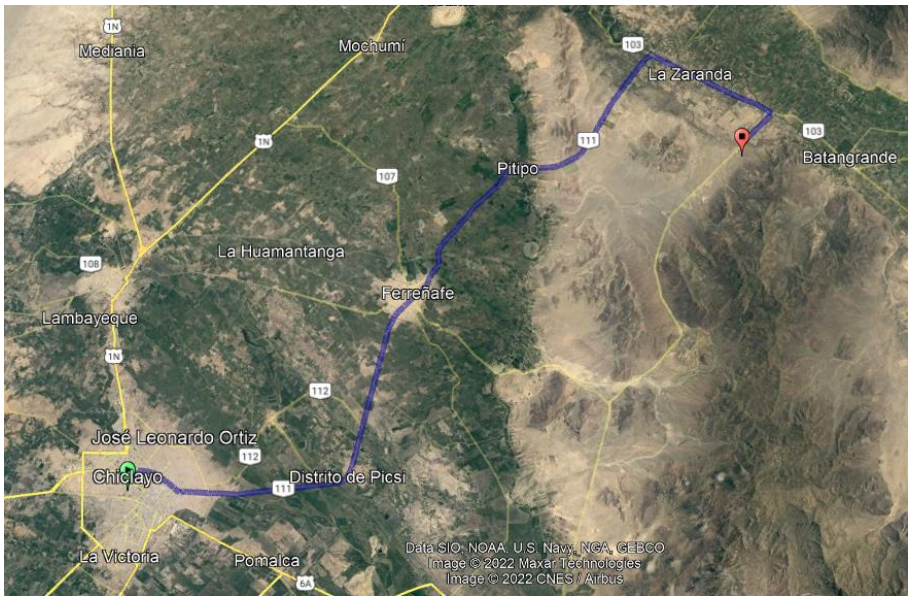
- Determinar si el área disponible es acta para realizar el diseño de la infraestructura.
- Realizar el levantamiento topográfico del terreno.
- Elaborar los planos

3. Selección de área

3.1. Localización Geográfica

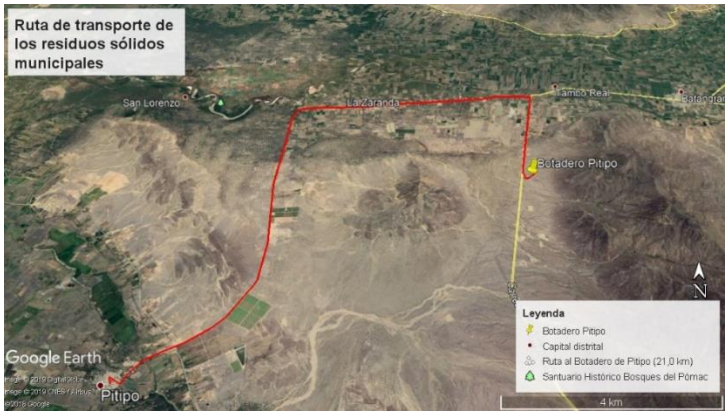
La zona de estudio se encuentra a 51.5 km de la ciudad de Chiclayo, con un tiempo de 1 hora con 16 min y desde la ciudad de Pítipo a la zona con una distancia de 21 km.

Figura 1 La ubicación geográfica del terreno desde Chiclayo-Zona de estudio



Fuente: Elaboración propia

Figura 2 La ubicación geográfica del terreno desde Pítipo-Zona de estudio



Fuente: Plan distrital de manejo de residuos sólidos municipales 2019-2023

- Zona: 17 M
- Localización geográfica: Ubicada en el distrito de Pítipo
- Condenaras Este: 643864.033
- Condenaras Norte:9280158.403

Fotografía 1 Ubicación del botadero



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 2 Zona del botadero



Fuente: Elaboración propia

3.2. Beneficiarios

La población del distrito de Pítipo serán beneficiados con el área donde se realizará la infraestructura de residuos sólidos.

Tabla 1 Población beneficiada

CENTROS POBLADOS	TOTAL DE VIVIENDAS POR CASERIOS	TOTAL DE POBLACIÓN (2021)	TOTAL DE POBLACIÓN (2041)
Pítipo	Ciudad capital	22240	28222
La Zaranda	Centro poblado		
Batán Grande	Centro poblado		
Motupillo	Centro poblado		

Fuente: Elaboración propia

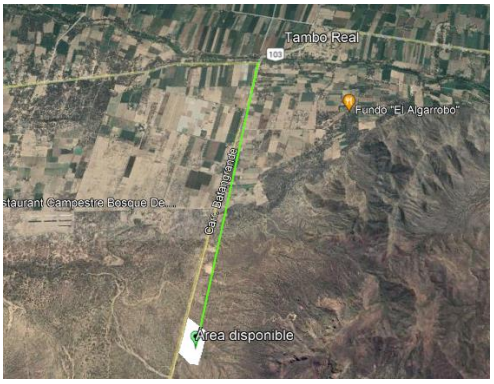
3.3. Criterios de selección de área de la infraestructura

- **Distancia a centros poblados y granjas de crianza de animales**

Este criterio nos indica que el terreno deberá ubicarse a una distancia mayores a 500 m de centros población, así como de granjas porcinas, avícolas, entre otras.

Distancia hacia centros poblados: La distancia que se encuentra el terreno hacia algún centro poblado es de 3.56 km.

Figura 3 Distancia hacia centros poblados



Fuente: Elaboración propia (Google Earth Pro)

Distancia hacia granjas de crianza de animales: La distancia que se encuentra el terreno hacia alguna granja es de 5.87 km.

Figura 4 Distancia hacia granjas de crianza de animales



Fuente: Elaboración propia (Google Earth Pro)

- **Vía de acceso al terreno disponible**

El terreno es accesible pues cuenta con una carretera afirmada, que recorre desde la ciudad de Pítipo hasta los centros poblados de La Zaranda y Batangrande, con una distancia de 21 km.

- **Pendiente del terreno**

El terreno cuenta con una zona relativamente plana.

3.4. Criterios de restricción para la selección de área de la infraestructura

El ministerio del ambiente, considera estos criterios mínimos para la selección del área.

- **Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje**

Se identificó que el área del terreno cuente con distancias mayores de 13,000 metros al aeropuerto más cercano de la localidad de Pítipo, siendo este el Aeropuerto José Abelardo Quiñones Gonzáles de la provincia de Chiclayo con una distancia de 32.5 km hasta el área de la infraestructura.

Figura 5 Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje



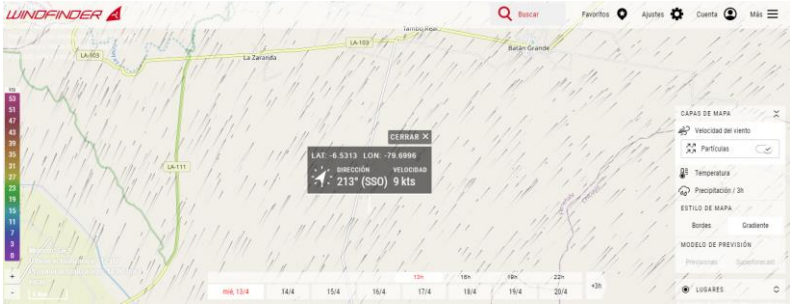
Fuente: Elaboración propia (Google Earth Pro)

- **Infraestructura existente**

El terreno disponible no se encuentran áreas de influencia de obras de infraestructura.

- **Dirección predominante del viento**

Figura 6 Dirección del viento



Fuente: Elaboración propia (Windfinder)

- **Opinión pública**

Este criterio mide el grado de aceptación o desaprobación de los pobladores respecto al proyecto. Se explico a los pobladores el beneficio que se tendría diseño de una infraestructura para el mejor y disposición final de los residuos sólidos; y en su mayoría mostraron su aceptación para dicho proyecto.

- **Área natural protegida por el estado o área arqueológica**

El terreno no es parte de algún área natural en protección o área arqueológica por el estado.

3.5. Evaluación de criterio del área disponible para el terreno

Para evaluar los criterios se ha elaboro la siguiente matriz que servirá para seleccionar de manera adecuada el área donde se ubicará la infraestructura. Para estos criterios se calificó con puntajes de 01 considerándose como Regular, 03 como modero y 05 considerado como Bueno.

Tabla 2 Puntaje de selección de área

ITEM	CRITERIOS DE SELECCIÓN	LEY DL N° 1278 Y SU REGLAMENTO DS N° 014-2017	PUNTAJE (A)
1	Distancia a la Población más cercana (m)	> 500 (*)	5
2	Distancia a Granjas de Crianza de animales (m)	> 500 (*)	5
3	Distancia a Fuentes de agua superficiales, zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos (m)	> 500 (*)	5
4	Distancia de Fallas geológicas	> 500 (*)	5
5	Vulnerabilidad de desastres naturales (inundaciones, deslizamientos)		3
6	Infraestructuras existentes (embalses, represas, obras hidroelectricas, entre otros)		5
7	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje (m)	> 13000 (*)	5
8	Área de terreno (m2)	50 000	5
9	Vida util	3 ó 10 años(**) Mínimo 15 años (***)	5
10	Dirección predominante del viento (contraria a la población más cercana)		1
11	Pendiente del terreno (Topografía)		3
12	Geología del suelo (permeabilidad)		3
13	Profundidad de la napa Freática (m)		3
14	Posibilidad del material de cobertura		3
15	Cuenta con barrera sanitaria Natural		3
16	Accesibilidad al area (distancia a vía de acceso principal km)		5
17	Uso actual del suelo y área de influencia		3
18	Opinión Pública		3
19	Área natural protegida por el estado		5
20	Area arqueológica		5
21	Propiedad del terreno		3

Fuente: Elaboración propia (Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para la disposición final de residuos sólidos municipales-2019)

Se identifico que el área disponible proporcionada por la municipalidad, cumple con gran parte de los criterios de restricción y selección. Dando la conclusión que es acto para el diseño de la infraestructura.

Tabla 3 Calificación de área de selección

ITEM	CRITERIOS DE SELECCION	PONDERADO (B)	PUNTAJE AxB
1	Distancia a la Población más cercana (m)	6	30
2	Distancia a Granjas de Crianza de animales (m)	6	30
3	Distancia a Fuentes de agua superficiales, zonas de pantanos, humedades o recarga de acuíferos (m)	6	30
4	Distancia de Fallas geológicas	6	30
5	Vulnerabilidad de desastres naturales (inundaciones, deslizamientos)	6	18
6	Infraestructuras existentes (embalses, represas, obras hidroelectricas, entre otros)	5	25
7	Distancia a aereopuertos o pistas de aterrizaje (m)	5	25
8	Área de terreno (m2)	5	25
9	Vida util	5	25
10	Dirección prodominante del viento (contraria a la población más cercana)	4	4
11	Pendiente del terreno (Topografía)	4	12
12	Geología del suelo (permeabilidad)	4	12
13	Profundidad de la napa Freática (m)	4	12
14	Posibilidad del material de cobertura	3	9
15	Cuenta con barrera sanitaria Natural	4	12
16	Accesibilidad al area (distancia a vía de acceso principal	4	20
17	Uso actual del suelo y área de influencia	4	12
18	Opinión Pública	5	15
19	Area natural protegida por el estado	5	25
20	Area arqueológica	5	25
21	Propiedad del terreno	4	12
TOTAL		100	408

PUNTAJE PONDERADO		CALIFICACIÓN	CONDICIÓN
0	195	Terreno No aceptable - Malo (*)	NO ES EL CASO
195	355	Terreno aceptable - Bueno	NO ES EL CASO
355	+	Terreno Aceptable de Primera Opción - Muy bueno	CUMPLE
*La alternativa ganadora debe superar los 195 puntos			

Fuente: Elaboración propia (Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para la disposición final de residuos sólidos municipales-2019)

4. Levantamiento topográfico

4.1. Ubicación

El área se encuentra a 21 km de la ciudad de Pítipo y a 3.56 km entre los centros poblados de Batangrande y La Zaranda.

4.2. Recursos utilizados

- Personal de empleado

  01 topógrafo

  01 ayudante

01 seguridad

- Equipo topográfico

  01 GPS diferencial Leica GS18

  01 trípode

  01 cintra métrica

- Equipo de gabinete

  01 laptop

  Programas: Microsoft Excel y Civil 3D

4.3. Reconocimiento y topografía de la zona

En primer lugar, se realizó un recorrido de la zona y se ubicó 3 BMS de referencia ubicados dentro del terreno, con la finalidad para poder determinar los límites del terreno y hacer el levantamiento topográfico con el GPS diferencial Leica GS18.

4.4. Trabajo en gabinete

a) Resultado del levantamiento topográfico

Se delimito un área de 107068.53m2 (10.70 ha), con un perímetro de 1299.88 ml.

Tabla 4 Coordenadas UTM-Datos Topográficos

Vertice	Lado	Distancia	Angulo	COORDENADAS UTM	
				Este	Norte
P1	P1-P2	299.12	88°47'18"	643864.033	9280158.403
P2	P2-P3	208.1	92°20'34"	644153.882	9280084.490
P3	P3-P4	149.91	161°19'33"	644110.748	9279880.914
P4	P4-P5	259.3	113°19'33"	644034.354	9279751.929
P5	P5-P1	383.45	84°13'1"	643777.163	9279784.927

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4 Ubicación de BM

BM	Este	Norte	Elevación
1	643863.0844	9280143.237	95.5420
2	643920.1189	9278874.575	98.8582
3	643954.635	9279822.616	107.0605

Fuente: Elaboración propia

Anexo 05: Estudio de Mecánica de Suelos

1. Objetivos

Determinar el perfil estratigráfico del terreno de estudio de la infraestructura para el manejo y disposición final de residuos sólidos para el distrito de Pítipo.

2. Descripción de los ensayos

- ASTM – D-422 - NTP 339.128 - Análisis Granulométrico de suelos por tamizado

  Mediante este ensayo a realiza el reconocimiento de las partículas del terreno seleccionado que la norma establece mediante sus diferentes tamaños de tamices (3", 2 ½", 2", 1 ½", 1", ¾, ½, 3/8, ¼, Nº4, Nº8, Nº10, Nº20, Nº40 Nº50, Nº100, N°200) hasta llegar al fondo.

  El procesamiento de este en ensayo ayudará a su clasificación por medio de la curva de granulométrica representada por el diámetro del tamiz y el porcentaje retenido del material obtenido.

- ASTM – D-42318 - NTP 339.129 - Determinación del Límite Líquido, Límite Plástico e Indice de Plasticidad

  En este ensayo se determina el límite líquido, plástico e índice de plasticidad de la muestra extraída de la zona de estudio.

  Para establecer el límite líquido se deposita una pequeña parte de la muestra del suelo hacia la copa de Casagrande, utilizando un ranurador se divide la muestra y finalmente se gira el manubrio de la copa realizando impactos repetidas veces hasta que las mitades del suelo entren en contacto.

  Para el límite plástico, se selecciona una porción de la muestra que será enrollada en formas de hilos con diámetros de 3.2 mm hasta tal punto que lleguen a romper en varios pedazos para ser depositados en un recipiente y ser llevados al horno para determinar su contenido de humedad.

- ASTM – D-2216- NTP 339.127 - Método de ensayo para Determinar el Contenido de Humedad

  En el siguiente ensayo se obtiene el contenido de humedad de la muestra extraída, para su determinación se procede al secado de la muestra mediante el ingreso del horno a temperaturas de 100ªC +/- º5 durante 24 horas y finalmente se calcula el peso de la muestra seca para así determinar la pérdida del agua.

- ASTM – D-3080- NTP 339.171 - Corte Directo

Para el ensayo de corte directo se hace con la finalidad de obtener la resistencia a corte y desplazamiento de la muestra del suelo para el análisis de sus propiedades de resistencia consolidadas al drenaje, es decir para la estabilidad del terreno.

Se coloca una muestra inalterada a una caja de corte y se ajusta al dial para medir la deformación durante el corte y la determinación del espesor, este procedimiento se realizará como mínimo 3 veces bajo diferentes esfuerzos.

- ASTM-D- 1557 -NTP 399.141 - Método de ensayo para la compactación de suelo en laboratorio utilizando una energía modificada 2700KN-m/m3 (56000pie-Lbf/pie3) (Proctor modificado)

Para su procedimiento del ensayo se mide las dimensiones del molde a fin de seleccionar el tipo de método que se usará:

El procedimiento A nos indica que el molde es de 101.6 mm de diámetro, donde los materiales son los que pasan la malla N°04, se realizará en capas 5 y con golpes de 25 por cada capa.

El procedimiento B nos indica que el molde es de 101.6 mm de diámetro, donde los materiales son los que pasan la malla 9.5 mm, se realizará en capas 5 y con golpes de 25 por cada capa.

El procedimiento C nos indica que el molde es de 152.4 mm de diámetro, donde los materiales son los que pasan la malla 19 mm, se realizará en capas 5 y con golpes de 56 por cada capa.

Después al obtener el método, la muestra al ser compactada es pesada para determinar su contenido de agua y peso unitario seco.

- ASTM–D1883 - MTC E132 - NTP 339.145 - California Bearing Ratio (CBR)

En este ensayo se determina la resistencia potencial a corte que tiene el suelo con contenido de agua o un peso unitario especificado y para este tipo de ensayo se dispone de 3 especímenes con diferentes esfuerzos de compactación.

- NTP 339.178 - Método de ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelo y agua subterránea

Este ensayo se determina el contenido de sulfato soluble en la muestra de suelo, por medio de dos métodos (Método Gravimétrico y Método Turbidímetro) que se dependerá de las concentraciones de sulfatos que se encuentran en la muestra.

Método Gravimétrico: Este método se utiliza cuando la muestra contiene entre 20 mg/kg y 100 mg/kg de sulfato.

Método Turbidímetro: Este método se utiliza cuando la muestra contiene valores bajos de sulfatos.

- NTP 339.177 - Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelo y agua subterránea

En este ensayo se determina el contenido de cloruros soluble que se encuentran el suelo de la zona de estudio, este material deberá contener entre 10 mg/kg y 150 mg/kg de sulfato.

Para su procedimiento se realiza el cuarteo del material y se pesa la muestra en un frasco Erlenmeyer añadiéndolo agua destilada. Se agita el recipiente por 20 segundo y se repete la agitación después de una hora. Finalmente se filtra la muestra en un filtro membrana y se analiza la muestra para determinar la cantidad de cloruro que presenta el suelo.

3. Investigación de campo

Se realizó la exploración de campo a profundidades de 1.50 a 3.00 m dependiendo de los diferentes estratos que se encuentren en cada una de las calicatas a estudiar.

Para la investigación del subsuelo de las zonas se determinó realizar la cantidad de 13 calicatas a cielo abierto.

- Relleno sanitario: Se realizó 3 calicatas hasta una profundidad de 3 metros.
- Vía de acceso interior: Se realizó 3 calicatas hasta una profundidad de 1.50 metros.
- Área de Compostaje: Se realizó 3 calicatas hasta una profundidad de 1.50 metros.
- Área de Reciclaje: Se realizó 2 calicatas hasta una profundidad de 1.50 metros.
- Área administrativa: Se realizó 1 calicatas hasta una profundidad de 1.50 metros.
- Área de almacén, baños y vestuarios: Se realizó 1 calicatas hasta una profundidad de 1.50 metros.

4. Perfil del suelo

- Calicata #01: La profundidad de la calicata fue de 3.00m, se clasifico el tipo de suelo como Arena arcillosa [AASHTO-A-6(3) / SUCS-(SC)], la humedad es de 9.44% y una plasticidad de 23%. Finalmente, no se detectó el nivel freático.
- Calicata #02: La profundidad de la calicata fue de 3.00m, se clasifico el tipo de suelo como Arena arcillosa [AASHTO-A-6(3) / SUCS-(SC)], la humedad es de 9.82% y una plasticidad de 24%. Finalmente, no se detectó el nivel freático.
- Calicata #03: La profundidad de la calicata fue de 3.00m, se clasifico el tipo de suelo como Arena arcillosa [AASHTO-A-6(3) / SUCS-(SC)], la humedad es de 9.09% y una plasticidad

de 22%. Finalmente, no se detectó el nivel freático.

- Calicata #04: La profundidad de la calicata fue de 1.50m, se clasifico el tipo de suelo como Arena limo arcillosa [AASHTO-A-2-4(0) / SUCS-(SC-SM)], la humedad es de 5.63% y una plasticidad de 6.00%. Finalmente, no se detectó el nivel freático.
- Calicata #05: La profundidad de la calicata fue de 1.50m, se clasifico el tipo de suelo como Arena arcillosa [AASHTO-A-2-6(1) / SUCS-(SC)], la humedad es de 5.15% y una plasticidad de 13%. Finalmente, no se detectó el nivel freático.
- Calicata #06: La profundidad de la calicata fue de 1.50m, se clasifico el tipo de suelo como Arena arcillosa [AASHTO-A-2-6(1) / SUCS-(SC)], la humedad es de 5.98% y una plasticidad de 13%. Finalmente, no se detectó el nivel freático.
- Calicata #07: La profundidad de la calicata fue de 1.50m, se clasifico el tipo de suelo como Arena arcillosa [AASHTO-A-2-4(0) / SUCS-(SC)], la humedad es de 5.80% y una plasticidad de 10%. Finalmente, no se detectó el nivel freático.
- Calicata #08: La profundidad de la calicata fue de 1.50m, se clasifico el tipo de suelo como Grava arcillos con arena [AASHTO-A-2-4(0) / SUCS-(GC)], la humedad es de 0.42% y una plasticidad de 7%. Finalmente, no se detectó el nivel freático.
- Calicata #09: La profundidad de la calicata fue de 1.50m, se clasifico el tipo de suelo como Arena arcillosa con grava [AASHTO-A-2-6(0) / SUCS-(SC)], la humedad es de 0.09% y una plasticidad de 13%. Finalmente, no se detectó el nivel freático.
- Calicata #10: La profundidad de la calicata fue de 1.50m, se clasifico el tipo de suelo como Arena arcillosa [AASHTO-A-2-6(1) / SUCS-(SC)], la humedad es de 7.62% y una plasticidad de 17%. Finalmente, no se detectó el nivel freático.
- Calicata #11: La profundidad de la calicata fue de 1.50m, se clasifico el tipo de suelo como Arena arcillosa con grava [AASHTO-A-2-4(0) / SUCS-(SC)], la humedad es de 2.5% y una plasticidad de 8%. Finalmente, no se detectó el nivel freático.
- Calicata #12: La profundidad de la calicata fue de 1.50m, se clasifico el tipo de suelo como Arena arcillosa con grava [AASHTO-A-2-4(0) / SUCS-(SC)], la humedad es de 3.25% y una plasticidad de 9%. Finalmente, no se detectó el nivel freático.
- Calicata #13: La profundidad de la calicata fue de 1.50m, se clasifico el tipo de suelo como Arena arcillosa con grava [AASHTO-A-2-6(0) / SUCS-(SC)], la humedad es de 4.65% y una plasticidad de 12%. Finalmente, no se detectó el nivel freático.

5. Resultado de los ensayos de laboratorio

CALICATA N°01-Relleno Sanitario

Registro de excavación de la Calicata N°01

Calicata : C-1
Nivel freático : No se encontro

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0 (cm)	Tipo de Excavación	Muestra N°	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.10	A C I E L O A B I E R T O	M - 1		SC A-6 (3)	Arena Arcillosa Limite liquido : 31.0% Limite plástico : 8.0% Índice de plasticidad : 23.0% Humedad natural : 9.0%
3.00					

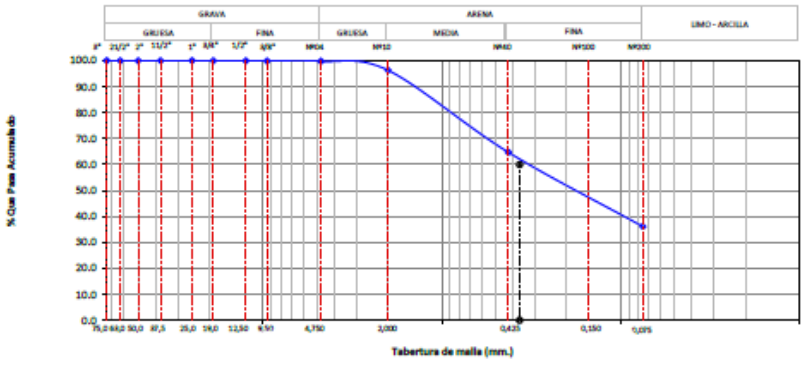
Análisis Granulométrico de la Calicata N°01

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO.
(NORMA: MTC E-107 / ASTM D 422 / AASHTO T 88)

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-1 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO	TAMICES (PULG)	TAMICES (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULAD	% QUE PASA	DESTRIBUSION GRANULOMERTRICA			
							TOTAL			100 %
	3"	75.000					% GRAVA	GRAVA GRUESA	00 %	00 %
	2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
	2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
	1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0				
	1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
	3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
	1/2"	12.500	0.2	0.0	0.0	100.0		GRAVA FINA	00 %	
	3/8"	9.500	0.2	0.0	0.1	99.9				
	1/4"	6.300	0.4	0.1	0.2	99.8				
	Nº04	4.750	0.2	0.0	0.2	99.8				
	Nº08	2.360	0.0	0.0	0.0	99.8	% FINO	ARENA GRUESA	03 %	64 %
	Nº10	2.000	16.0	3.5	3.7	96.3				
	Nº16	1.190						ARENA MEDIA	32 %	
	Nº20	0.850	64.1	14.0	17.7	82.3				
	Nº30	0.600								
	Nº40	0.425	80.8	17.6	35.3	64.7		ARENA FINA	29 %	
	Nº50	0.300	25.4	5.5	40.8	59.2				
	Nº80	0.177	46.0	10.0	50.8	49.2				
	Nº100	0.150	16.2	3.5	54.3	45.7				
	Nº200	0.075	44.0	9.6	63.9	36.1	% LIMO - ARCILLA		36 %	36 %
	< Nº200	FONDO	165.6	36.1	100.0	0.0				

CURVA GRANULOMETRICA



Contenido de humedad de la Calicata N°01

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

(NORMA: MTC E-108 / ASTM D 2216)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-1 MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	1	2
Peso del suelo húmedo + tara	1121.3 g.	1121.3 g.
Peso del suelo seco + tara	1035.0 g.	1035.0 g.
Peso de tara	121.0 g.	121.0 g.
Peso de agua	86.3 g.	86.3 g.
Peso de suelo seco	914.0 g.	914.0 g.
Contenido de agua	9.44 %	9.44 %
Promedio del contenido de agua	9.44 %	

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 9.44 %

Determinación de Limites de la Calicata N°01

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS

(NORMA: MTC E-110 / E-111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89/ T 90)

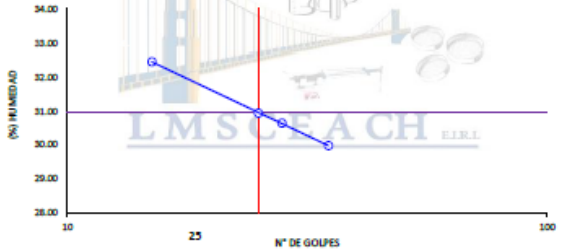
REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-1 MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 12/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
Número de capsula	A-01	A-02	A-03	A-04	T-1	T-1
Número de golpes	35	28	25	15	----	----
Peso de capsula + suelo húmedo (g)	23.13	42.09	22.53	25.55	17.87	17.87
Peso de capsula + suelo seco (g)	19.91	34.2	19.13	21.19	17.73	17.73
Peso del Agua (g)	3.22	7.89	3.4	4.36	0.14	0.14
Peso de la capsula (g)	9.17	8.45	8.14	7.75	16.06	16.06
Peso del suelo seco (g)	10.74	25.75	10.99	13.44	1.67	1.67
Porcentaje de humedad (%)	29.98	30.64	30.94	32.44	8.38	8.38

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Nota:

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40

LÍMITE LÍQUIDO = 31 %

LÍMITE PLÁSTICO = 8 %

ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 23 %

Proctor modificado y CBR de la Calicata N°01

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m3 (56000 pie-lb/pie3)).

NORMA: MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D 1557

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural — CALICATA: C-1 — MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno — FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

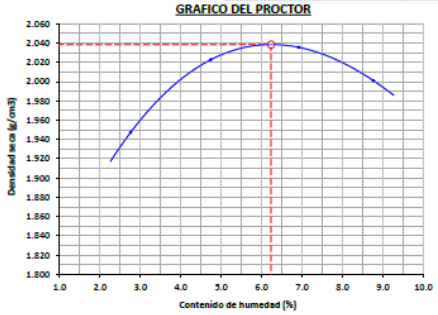
DATOS DE LA COMPACTACIÓN	1	2	3	4
Peso del suelo + molde (g)	5712	5824	5879	5879
Peso del molde (g)	3807	3807	3807	3807
Peso del suelo húmedo compactado (g)	1905	2017	2072	2072
Volumen del molde (cm3)	952	952	952	952
Peso del volumen húmedo (g/cm3)	2.001	2.119	2.176	2.176
CONTENIDO DE HUMEDAD	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara (g)	125.4	131.4	121.4	114.5
Peso del suelo seco + tara (g)	122.2	125.8	114.2	106.0
Peso de tara (g)	8.7	8.1	9.2	9.1
Peso de agua (g)	3.13	5.58	7.26	8.5
Peso de suelo seco (g)	113.5	117.69	104.96	96.94
Contenido de agua (%)	2.8	4.7	6.9	8.8
Peso volumétrico seco (g/cm3)	1.947	2.023	2.036	2.001

DATOS DEL TAMIZADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A,B ó C) EMPLEADO.

TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM.	% Q, PASA
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	0	0.0	0.0	100.0
3/8"	0.4	0.1	0.1	99.9
Nº04	0.2	0.0	0.1	99.9
<Nº04	457	99.9	100.0	0.0

PESO: g.
MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"
MOLDE UTILIZADO (pulg.) : 4
NÚMERO DE GOLPES : 25
NÚMERO DE CAPAS : 5
MÉTODO PREPARACIÓN UTILIZADO : Húmedo
DESCRIPCIÓN DEL PISÓN UTILIZADO : Manual

GRAFICO DEL PROCTOR



CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 339.134)

CLASIFICACIÓN:
AASTHO: A-6(3)
SUCS: SC
DESCRIPCIÓN:
Arena arcillosa

DENSIDAD MAXIMA SECA : 2.039 g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 6.23 %

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.

NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural

FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN

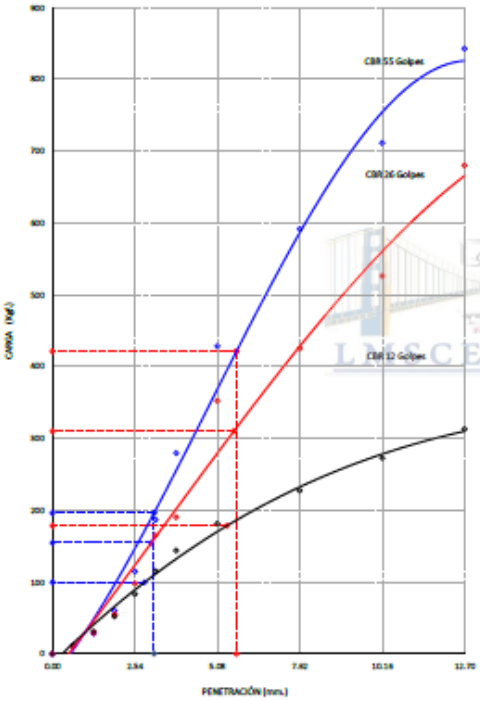
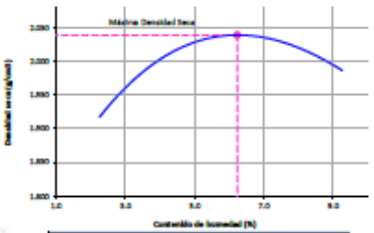
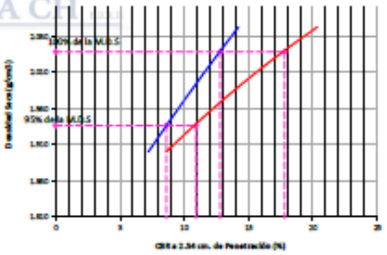


GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 2.039 g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 06.23 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpes	Densidad seca	CBR 2.54 cm.	CBR 5.08 cm.
55	2.072 g/cm3	14.2 %	20.3 %
26	2.001 g/cm3	11.2 %	15.0 %
12	1.900 g/cm3	7.2 %	8.6 %

CARGA STAND. Kg./cm²	PENETRACIÓN Mm.	PENETRACIÓN Pulg.	55 GOLPES CORRECCIÓN Kg/cm2	55 GOLPES CORRECCIÓN %	26 GOLPES CORRECCIÓN Kg/cm2	26 GOLPES CORRECCIÓN %	12 GOLPES CORRECCIÓN Kg/cm2	12 GOLPES CORRECCIÓN %
70.31	2.54	0.1	5.8	14.2	7.9	11.2	5.1	7.2
105.46	5.08	0.2	21.8	20.3	15.8	15.0	9.1	8.6

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Valor del CBR de Penetración:	0.1" 2.54 cm.	0.2" 5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	12.8 %	17.6 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	8.6 %	10.9 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

JORGE ANIBAL TOMAPASCA DANTA.

CALICATA N°02-Relleno Sanitario

Registro de excavación de la Calicata N°02

Calicata : C-2
Nivel freático : No se encontro

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0 (cm)	Tipo de Excavación	Muestra N°	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.10	A C I E L O A B I E R T O	M - 1		SC A-6 (3)	Arena Arcillosa Limite liquido : 31.0% Limite plástico : 7.0% Índice de plasticidad : 24.0% Humedad natural : 10.0%
3.00					

Análisis Granulométrico de la Calicata N°02

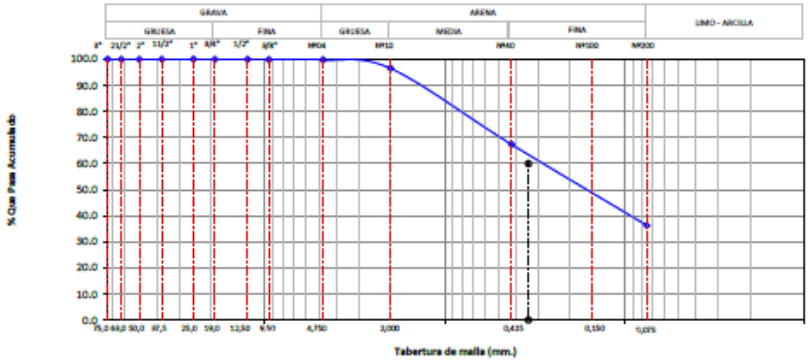
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO.
(NORMA: MTC E-107 / ASTM D 422 / AASHTO T 88)

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-2 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

TAMICES (PULG)	TAMICES (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULAD	% QUE PASA	DESTRIBUSION GRANULOMERTRICA TOTAL			100 %
3"	75.000								
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0	% GRAVA	GRAVA GRUESA	00 %	00 %
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0				
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
1/2"	12.500	0.2	0.0	0.0	100.0				
3/8"	9.500	0.2	0.0	0.1	99.9		GRAVA FINA	00 %	
1/4"	6.300	0.4	0.1	0.2	99.8				
Nº04	4.750	0.2	0.0	0.2	99.8				
Nº08	2.360	0.0	0.0	0.0	99.8	% FINO	ARENA GRUESA	03 %	64 %
Nº10	2.000	15.0	3.3	3.5	96.5				
Nº16	1.190								
Nº20	0.850	58.0	12.7	16.2	83.8		ARENA MEDIA	29 %	
Nº30	0.600								
Nº40	0.425	75.0	16.4	32.6	67.4				
Nº50	0.300	26.0	5.7	38.3	61.7		ARENA FINA	31 %	
Nº80	0.177	56.0	12.3	50.6	49.4				
Nº100	0.150	14.5	3.2	53.7	46.3				
Nº200	0.075	45.6	10.0	63.7	36.3	% LIMO - ARCILLA		36 %	36 %
< Nº200	FONDO	165.7	36.3	100.0	0.0				

CURVA GRANULOMETRICA



Contenido de humedad de la Calicata N°02

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
(NORMA: MTC E-108 / ASTM D 2216)

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-2 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	1	2
Peso del suelo húmedo + tara	1245.6 g.	1245.6 g.
Peso del suelo seco + tara	1145.0 g.	1145.0 g.
Peso de tara	121.0 g.	121.0 g.
Peso de agua	100.6 g.	100.6 g.
Peso de suelo seco	1024.0 g.	1024.0 g.
Contenido de agua	9.82 %	9.82 %
Promedio del contenido de agua	9.82 %	

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 9.82 %

LMSCEACH E.I.R.L

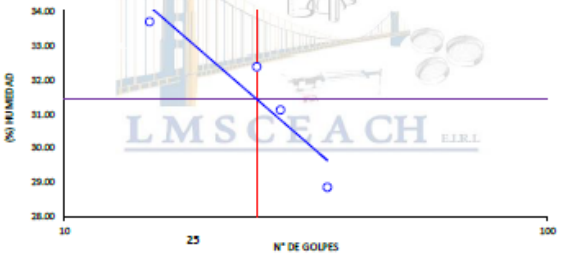
Determinación de Limites de la Calicata N°02

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS
(NORMA: MTC E-110 / E-111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89/ T 90)

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-2 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 12/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
Número de capsula	A-05	A-06	A-07	A-08	T-2	T-2
Número de golpes	35	28	25	15	----	----
Peso de capsula + suelo húmedo (g)	29.80	32.45	28.90	26.4	18.45	18.45
Peso de capsula + suelo seco (g)	26.20	28.1	25.30	21.9	17.73	17.73
Peso del Agua (g)	3.6	4.35	3.6	4.5	0.72	0.72
Peso de la capsula (g)	13.73	14.12	14.18	8.54	7.73	7.73
Peso del suelo seco (g)	12.47	13.98	11.12	13.36	10	10
Porcentaje de humedad (%)	28.87	31.12	32.37	33.68	7.20	7.20

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



LMSCEACH E.I.R.L

Nota:

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40

LÍMITE LÍQUIDO = 31 %
LÍMITE PLÁSTICO = 7 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 24 %

Proctor modificado y CBR de la Calicata N°02

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m3 (56000 pie-lb/pie3)).

NORMA: MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D 1557

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-2 MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	1	2	3	4
Peso del suelo + molde (g)	5712	5824	5879	5879
Peso del molde (g)	3807	3807	3807	3807
Peso del suelo húmedo compactado (g)	1905	2017	2072	2072
Volumen del molde (cm3)	952	952	952	952
Peso del volumen húmedo (g/cm3)	2.001	2.119	2.176	2.176
CONTENIDO DE HUMEDAD	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara (g)	124.5	135.6	129.5	124.5
Peso del suelo seco + tara (g)	122.0	130.0	122.0	115.0
Peso de tara (g)	9.8	8.9	9.4	8.6
Peso de agua (g)	2.5	5.6	7.5	9.5
Peso de suelo seco (g)	112.2	121.1	112.6	106.4
Contenido de agua (%)	2.2	4.6	6.7	8.9
Peso volumétrico seco (g/cm3)	1.957	2.025	2.041	1.998

DATOS DEL TAMIZADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A,B ó C) EMPLEADO.

TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM.	% Q. PASA
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	0	0.0	0.0	100.0
3/8"	0.4	0.1	0.1	99.9
N°04	0.2	0.0	0.1	99.9
<N°04	455	99.9	100.0	0.0

PESO: g.

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"

MOLDE UTILIZADO (pulg.) : 4

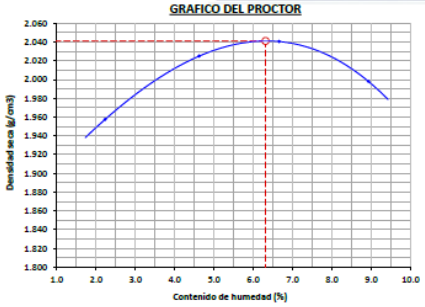
NÚMERO DE GOLPES : 25

NÚMERO DE CAPAS : 5

MÉTODO PREPARACIÓN UTILIZADO : Húmedo

DESCRIPCIÓN DEL PISÓN UTILIZADO : Manual

GRAFICO DEL PROCTOR



CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 339.134)

CLASIFICACIÓN:

AASTHO: A-6(3)

SUCS: SC

DESCRIPCIÓN:

Arena arcillosa

DENSIDAD MAXIMA SECA : 2.041 g/cm3

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 6.31 %

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.

NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural

FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN

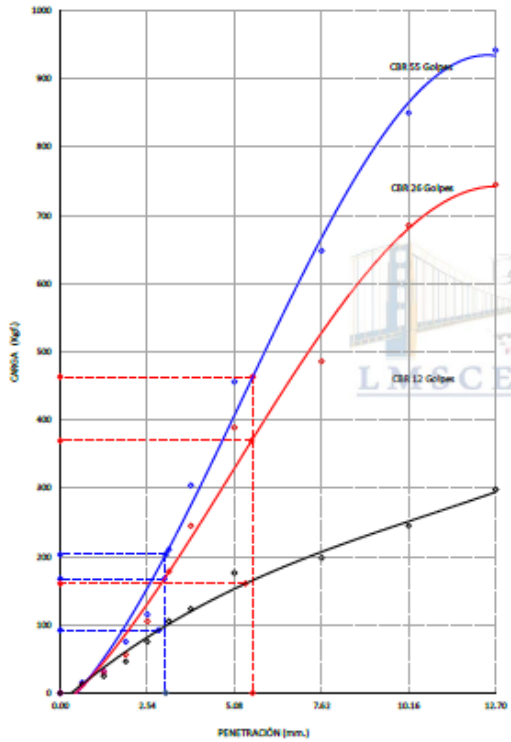
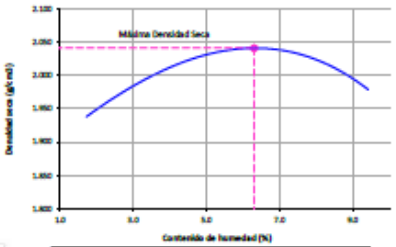


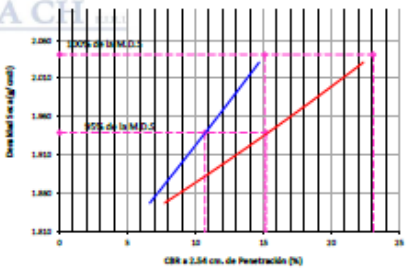
GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:

Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 2.041 g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 06.31 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpes	Densidad seca	CBR 2.54 cm.	CBR 5.08 cm.
55	2.031 g/cm3	14.7 %	22.4 %
26	1.971 g/cm3	12.1 %	17.8 %
12	1.847 g/cm3	6.6 %	7.7 %

CARGA STAND. Kg./cm²	PENETRACIÓN Mm.	PENETRACIÓN Pulg.	55 GOLPES CORRECCIÓN Kg/cm2	55 GOLPES CORRECCIÓN %	26 GOLPES CORRECCIÓN Kg/cm2	26 GOLPES CORRECCIÓN %	12 GOLPES CORRECCIÓN Kg/cm2	12 GOLPES CORRECCIÓN %
70.31	2.54	0.1	5.9	14.7	8.5	12.1	4.7	6.6
105.46	5.08	0.2	23.2	22.4	18.8	17.8	8.2	7.7

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1" 2.54 cm.	0.2" 5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	15.1 %	23.1 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	10.7 %	15.2 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

Determinación de sales de la Calicata N°02

SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea.
NORMA: NTP 339.152

Método de ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterranea.
NORMA NTP 339.177 :2002

Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterranea.
NORMA NTP 339.178 :2003

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-2 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

Sales Solubles Totales	ppm	1045
	%	0.10
Cloruros	ppm	758
Cl^-	%	0.08
Sulfatos	ppm	623
SO_4^{2-}	%	0.06

CALICATA N°03-Relleno Sanitario

Registro de excavación de la Calicata N°03

Calicata : C-3
Nivel freático : No se encontro

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0 (cm)	Tipo de Excavación	Muestra Nº	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.10	A C I E L O A B I E R T O	M - 1		SC A-6 (3)	Arena Arcillosa Limite liquido : 31.0% Limite plástico : 9.0% Índice de plasticidad : 22.0% Humedad natural : 9.0%
3.00					

Análisis Granulométrico de la Calicata N°03

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO.
(NORMA: MTC E-107 / ASTM D 422 / AASHTO T 88)

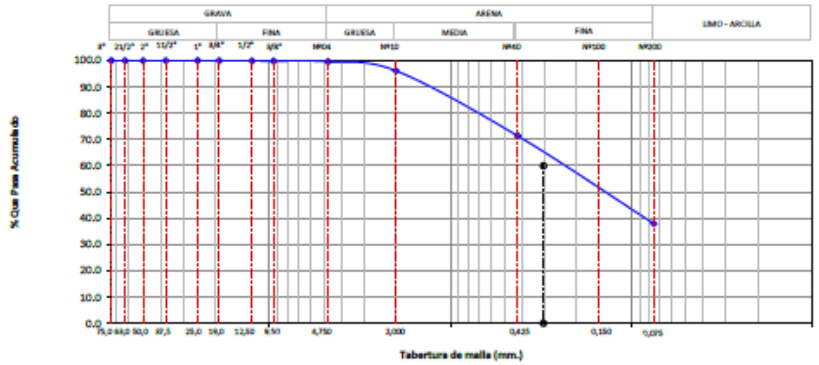
REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-3 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

TAMICES (PULG)	TAMICES (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULAD	% QUE PASA	DESTRIBUSION GRANULOMERTRICA			
						TOTAL			100 %
3"	75.000								
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0				
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0	% GRAVA	GRAVA GRUESA	00 %	00 %
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
1/2"	12.500	0.3	0.1	0.1	99.9				
3/8"	9.500	0.4	0.1	0.2	99.8		GRAVA FINA	00 %	
1/4"	6.300	0.9	0.2	0.3	99.7				
Nº04	4.750	0.1	0.0	0.4	99.6				
Nº08	2.360	0.0	0.0	0.0	99.6		ARENA GRUESA	03 %	
Nº10	2.000	16.0	3.5	3.8	96.2				
Nº16	1.190								
Nº20	0.850	45.0	9.8	13.6	86.4	% FINO	ARENA MEDIA	25 %	62 %
Nº30	0.600								
Nº40	0.425	69.0	15.0	28.6	71.4				
Nº50	0.300	32.0	7.0	35.6	64.4		ARENA FINA	33 %	
Nº80	0.177	59.0	12.8	48.4	51.6				
Nº100	0.150	15.0	3.3	51.7	48.3				
Nº200	0.075	48.0	10.4	62.1	37.9	% LIMO - ARCILLA		38 %	38 %
< Nº200	FONDO	174.5	37.9	100.0	0.0				

LMSCEACH E.I.R.L.

CURVA GRANULOMETRICA



Contenido de humedad de la Calicata N°03

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
(NORMA: MTC E-108 / ASTM D 2216)

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-3 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	1	2
Peso del suelo húmedo + tara	1345.0 g.	1345.0 g.
Peso del suelo seco + tara	1245.0 g.	1245.0 g.
Peso de tara	145.0 g.	145.0 g.
Peso de agua	100.0 g.	100.0 g.
Peso de suelo seco	1100.0 g.	1100.0 g.
Contenido de agua	9.09 %	9.09 %
Promedio del contenido de agua	9.09 %	

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 9.09 %

LMSCEACH E.I.R.L.

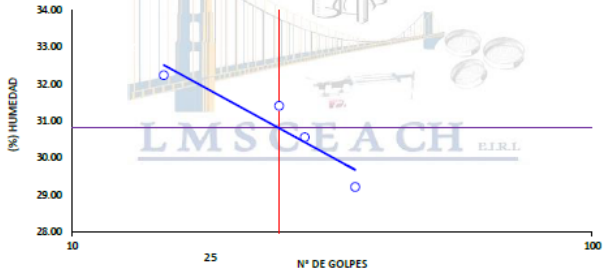
Determinación de Limites de la Calicata N°03

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS
(NORMA: MTC E-110 / E-111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89/ T 90)

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-3 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 12/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
Número de capsula	A-09	A-10	A-11	A-12	T-3	T-3
Número de golpes	35	28	25	15	----	----
Peso de capsula + suelo húmedo (g)	32.10	36.5	35.40	29.8	19.40	19.40
Peso de capsula + suelo seco (g)	26.80	30.1	29.19	24.5	18.45	18.45
Peso del Agua (g)	5.3	6.4	6.21	5.3	0.95	0.95
Peso de la capsula (g)	8.66	9.16	9.42	8.06	8.22	8.22
Peso del suelo seco (g)	18.14	20.94	19.77	16.44	10.23	10.23
Porcentaje de humedad (%)	29.22	30.56	31.41	32.24	9.29	9.29

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Proctor modificado y CBR de la Calicata N°03

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m3 (56000 pie-lb/pie3)).
NORMA: MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D 1557

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-3 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	1	2	3	4
Peso del suelo + molde (g)	5692	5764	5889	5829
Peso del molde (g)	3807	3807	3807	3807
Peso del suelo húmedo compactado (g)	1885	1957	2082	2022
Volumen del molde (cm3)	952	952	952	952
Peso del volumen húmedo (g/cm3)	1.980	2.056	2.187	2.124
CONTENIDO DE HUMEDAD	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara (g)	145.6	135.6	129.5	124.5
Peso del suelo seco + tara (g)	142.0	130.0	122.0	115.0
Peso de tara (g)	10.4	9.8	12.4	10.4
Peso de agua (g)	3.6	5.6	7.5	9.5
Peso de suelo seco (g)	131.6	120.2	109.6	104.6
Contenido de agua (%)	2.7	4.7	6.8	9.1
Peso volumétrico seco (g/cm3)	1.927	1.964	2.047	1.947

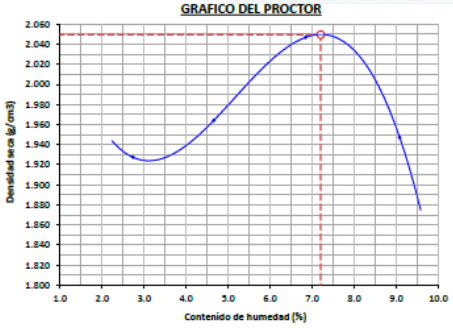
DATOS DEL TAMIZADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A,B ó C) EMPLEADO.				
TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM.	% Q. PASA
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	0	0.0	0.0	100.0
3/8"	0.7	0.2	0.2	99.8
N°04	0.1	0.0	0.2	99.8
<N°04	457	99.8	100.0	0.0

PESO: g.
MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"
MOLDE UTILIZADO (pulg.) : 4
NÚMERO DE GOLPES : 25
NÚMERO DE CAPAS : 5
MÉTODO PREPARACIÓN UTILIZADO : Húmedo
DESCRIPCIÓN DEL PISÓN UTILIZADO : Manual

CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 339.134)

CLASIFICACIÓN:
AASTHO: A-6(3)
SUCS: SC
DESCRIPCIÓN:
Arena arcillosa

GRAFICO DEL PROCTOR



DENSIDAD MAXIMA SECA : 2.050 g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 7.20 %

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.

NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural

FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN

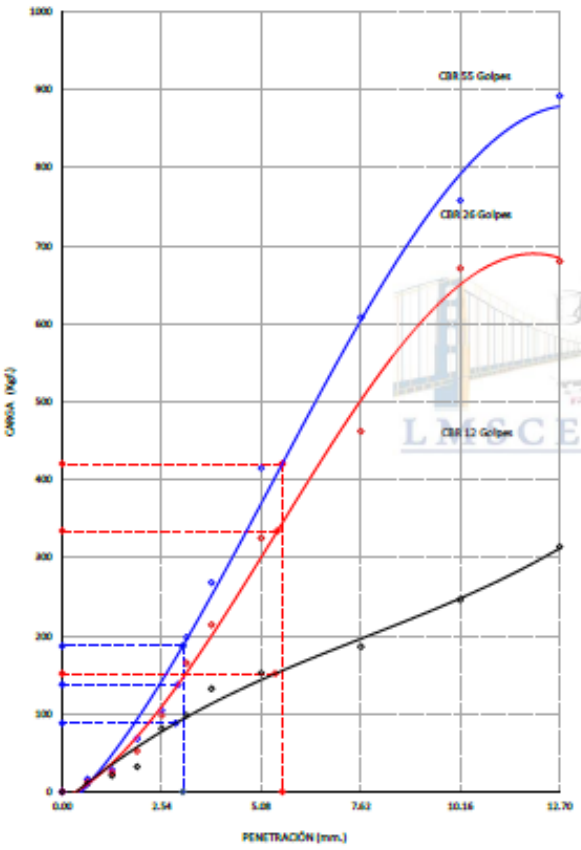
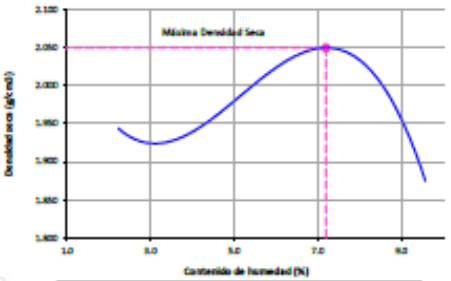
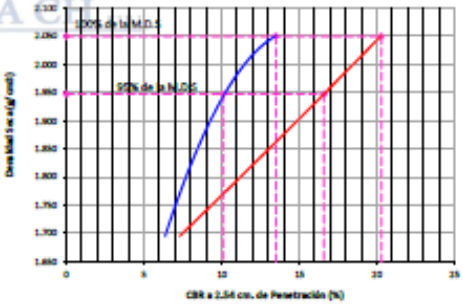


GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 2.050 g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 07.20 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	2.051 g/cm3	13.5 %	20.3 %
26	1.935 g/cm3	9.9 %	16.2 %
12	1.695 g/cm3	6.4 %	7.3 %

CARGA STAND. Kg./cm²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
	Mm.	Pulg.	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%
70.31	2.54	0.1	5.3	13.5	7.0	9.9	4.5	6.4
105.46	5.08	0.2	21.1	20.3	17.0	16.2	7.7	7.3

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Valor del CBR de Penetración:	0.1" 2.54 cm.	0.2" 5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	13.5 %	20.3 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	10.1 %	16.6 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

Análisis de permeabilidad de la Calicata N°03

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

INFORME DE ENSAYO Nº 3442

Atención : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
Solicitante :Sandy Maribl Hernández Malca
Proyecto : "Diseño de la infraestructura para el manejo y disposición final de residuos sólidos para el distrito de Pítipo-Lambayeque-2021 "

Lugar : Distrito de Pítipo-Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Mayo del 2022

N° DE CALICATA	C-03				
PROFUNDIDAD (m)	0.10- 3.00m				
Tipo de Suelo	SC				
Peso del espécimen húmedo (g)	1855.00				
Peso del espécimen seco (g)	1746.00				
Longitud del especimen, (cm)	15.00				
Diametro del especimen(cm)	6.50				
Contenido de humedad	5.60				
Gravedad especifica de sólidos	2.750				
Volumen total de espécimen (cm_3)	492.490				
Densidad seca inicial(g/cm_3)	2.200				
Porosidad	0.180				
Volumen de poros(cm_3)	79.150				
Coeficiente de permeabilidad corregido(Metodo A y E)	2.12E-04				
Coeficiente de permeabilidad corregido(Metodo B y C)	1.59E-02				
Coeficiente de permeabilidad corregido(Metodo D)	1.30E-04				
Masa de muestra final(g)	1240				
Volumen de muestra final (cm_3)	487				
Densidad seca final(g/cm_3)	2.65				

DESGNER MANUEL GONZALES MILLONES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. Nº 147898

LMSCEACH E.I.R.L.
JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CALICATA N°04-Trocha carrozable

Registro de excavación de la Calicata N°04

Calicata : C-4
Nivel freático : No se encontro

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0	(cm)	Tipo de Excavación	Muestra Nº	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.1	0.10	A C I E L O A B I E R T O	M - 1		SC-SM A-2-4 (0)	Arena Limo Arcillosa Limite liquido : 23.0% Limite plástico : 17.0% Índice de plasticidad : 6.0% Humedad natural : 5.0%
0.2						
0.3						
0.4						
0.5						
0.6						
0.7						
0.8						
0.9						
1.0						
1.1						
1.2						
1.3						
1.4						
1.5	1.50					
1.6						
1.7						
1.8						

Análisis Granulométrico de la Calicata N°04

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO.
(NORMA: MTC E-107 / ASTM D 422 / AASHTO T 88)

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-4 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

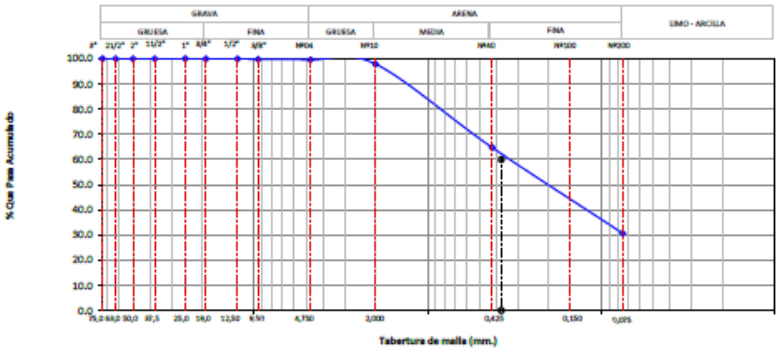
ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

TAMICES (PULG)	TAMICES (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULAD	% QUE PASA
3"	75.000				
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.1	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.7	0.1	0.2	99.8
1/4"	6.300	0.9	0.2	0.4	99.6
Nº04	4.750	0.1	0.0	0.4	99.6
Nº08	2.360	0.0	0.0	0.0	99.6
Nº10	2.000	8.0	1.7	2.1	97.9
Nº16	1.190				
Nº20	0.850	45.6	9.6	11.6	88.4
Nº30	0.600				
Nº40	0.425	112.6	23.6	35.2	64.8
Nº50	0.300	35.2	7.4	42.6	57.4
Nº80	0.177	52.1	10.9	53.5	46.5
Nº100	0.150	20.0	4.2	57.7	42.3
Nº200	0.075	55.4	11.6	69.3	30.7
< Nº200	FONDO	146.2	30.7	100.0	0.0

DESTRIBUSION GRANULOMERTRICA			
TOTAL			100 %
% GRAVA	GRAVA GRUESA	00 %	00 %
	GRAVA FINA	00 %	
% FINO	ARENA GRUESA	02 %	69 %
	ARENA MEDIA	33 %	
	ARENA FINA	34 %	
% LIMO - ARCILLA		31 %	31 %

LMSCEACH E.I.R.L

CURVA GRANULOMETRICA



Contenido de humedad de la Calicata N°04

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
(NORMA: MTC E-108 / ASTM D 2216)

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-4 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	1	2
Peso del suelo húmedo + tara	1121.3 g.	1121.3 g.
Peso del suelo seco + tara	1068.0 g.	1068.0 g.
Peso de tara	121.3 g.	121.3 g.
Peso de agua	53.3 g.	53.3 g.
Peso de suelo seco	946.7 g.	946.7 g.
Contenido de agua	5.63 %	5.63 %
Promedio del contenido de agua	5.63 %	

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 5.63 %

LMSCEACH E.I.R.L

Determinación de Limites de la Calicata N°04

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS

(NORMA: MTC E-110 / E-111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89/ T 90)

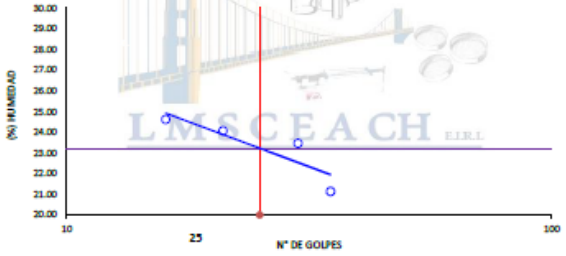
REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-4 MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 12/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
Número de capsula	A-01	A-02	A-03	A-04	T-4	T-4
Número de golpes	35	30	21	16	----	----
Peso de capsula + suelo húmedo (g)	32.10	35.99	28.79	27.83	20.10	20.10
Peso de capsula + suelo seco (g)	28.10	30.85	24.88	24.19	19.39	19.39
Peso del Agua (g)	4	5.14	3.91	3.64	0.71	0.71
Peso de la capsula (g)	9.17	8.94	8.63	9.40	15.21	15.21
Peso del suelo seco (g)	18.93	21.91	16.25	14.79	4.18	4.18
Porcentaje de humedad (%)	21.13	23.46	24.06	24.61	16.99	16.99

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



LMSCEACH E.I.R.L.

Nota:

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40

LÍMITE LÍQUIDO = 23 %

LÍMITE PLÁSTICO = 17 %

ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 6 %

Proctor modificado y CBR de la Calicata N°04

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m3 (56000 pie-lb/pie3)).

NORMA: MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D 1557

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-4 MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	1	2	3	4
Peso del suelo + molde (g)	5762	5824	5889	5859
Peso del molde (g)	3807	3807	3807	3807
Peso del suelo húmedo compactado (g)	1955	2017	2082	2052
Volumen del molde (cm3)	952	952	952	952
Peso del volumen húmedo (g/cm3)	2.054	2.119	2.187	2.155
CONTENIDO DE HUMEDAD	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara (g)	156.1	145.6	135.6	145.9
Peso del suelo seco + tara (g)	152.0	139.5	128.0	136.0
Peso de tara (g)	11.4	10.4	11.4	12.5
Peso de agua (g)	4.1	6.1	7.6	9.9
Peso de suelo seco (g)	140.6	129.1	116.6	123.5
Contenido de agua (%)	2.9	4.7	6.5	8.0
Peso volumétrico seco (g/cm3)	1.995	2.023	2.053	1.995

DATOS DEL TAMIZADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A,B ó C) EMPLEADO.				
TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM.	% Q. PASA
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	0	0.0	0.0	100.0
3/8"	0.7	0.1	0.2	99.8
N°04	0.1	0.0	0.2	99.8
<N°04	473	99.8	100.0	0.0

PESO: g.

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"

MOLDE UTILIZADO (pulg.) : 4

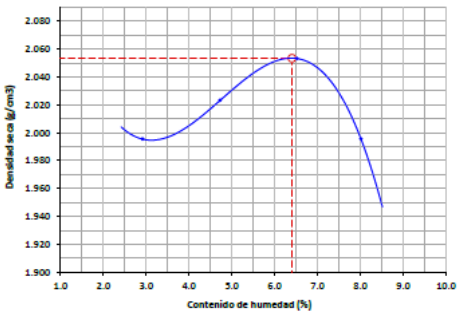
NÚMERO DE GOLPES : 25

NÚMERO DE CAPAS : 5

MÉTODO PREPARACIÓN UTILIZADO : Húmedo

DESCRIPCIÓN DEL PISÓN UTILIZADO : Manual

GRAFICO DEL PROCTOR



CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 339.134)

CLASIFICACIÓN:

AASTHO: A-2-4(0)

SUCS: SC-SM

DESCRIPCIÓN:

Arena limo arcillosa

DENSIDAD MAXIMA SECA : 2.053 g/cm3

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 6.40 %

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.

NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural

FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN

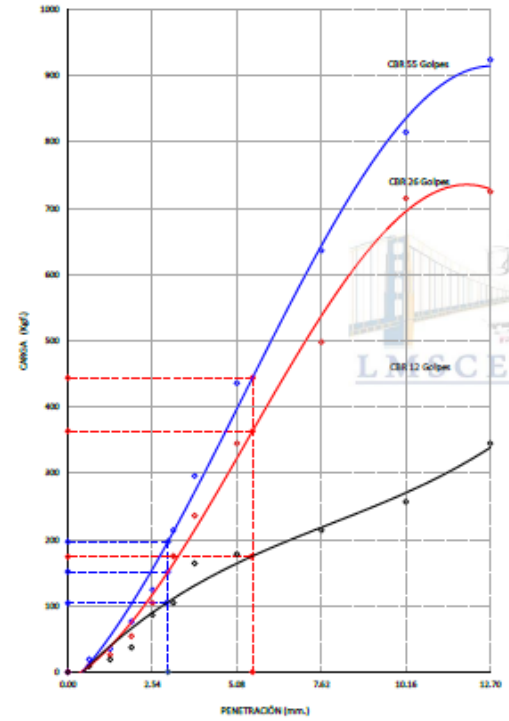
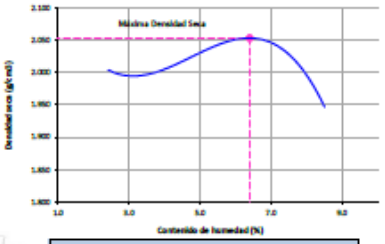
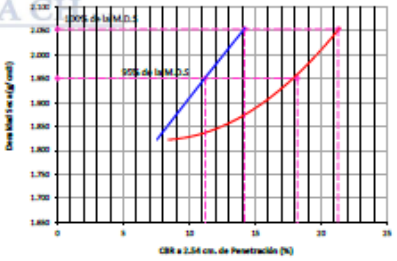


GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 2.053 g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 06.40 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR 2.54 cm.	CBR 5.08 cm.
55	2.056 g/cm3	14.3 %	21.4 %
26	1.943 g/cm3	10.9 %	17.6 %
12	1.822 g/cm3	7.5 %	8.4 %

CARGA STAND. Kg./cm²	PENETRACIÓN Mm.	PENETRACIÓN Pulg.	55 GOLPES CORRECCIÓN Kg/cm2	55 GOLPES CORRECCIÓN %	26 GOLPES CORRECCIÓN Kg/cm2	26 GOLPES CORRECCIÓN %	12 GOLPES CORRECCIÓN Kg/cm2	12 GOLPES CORRECCIÓN %
70.31	2.54	0.1	6.3	14.3	7.7	10.9	5.3	7.5
105.46	5.08	0.2	22.2	21.4	18.5	17.6	8.9	8.4

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Valor del CBR de Penetración:	0.1" 2.54 cm.	0.2" 5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	14.2 %	21.3 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	11.2 %	18.2 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

Determinación de sales de la Calicata N°04

SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea.

NORMA: NTP 339.152

Método de ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterranea.

NORMA NTP 339.177 :2002

Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterranea.

NORMA NTP 339.178 :2003

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-4 MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

Sales Solubles Totales	ppm	985
	%	0.10
Claruros	ppm	652
Cl^-	%	0.07
Sulfatos	ppm	345
SO_4^{2-}	%	0.03

CALICATA N°05 – Área de compostaje

Registro de excavación de la Calicata N°05

Calicata : C-5
Nivel freático : No se encontro

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0	(cm)	Tipo de Excavación	Muestra Nº	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.1	0.10	A C I E L O A B I E R T O	M - 1		SC A-2-6(1)	Arena Arcillosa Limite liquido : 24.0% Limite plástico : 11.0% Índice de plasticidad : 13.0% Humedad natural : 5.0%
0.2						
0.3						
0.4						
0.5						
0.6						
0.7						
0.8						
0.9						
1.0						
1.1						
1.2						
1.3						
1.4						
1.5	1.50					
1.6						
1.7						
1.8						

Análisis Granulométrico de la Calicata N°05

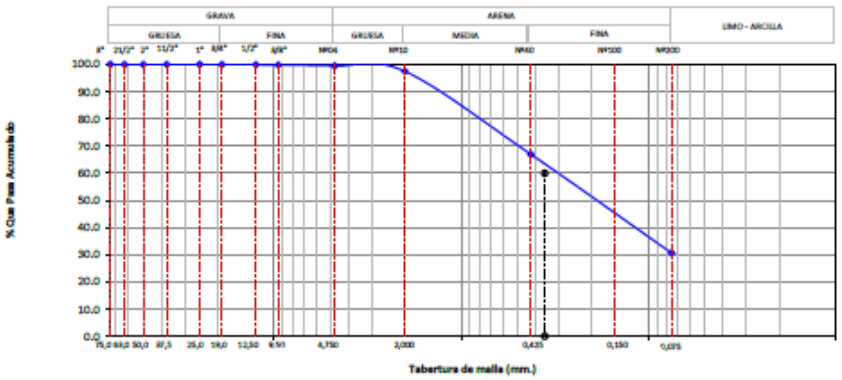
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO.
(NORMA: MTC E-107 / ASTM D 422 / AASHTO T 88)

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-5 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

TAMICES (PULG)	TAMICES (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESTRIBUSION GRANULOMERTRICA TOTAL			100 %
3"	75.000								
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0				
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0	% GRAVA	GRAVA GRUESA	00 %	01 %
3/4"	19.000	0.3	0.1	0.1	99.9				
1/2"	12.500	0.1	0.0	0.1	99.9		GRAVA FINA	00 %	
3/8"	9.500	0.7	0.1	0.2	99.8				
1/4"	6.300	1.2	0.3	0.5	99.5				
Nº04	4.750	0.2	0.0	0.5	99.5				
Nº08	2.360	0.0	0.0	0.0	99.5				
Nº10	2.000	9.5	2.0	2.5	97.5		ARENA GRUESA	02 %	
Nº16	1.190								
Nº20	0.850	41.5	8.7	11.2	88.8		ARENA MEDIA	31 %	69 %
Nº30	0.600					% FINO			
Nº40	0.425	104.5	21.8	33.0	67.0				
Nº50	0.300	39.0	8.2	41.2	58.8		ARENA FINA	36 %	
Nº80	0.177	58.0	12.1	53.3	46.7				
Nº100	0.150	24.5	5.1	58.4	41.6				
Nº200	0.075	52.6	11.0	69.4	30.6	% LIMO - ARCILLA		31 %	31 %
< Nº200	FONDO	146.2	30.6	100.0	0.0				

CURVA GRANULOMETRICA



Contenido de humedad de la Calicata N°05

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
(NORMA: MTC E-108 / ASTM D 2216)

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-5 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	1	2
Peso del suelo húmedo + tara	1245.0 g.	1245.0 g.
Peso del suelo seco + tara	1190.0 g.	1190.0 g.
Peso de tara	121.3 g.	121.3 g.
Peso de agua	55.0 g.	55.0 g.
Peso de suelo seco	1068.7 g.	1068.7 g.
Contenido de agua	5.15 %	5.15 %
Promedio del contenido de agua	5.15 %	

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 5.15 %

LMSCEACH E.I.R.L

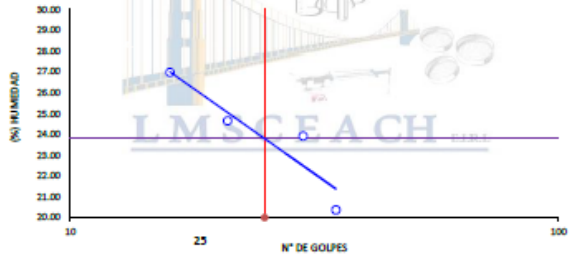
Determinación de Limites de la Calicata N°05

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS
(NORMA: MTC E-110 / E-111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89/ T 90)

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-5 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 12/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
Número de capsula	A-05	A-06	A-07	A-08	T-5	T-5
Número de golpes	35	30	21	16	----	----
Peso de capsula + suelo húmedo (g)	35.60	36.4	24.80	26.9	15.80	15.80
Peso de capsula + suelo seco (g)	31.90	32.1	22.70	23	15.10	15.10
Peso del Agua (g)	3.7	4.3	2.1	3.9	0.70	0.7
Peso de la capsula (g)	13.73	14.12	14.18	8.54	8.86	8.86
Peso del suelo seco (g)	18.17	17.98	8.52	14.46	6.24	6.24
Porcentaje de humedad (%)	20.36	23.92	24.65	26.97	11.22	11.22

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



LMSCEACH E.I.R.L

Nota:

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40

LÍMITE LÍQUIDO = 24 %
LÍMITE PLÁSTICO = 11 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 13 %

Proctor modificado y CBR de la Calicata N°05

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m3 (56000 pie-lb/pie3)).

NORMA: MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D 1557

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-5 MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	1	2	3	4
Peso del suelo + molde (g)	5701	5789	5842	5822
Peso del molde (g)	3807	3807	3807	3807
Peso del suelo húmedo compactado (g)	1894	1982	2035	2015
Volumen del molde (cm3)	952	952	952	952
Peso del volumen húmedo (g/cm3)	1.989	2.082	2.138	2.117
CONTENIDO DE HUMEDAD	**1**	**2**	**3**	**4**
Peso del suelo húmedo + tara (g)	165.0	156.9	165.8	158.9
Peso del suelo seco + tara (g)	162.0	151.0	156.0	148.0
Peso de tara (g)	10.5	11.2	12.4	13.5
Peso de agua (g)	3	5.9	9.8	10.9
Peso de suelo seco (g)	151.55	139.8	143.6	134.5
Contenido de agua (%)	2.0	4.2	6.8	8.1
Peso volumétrico seco (g/cm3)	1.951	1.998	2.001	1.958

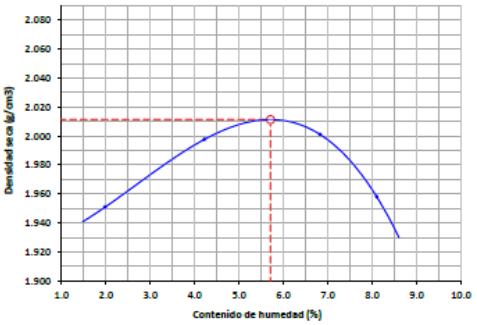
DATOS DEL TAMIZADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A,B ó C) EMPLEADO.

TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM.	% Q, PASA
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	0	0.1	0.1	99.9
3/8"	0.8	0.2	0.2	99.8
Nº04	0.2	0.0	0.3	99.7
<Nº04	473	99.7	100.0	0.0

PESO: g

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"
MOLDE UTILIZADO (pulg.)	: 4
NÚMERO DE GOLPES	: 25
NÚMERO DE CAPAS	: 5
MÉTODO PREPARACIÓN UTILIZADO	: Húmedo
DESCRIPCIÓN DEL PISÓN UTILIZADO	: Manual

GRAFICO DEL PROCTOR



CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 339.134)

CLASIFICACIÓN:

AASTHO: A-2-6(1)

SUCS: SC

DESCRIPCIÓN:

Arena arcillosa

DENSIDAD MAXIMA SECA :	2.011 g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD :	5.71 %

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.

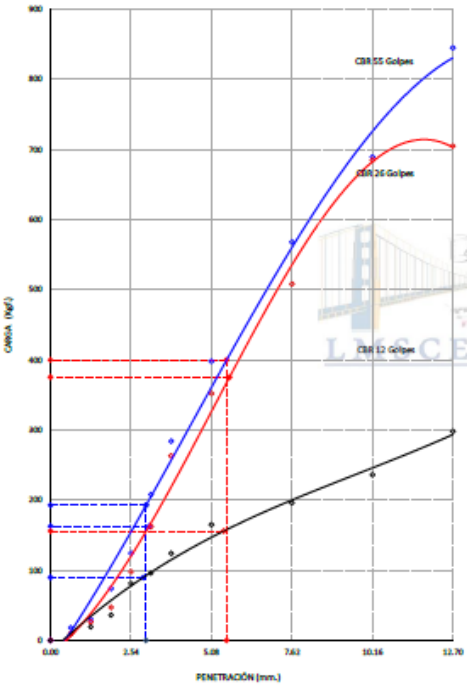
NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural

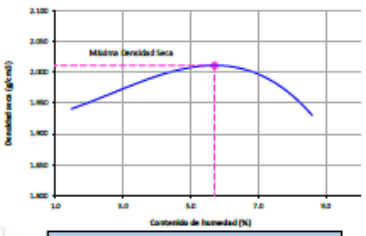
FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN



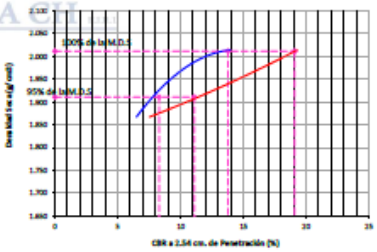
CARGA STAND. Kg./cm²	PENETRACIÓN Mm.	PENETRACIÓN Pulg.	55 GOLPES CORRECCIÓN Kg/cm2	55 GOLPES CORRECCIÓN %	26 GOLPES CORRECCIÓN Kg/cm2	26 GOLPES CORRECCIÓN %	12 GOLPES CORRECCIÓN Kg/cm2	12 GOLPES CORRECCIÓN %
70.31	2.54	0.1	6.3	14.0	8.3	11.8	4.6	6.5
105.46	5.08	0.2	20.3	19.3	19.1	18.1	7.9	7.5

GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 2.011 g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 05.71 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR 2.54 cm.	CBR 5.08 cm.
55	2.014 g/cm3	14.0 %	19.3 %
26	1.997 g/cm3	11.8 %	18.1 %
12	1.867 g/cm3	6.5 %	7.5 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1" 2.54 cm.	0.2" 5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	13.8 %	19.1 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	8.3 %	11.1 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

LMSCEACH

Corte Directo de la Calicata N°05

ENSAYO: SUELOS. Método de ensayo para el ensayo de corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas
REFERENCIA: N.T.P. 339.171 - 2002 / ASTM D - 3080

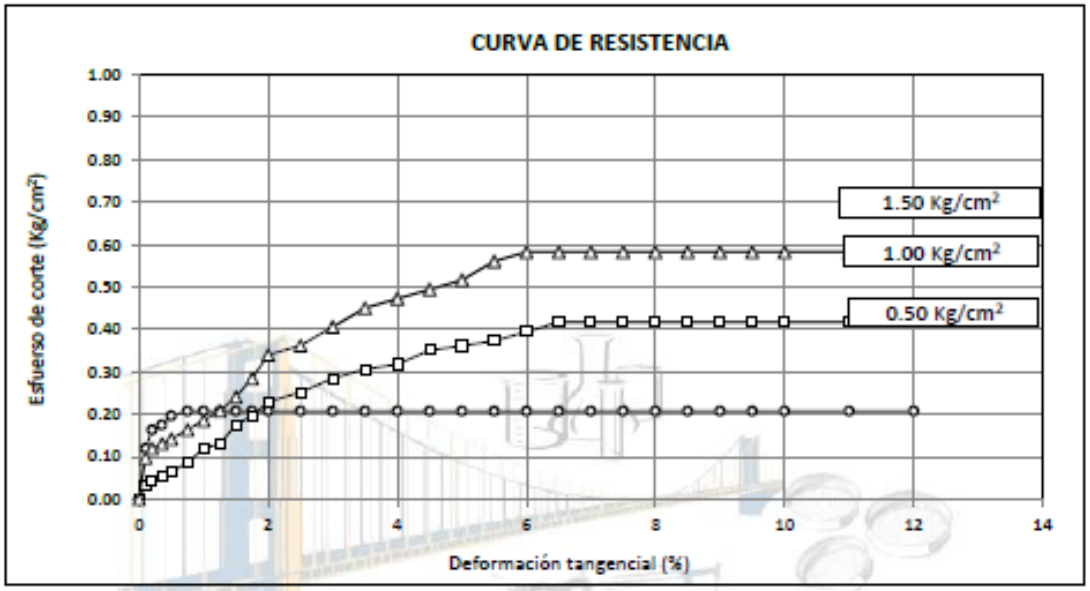
Calicata : C - 5 Profundidad : 0.80 - 1.50 mts SUCS: GM
Muestra : M - 1 Estado: Remoldeado

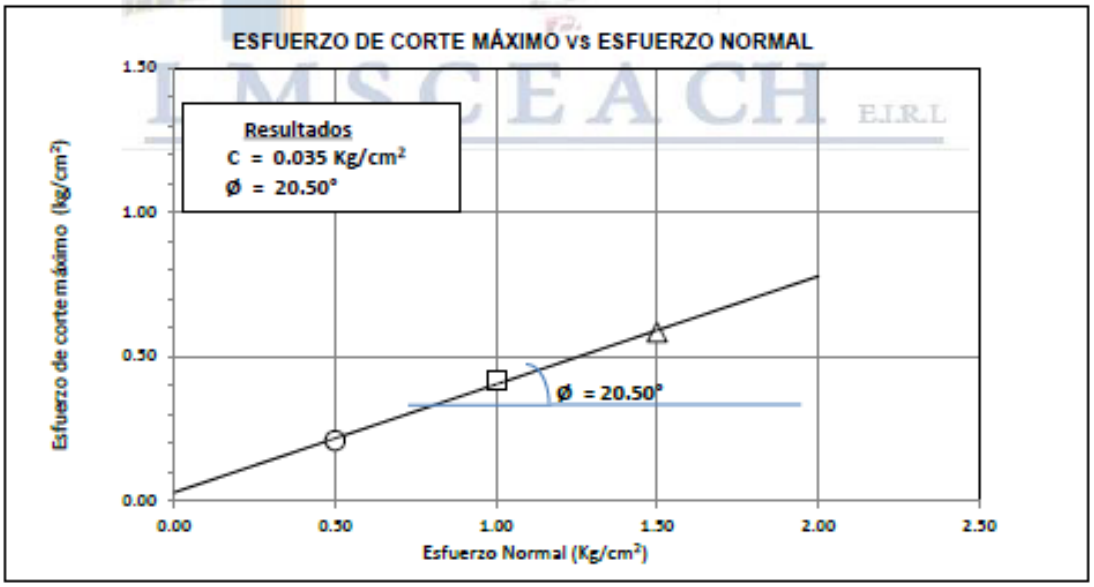
ESPECIMEN N°	DENSIDAD REMOLDEADA g/ cm³	DENSIDAD SECA g/ cm³	ESFUERZO NORMAL kg/ cm²	HUMEDAD NATURAL %	HUMEDAD ENSAYO %	ESFUERZO CORTE MÁX. kg/ cm²
N° 01	1.929	1.621	0.50	19.00	19.00	0.208
N° 02	1.926	1.623	1.00	18.65	18.65	0.417
N° 03	1.954	1.652	1.50	18.29	18.29	0.583

ESPECIMEN N°01			ESPECIMEN N°02			ESPECIMEN N°03		
DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm²)
0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
0.10	0.120	0.240	0.10	0.031	0.031	0.10	0.098	0.065
0.20	0.164	0.328	0.20	0.042	0.042	0.20	0.120	0.080
0.35	0.175	0.350	0.35	0.053	0.053	0.35	0.131	0.087
0.50	0.197	0.394	0.50	0.064	0.064	0.50	0.142	0.095
0.75	0.208	0.416	0.75	0.086	0.086	0.75	0.164	0.109
1.00	0.208	0.416	1.00	0.119	0.119	1.00	0.186	0.124
1.25	0.208	0.416	1.25	0.130	0.130	1.25	0.208	0.139
1.50	0.208	0.416	1.50	0.175	0.175	1.50	0.241	0.161
1.75	0.208	0.416	1.75	0.197	0.197	1.75	0.285	0.190
2.00	0.208	0.416	2.00	0.230	0.230	2.00	0.340	0.227
2.50	0.208	0.416	2.50	0.252	0.252	2.50	0.362	0.242
3.00	0.208	0.416	3.00	0.285	0.285	3.00	0.406	0.271
3.50	0.208	0.416	3.50	0.307	0.307	3.50	0.450	0.300
4.00	0.208	0.416	4.00	0.318	0.318	4.00	0.473	0.315
4.50	0.208	0.416	4.50	0.351	0.351	4.50	0.495	0.330
5.00	0.208	0.416	5.00	0.362	0.362	5.00	0.517	0.344
5.50	0.208	0.416	5.50	0.373	0.373	5.50	0.561	0.374
6.00	0.208	0.416	6.00	0.395	0.395	6.00	0.583	0.388
6.50	0.208	0.416	6.50	0.417	0.417	6.50	0.583	0.388
7.00	0.208	0.416	7.00	0.417	0.417	7.00	0.583	0.388
7.50	0.208	0.416	7.50	0.417	0.417	7.50	0.583	0.388
8.00	0.208	0.416	8.00	0.417	0.417	8.00	0.583	0.388
8.50	0.208	0.416	8.50	0.417	0.417	8.50	0.583	0.388
9.00	0.208	0.416	9.00	0.417	0.417	9.00	0.583	0.388
9.50	0.208	0.416	9.50	0.417	0.417	9.50	0.583	0.388
10.00	0.208	0.416	10.00	0.417	0.417	10.00	0.583	0.388
11.00	0.208	0.416	11.00	0.417	0.417	11.00	0.583	0.388
12.00	0.208	0.416	12.00	0.417	0.417	12.00	0.583	0.388

ENSAYO: SUELOS. Método de ensayo para el ensayo de corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas
REFERENCIA: N.T.P. 339.171 - 2002 / ASTM D - 3080

Calicata : C - 5 Profundidad : 0.80 - 1.50 mts SUCS: GM
Muestra : M - 1 Estado: Remoldeado





Capacidad Portante de la Calicata N°05

CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
TESISTA : Sandy Maribi Hernández Malca
TESIS : "Diseño de la infraestructura para el manejo y disposición final de residuos sólidos para el distrito de Pitipo-Lambayeque-2021 "
Ubicación : Distrito de Pitipo-Lambayeque

Calicata : C - 5 **Muestra**: M - 1 **Profundidad** : 0.80 a 1.50 mts

CIMENTACION CONTINUA

CAPACIDAD PORTANTE
(FALLA LOCAL)

$$q_d = (2/3)C \cdot N'c + Y \cdot Df \cdot N'_q + 0.5\,Y \cdot B \cdot N'_y$$

Donde:

q_d = Capacidad de Carga límite en Tm/m^2
C = Cohesión del suelo en Tm/m^2
Y = Peso volumétrico del suelo en Tm/m^3
Df = Profundidad de desplante de la cimentación en metros
B = Ancho de la zapata, en metros
N'c N'q, N'y = Factores de carga obtenidas del gráfico

DATOS:

		Ancho de Ciment.	Larg. Ciment.	Desplante	Qu	Qd	Qad
Ø =	20.5 °	B (m)	L (m)	Df (m)	t/m²	kg/cm²	kg/cm²
Ø' =	14.00°						
C =	0.035	1.00		1.00	11.05	1.11	0.37
Y =	1.77	1.00		1.50	14.12	1.41	0.47
Nc =	12.10	1.00		2.00	17.68	1.77	0.59
Nq =	4.02	1.00		3.00	24.79	2.48	0.83
Ny =	1.26	Factor de seguridad (FS=3)					

CIMENTACION AISLADA

CAPACIDAD PORTANTE
(FALLA LOCAL)

$$qd = 1.3(2/3)C \cdot N'c + Y \cdot Z \cdot N'q + 0.4\,Y \cdot B \cdot N'y$$

Donde:

q_d = Capacidad de Carga límite en Tm/m^2
C = Cohesión del suelo en Tm/m^2
Y = Peso volumétrico del suelo en Tm/m^3
Df = Profundidad de desplante de la cimentación en metros
B = Ancho de la zapata, en metros
N'c N'q, N'y = Factores de carga obtenidas del gráfico

Ancho de Ciment.	Larg. Ciment.	Desplante	Qu	Qd	Qad
B (m)	L (m)	Df (m)	t/m²	kg/cm²	kg/cm²
1.00	1.00	1.00	11.68	1.17	0.39
1.00	1.00	1.50	15.23	1.52	0.51
1.00	1.00	2.00	18.79	1.88	0.63
1.00	1.00	3.00	25.9	2.59	0.86
Factor de seguridad (FS=3)					

CALICATA N°06 – Área de compostaje

Registro de excavación de la Calicata N°06

Calicata : C-6
Nivel freático : No se encontro

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0	(cm)	Tipo de Excavación	Muestra Nº	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.1	0.10	A C I E L O A B I E R T O	M - 1		SC A-2-6 (1)	Arena Arcillosa Limite liquido : 28.0% Limite plástico : 15.0% Índice de plasticidad : 13.0% Humedad natural : 6.0%
0.2						
0.3						
0.4						
0.5						
0.6						
0.7						
0.8						
0.9						
1.0						
1.1						
1.2						
1.3						
1.4						
1.5	1.50					
1.6						
1.7						
1.8						

Análisis Granulométrico de la Calicata N°06

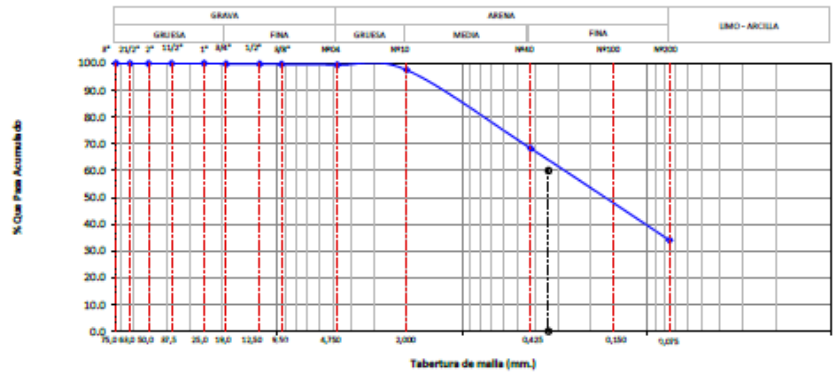
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO.
(NORMA: MTC E-107 / ASTM D 422 / AASHTO T 88)

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-6 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

TAMICES (PULG)	TAMICES (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESTRIBUSION GRANULOMERTRICA TOTAL			100 %
3"	75.000								
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0				
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0	% GRAVA	GRAVA GRUESA	00 %	01 %
3/4"	19.000	0.6	0.1	0.1	99.9				
1/2"	12.500	0.2	0.0	0.2	99.8		GRAVA FINA	00 %	
3/8"	9.500	0.6	0.1	0.3	99.7				
1/4"	6.300	1.0	0.2	0.5	99.5				
Nº04	4.750	0.3	0.1	0.6	99.4				
Nº08	2.360	0.0	0.0	0.0	99.4				
Nº10	2.000	8.6	1.8	2.4	97.6		ARENA GRUESA	02 %	
Nº16	1.190								
Nº20	0.850	40.5	8.5	10.9	89.1	% FINO	ARENA MEDIA	29 %	65 %
Nº30	0.600								
Nº40	0.425	98.5	20.7	31.7	68.3				
Nº50	0.300	36.0	7.6	39.2	60.8		ARENA FINA	34 %	
Nº80	0.177	45.0	9.5	48.7	51.3				
Nº100	0.150	32.0	6.7	55.5	44.5				
Nº200	0.075	50.0	10.5	66.0	34.0	% LIMO - ARCILLA		34 %	34 %
< Nº200	FONDO	161.4	34.0	100.0	0.0				

CURVA GRANULOMETRICA



Contenido de humedad de la Calicata N°06

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
(NORMA: MTC E-108 / ASTM D 2216)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-6 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	1	2
Peso del suelo húmedo + tara	1185.0 g.	1185.0 g.
Peso del suelo seco + tara	1125.0 g.	1125.0 g.
Peso de tara	121.3 g.	121.3 g.
Peso de agua	60.0 g.	60.0 g.
Peso de suelo seco	1003.7 g.	1003.7 g.
Contenido de agua	5.98 %	5.98 %
Promedio del contenido de agua	5.98 %	

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 5.98 %

LMSCEACH E.I.R.L

Determinación de Limites de la Calicata N°06

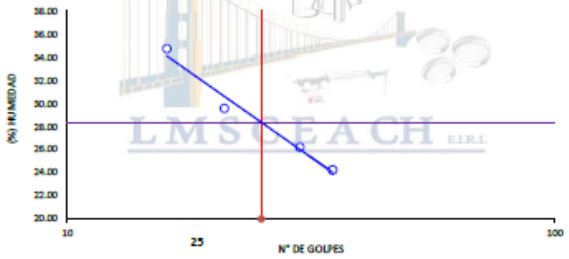
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS
(NORMA: MTC E-110 / E-111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89/ T 90)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-6 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 12/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
Número de capsula	A-09	A-10	A-11	A-12	T-6	T-6
Número de golpes	35	30	21	16	----	----
Peso de capsula + suelo húmedo (g)	38.40	39.5	40.10	35.6	18.90	18.90
Peso de capsula + suelo seco (g)	32.60	33.2	33.10	28.5	17.50	17.50
Peso del Agua (g)	5.8	6.3	7	7.1	1.40	1.4
Peso de la capsula (g)	8.66	9.16	9.42	8.06	8.45	8.45
Peso del suelo seco (g)	23.94	24.04	23.68	20.44	9.05	9.05
Porcentaje de humedad (%)	24.23	26.21	29.56	34.74	15.47	15.47

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Nota:

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40

LÍMITE LÍQUIDO = 28 %
LÍMITE PLÁSTICO = 15 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 13 %

LMSCEACH E.I.R.L

Proctor modificado y CBR de la Calicata N°06

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m3 (56000 pie-lb/pie3)).

NORMA: MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D 1557

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-6 MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	1	2	3	4
Peso del suelo + molde (g)	5681	5799	5862	5822
Peso del molde (g)	3807	3807	3807	3807
Peso del suelo húmedo compactado (g)	1874	1992	2055	2015
Volumen del molde (cm3)	952	952	952	952
Peso del volumen húmedo (g/cm3)	1.968	2.092	2.159	2.117
CONTENIDO DE HUMEDAD	**1**	**2**	**3**	**4**
Peso del suelo húmedo + tara (g)	125.6	132.1	142.5	136.2
Peso del suelo seco + tara (g)	122.9	127.1	135.0	127.0
Peso de tara (g)	8.9	10.4	11.1	12.5
Peso de agua (g)	2.7	5	7.5	9.2
Peso de suelo seco (g)	114	116.7	123.9	114.5
Contenido de agua (%)	2.4	4.3	6.1	8.0
Peso volumétrico seco (g/cm3)	1.923	2.006	2.035	1.959

DATOS DEL TAMIZADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A,B ó C) EMPLEADO.				
TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM.	% Q. PASA
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	1	0.1	0.1	99.9
3/8"	0.8	0.2	0.3	99.7
N°04	0.3	0.1	0.4	99.6
<N°04	469	99.6	100.0	0.0

PESO: g.

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"

MOLDE UTILIZADO (pulg.) : 4

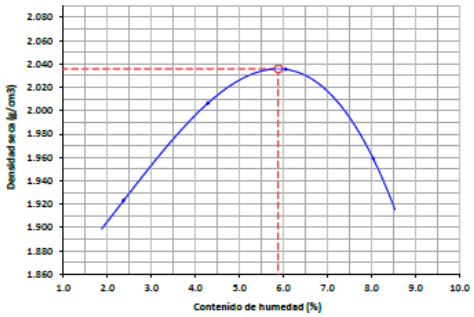
NÚMERO DE GOLPES : 25

NÚMERO DE CAPAS : 5

MÉTODO PREPARACIÓN UTILIZADO : Húmedo

DESCRIPCIÓN DEL PISÓN UTILIZADO : Manual

GRAFICO DEL PROCTOR



CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 339.134)

CLASIFICACIÓN:

AASTHO: A-2-6(1)

SUCS: SC

DESCRIPCIÓN:

Arena arcillosa

DENSIDAD MAXIMA SECA : 2.036 g/cm3

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 5.88 %

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.

NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural

FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN

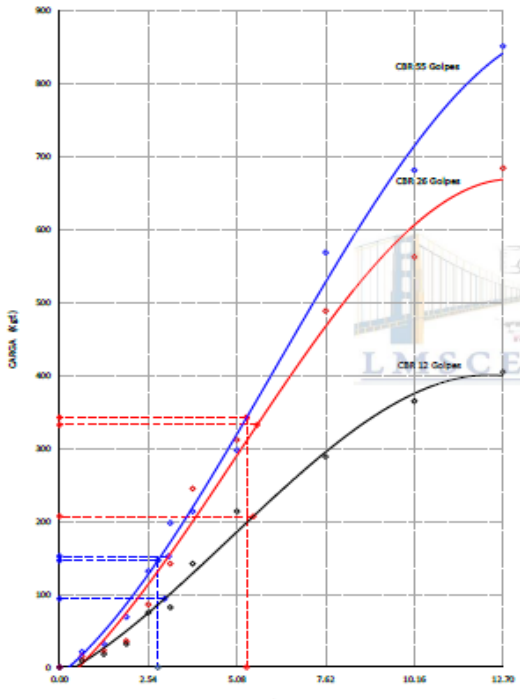
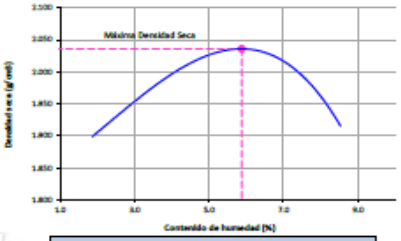
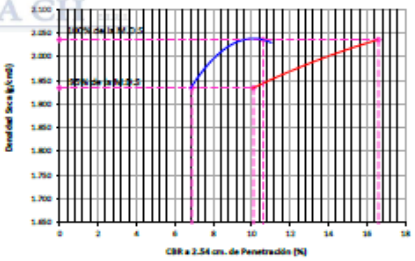


GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 2.036 g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 05.88 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR 2.54 cm.	CBR 5.08 cm.
55	2.035 g/cm3	10.6 %	16.5 %
26	2.029 g/cm3	11.0 %	16.1 %
12	1.932 g/cm3	6.8 %	10.0 %

CARGA STAND. Kg./cm²	PENETRACIÓN Mm.	PENETRACIÓN Pulg.	55 GOLPES CORRECCIÓN Kg/cm2	55 GOLPES CORRECCIÓN %	26 GOLPES CORRECCIÓN Kg/cm2	26 GOLPES CORRECCIÓN %	12 GOLPES CORRECCIÓN Kg/cm2	12 GOLPES CORRECCIÓN %
70.31	2.54	0.1	6.7	10.6	7.8	11.0	4.8	6.8
105.46	5.08	0.2	15.2	16.5	16.9	16.1	10.5	10.0

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración	0.1" 2.54 cm.	0.2" 5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	10.6 %	16.5 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	6.9 %	10.1 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

Corte Directo de la Calicata N°06

ENSAYO: SUELOS. Método de ensayo para el ensayo de corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas
REFERENCIA: N.T.P. 339.171 - 2002 / ASTM D - 3080

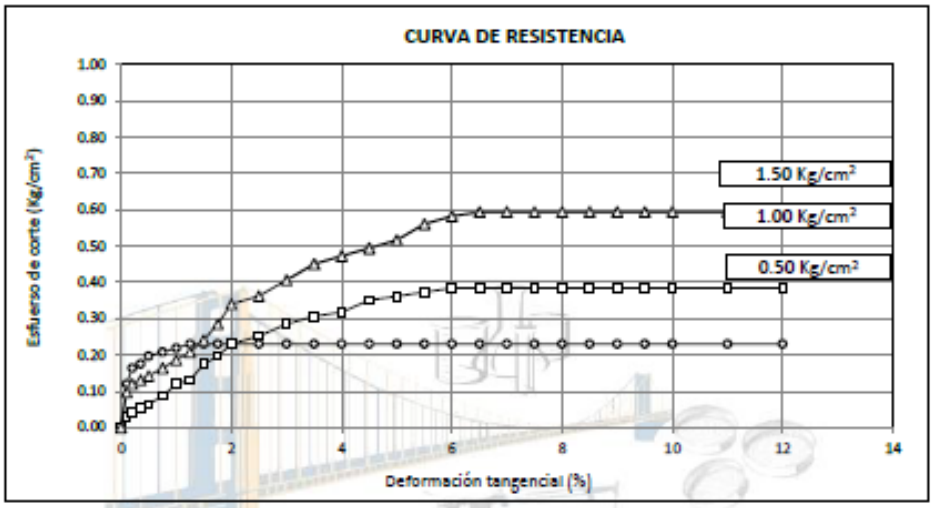
Calicata : C - 6 Profundidad : 0.80 - 1.50 mts SUCS: GM
Muestra : M - 1 Estado: Remoldeado

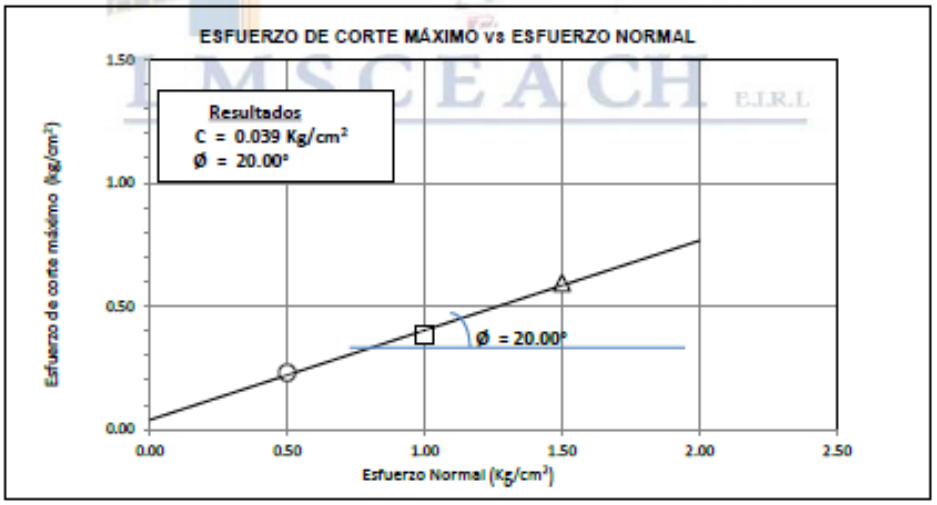
ESPECIMEN N°	DENSIDAD REMOLDEADA g/ cm³	DENSIDAD SECA g/ cm³	ESFUERZO NORMAL kg/ cm²	HUMEDAD NATURAL %	HUMEDAD ENSAYO %	ESFUERZO CORTE MÁX. kg/ cm²
N° 01	1.929	1.621	0.50	18.96	18.96	0.230
N° 02	1.926	1.630	1.00	18.16	18.16	0.384
N° 03	1.954	1.656	1.50	17.96	17.96	0.594

ESPECIMEN N°01			ESPECIMEN N°02			ESPECIMEN N°03		
DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm²)
0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
0.10	0.120	0.240	0.10	0.031	0.031	0.10	0.098	0.065
0.20	0.164	0.328	0.20	0.042	0.042	0.20	0.120	0.080
0.35	0.175	0.350	0.35	0.053	0.053	0.35	0.131	0.087
0.50	0.197	0.394	0.50	0.064	0.064	0.50	0.142	0.095
0.75	0.208	0.416	0.75	0.086	0.086	0.75	0.164	0.109
1.00	0.219	0.438	1.00	0.119	0.119	1.00	0.186	0.124
1.25	0.230	0.460	1.25	0.130	0.130	1.25	0.208	0.139
1.50	0.230	0.460	1.50	0.175	0.175	1.50	0.241	0.161
1.75	0.230	0.460	1.75	0.197	0.197	1.75	0.285	0.190
2.00	0.230	0.460	2.00	0.230	0.230	2.00	0.340	0.227
2.50	0.230	0.460	2.50	0.252	0.252	2.50	0.362	0.242
3.00	0.230	0.460	3.00	0.285	0.285	3.00	0.406	0.271
3.50	0.230	0.460	3.50	0.307	0.307	3.50	0.450	0.300
4.00	0.230	0.460	4.00	0.318	0.318	4.00	0.473	0.315
4.50	0.230	0.460	4.50	0.351	0.351	4.50	0.495	0.330
5.00	0.230	0.460	5.00	0.362	0.362	5.00	0.517	0.344
5.50	0.230	0.460	5.50	0.373	0.373	5.50	0.561	0.374
6.00	0.230	0.460	6.00	0.384	0.384	6.00	0.583	0.388
6.50	0.230	0.460	6.50	0.384	0.384	6.50	0.594	0.396
7.00	0.230	0.460	7.00	0.384	0.384	7.00	0.594	0.396
7.50	0.230	0.460	7.50	0.384	0.384	7.50	0.594	0.396
8.00	0.230	0.460	8.00	0.384	0.384	8.00	0.594	0.396
8.50	0.230	0.460	8.50	0.384	0.384	8.50	0.594	0.396
9.00	0.230	0.460	9.00	0.384	0.384	9.00	0.594	0.396
9.50	0.230	0.460	9.50	0.384	0.384	9.50	0.594	0.396
10.00	0.230	0.460	10.00	0.384	0.384	10.00	0.594	0.396
11.00	0.230	0.460	11.00	0.384	0.384	11.00	0.594	0.396
12.00	0.230	0.460	12.00	0.384	0.384	12.00	0.594	0.396

ENSAYO: SUELOS. Método de ensayo para el ensayo de corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas
REFERENCIA: N.T.P. 339.171 - 2002 / ASTM D - 3080

Calicata : C - 6 Profundidad : 0.80 - 1.50 mts SUCS: GM
Muestra : M - 1 Estado: Remoldeado





Capacidad Portante de la Calicata N°06

CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
TESISTA : Sandy Maribl Hernández Malca
TESIS : "Diseño de la infraestructura para el manejo y disposición final de residuos sólidos para el distrito de Pítipo-Lambayeque-2021 "
Ubicación : Distrito de Pítipo-Lambayeque

Calicata : C - 6 **Muestra:** M - 1 **Profundidad :** 0.80 a 1.50 mts

CIMENTACION CONTINUA

CAPACIDAD PORTANTE
(FALLA LOCAL)

$$q_d = (2/3)C \cdot N'o + Y \cdot Df \cdot N'_q + 0.6\ Y \cdot B \cdot N'_y$$

Donde:

q_d = Capacidad de Carga límite en Tm/m^2
C = Cohesión del suelo en Tm/m^2
Y = Peso volumétrico del suelo en Tm/m^3
Df = Profundidad de desplante de la cimentación en metros
B = Ancho de la zapata, en metros
N'c N'q, N'y = Factores de carga obtenidas del gráfico

DATOS:

		Ancho de Ciment. B (m)	Larg. Ciment. L (m)	Desplante Df (m)	Qu t/m^2	Qd kg/cm^2	Qad kg/cm^2
Ø =	20.0 °						
Ø' =	13.64°						
C =	0.039	1.00		1.00	10.99	1.1	0.37
Y =	1.77	1.00		1.60	13.96	1.4	0.47
Nc =	11.85	1.00		2.00	17.39	1.74	0.58
Nq =	3.88	1.00		3.00	24.25	2.43	0.81
Ny =	1.18	Factor de seguridad (FS=3)					

CIMENTACION AISLADA

CAPACIDAD PORTANTE
(FALLA LOCAL)

$$qd = 1.3(2/3)C \cdot N'c + Y \cdot Z \cdot N'q + 0.4\ Y \cdot B \cdot N'y$$

Donde:

q_d = Capacidad de Carga límite en Tm/m^2
C = Cohesión del suelo en Tm/m^2
Y = Peso volumétrico del suelo en Tm/m^3
Df = Profundidad de desplante de la cimentación en metros
B = Ancho de la zapata, en metros
N'c N'q, N'y = Factores de carga obtenidas del gráfico

Ancho de Ciment. B (m)	Larg. Ciment. L (m)	Desplante Df (m)	Qu t/m^2	Qd kg/cm^2	Qad kg/cm^2
1.00	1.00	1.00	11.7	1.17	0.39
1.00	1.00	1.60	15.13	1.51	0.50
1.00	1.00	2.00	18.56	1.86	0.62
1.00	1.00	3.00	25.42	2.54	0.85
Factor de seguridad (FS=3)					

Determinación de sales de la Calicata N°06

SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea.
NORMA: NTP 339.152

Método de ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterranea.
NORMA NTP 339.177 :2002

Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterranea.
NORMA NTP 339.178 :2003

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-6 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

Sales Solubles Totales	ppm	975
	%	0.10
Claruros Cl^-	ppm	635
	%	0.06
Sulfatos SO_4^{2-}	ppm	245
	%	0.02

CALICATA N°07 – Área de compostaje

Registro de excavación de la Calicata N°07

Calicata : C-7
Nivel freático : No se encontro

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0	(cm)	Tipo de Excavación	Muestra Nº	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.1	0.10	A C I E L O A B I E R T O	M - 1		SC A-2-4 (0)	Arena Arcillosa Limite liquido : 28.0% Limite plástico : 18.0% Índice de plasticidad : 10.0% Humedad natural : 6.0%
0.2						
0.3						
0.4						
0.5						
0.6						
0.7						
0.8						
0.9						
1.0						
1.1						
1.2						
1.3						
1.4						
1.5	1.50					
1.6						
1.7						
1.8						

Análisis Granulométrico de la Calicata N°07

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO.
(NORMA: MTC E-107 / ASTM D 422 / AASHTO T 88)

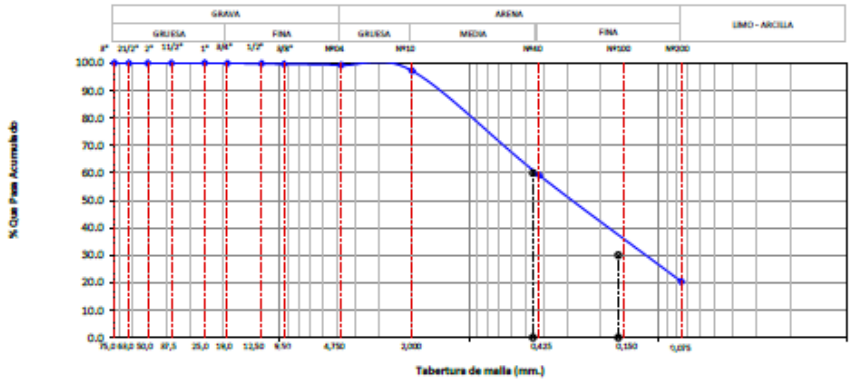
REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-7 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

TAMICES (PULG)	TAMICES (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULAD	% QUE PASA	DESTRIBUSION GRANULOMERTRICA TOTAL			100 %
3"	75.000								
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0				
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0	% GRAVA	GRAVA GRUESA	00 %	01 %
3/4"	19.000	0.3	0.1	0.1	99.9				
1/2"	12.500	0.4	0.1	0.1	99.9		GRAVA FINA	01 %	
3/8"	9.500	0.9	0.2	0.3	99.7				
1/4"	6.300	1.4	0.3	0.6	99.4				
Nº04	4.750	0.6	0.1	0.8	99.2				
Nº08	2.360	0.0	0.0	0.0	99.2				
Nº10	2.000	9.5	2.0	2.8	97.2	% FINO	ARENA GRUESA	02 %	79 %
Nº16	1.190								
Nº20	0.850	35.6	7.5	10.2	89.8		ARENA MEDIA	38 %	
Nº30	0.600								
Nº40	0.425	145.5	30.6	40.8	59.2				
Nº50	0.300	39.0	8.2	49.0	51.0		ARENA FINA	39 %	
Nº80	0.177	52.0	10.9	59.9	40.1				
Nº100	0.150	36.0	7.6	67.5	32.5				
Nº200	0.075	58.0	12.2	79.6	20.4				
< Nº200	FONDO	96.9	20.4	100.0	0.0	% LIMO - ARCILLA		20 %	20 %

LMSCEACH E.I.R.L.

CURVA GRANULOMETRICA



Contenido de humedad de la Calicata N°07

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
(NORMA: MTC E-108 / ASTM D 2216)

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-7 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	1	2
Peso del suelo húmedo + tara	1145.8 g.	1145.8 g.
Peso del suelo seco + tara	1089.0 g.	1089.0 g.
Peso de tara	110.0 g.	110.0 g.
Peso de agua	56.8 g.	56.8 g.
Peso de suelo seco	979.0 g.	979.0 g.
Contenido de agua	5.80 %	5.80 %
Promedio del contenido de agua	5.80 %	

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 5.80 %

LMSCEACH E.I.R.L.

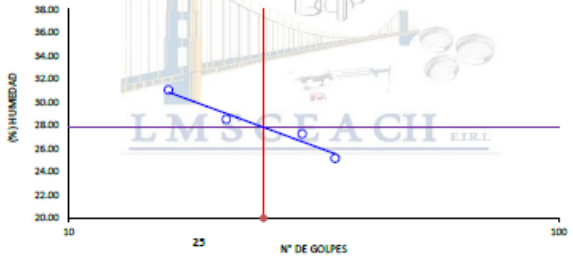
Determinación de Limites de la Calicata N°07

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS
(NORMA: MTC E-110 / E-111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89/ T 90)

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-7 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 12/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
Número de capsula	A-13	A-14	A-15	A-16	T-7	T-7
Número de golpes	35	30	21	16	----	----
Peso de capsula + suelo húmedo (g)	35.60	36.1	38.90	32.6	19.50	19.50
Peso de capsula + suelo seco (g)	30.20	30.2	32.45	27	17.80	17.80
Peso del Agua (g)	5.4	5.9	6.45	5.6	1.70	1.7
Peso de la capsula (g)	8.74	8.56	9.83	8.95	8.43	8.43
Peso del suelo seco (g)	21.46	21.64	22.62	18.05	9.37	9.37
Porcentaje de humedad (%)	25.16	27.26	28.51	31.02	18.14	18.14

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Nota:

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40

LÍMITE LÍQUIDO = 28 %
LÍMITE PLÁSTICO = 18 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 10 %

Proctor modificado y CBR de la Calicata N°07

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m3 (56000 pie-lb/pie3)).
NORMA: MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D 1557

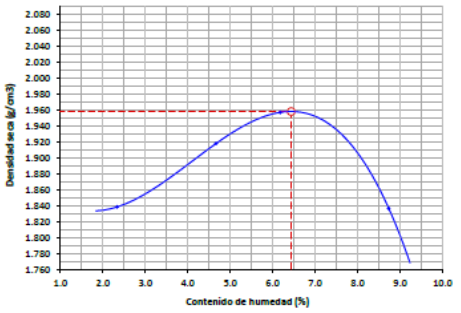
REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-7 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	1	2	3	4
Peso del suelo + molde (g)	5598	5718	5785	5708
Peso del molde (g)	3807	3807	3807	3807
Peso del suelo húmedo compactado (g)	1791	1911	1978	1901
Volumen del molde (cm3)	952	952	952	952
Peso del volumen húmedo (g/cm3)	1.881	2.007	2.078	1.997
CONTENIDO DE HUMEDAD	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara (g)	136.9	146.0	156.5	142.5
Peso del suelo seco + tara (g)	134.0	140.0	148.0	132.0
Peso de tara (g)	9.8	11.5	10.4	11.8
Peso de agua (g)	2.9	6	8.5	10.5
Peso de suelo seco (g)	124.2	128.55	137.6	120.2
Contenido de agua (%)	2.3	4.7	6.2	8.7
Peso volumétrico seco (g/cm3)	1.838	1.918	1.957	1.836

DATOS DEL TAMIZADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A,B ó C) EMPLEADO.				
TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM.	% Q, PASA
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	0	0.1	0.1	99.9
3/8"	1.3	0.3	0.3	99.7
N°04	0.6	0.1	0.5	99.5
<N°04	469	99.5	100.0	0.0

PESO: g.
MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"
MOLDE UTILIZADO (pulg.) : 4
NÚMERO DE GOLPES : 25
NÚMERO DE CAPAS : 5
MÉTODO PREPARACIÓN UTILIZADO : Húmedo
DESCRIPCIÓN DEL PISÓN UTILIZADO : Manual

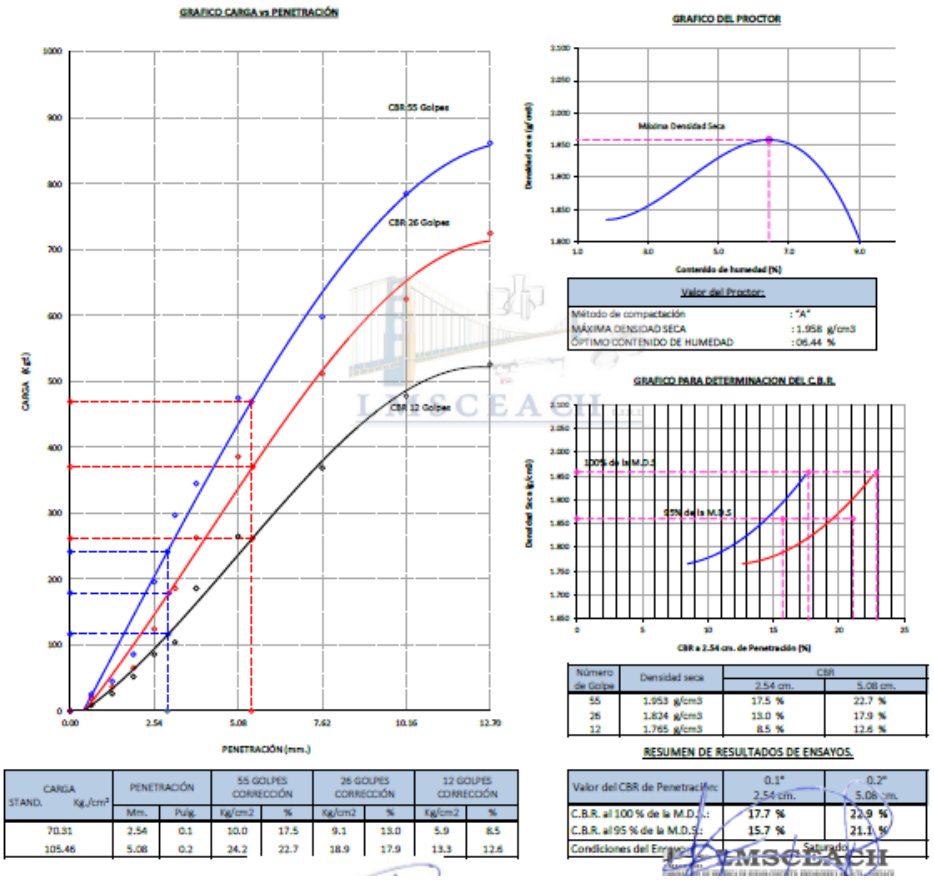
GRAFICO DEL PROCTOR



CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 339.134)

CLASIFICACIÓN:
AASTHO: A-2-4(0)
SUCS: SC
DESCRIPCIÓN:
Arena arcillosa

DENSIDAD MAXIMA SECA : 1.958 g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 6.44 %



Corte Directo de la Calicata N°07

ENSAYO: SUELOS. Método de ensayo para el ensayo de corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas
REFERENCIA: N.T.P. 339.171 - 2002 / ASTM D - 3080

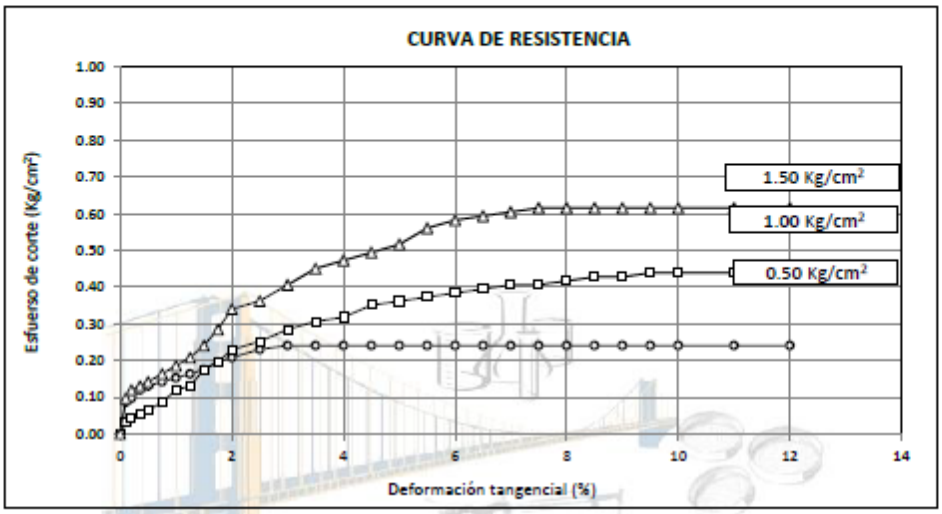
Calicata : C - 7 Profundidad : 0.80 - 1.50 mts SUCS: GM
Muestra : M - 1 Estado: Remoldeado

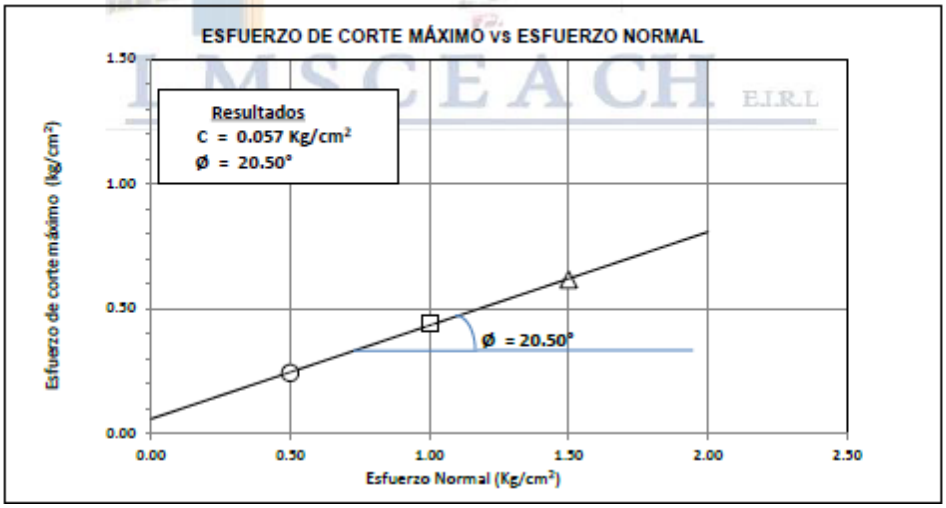
ESPECIMEN N°	DENSIDAD REMOLDEADA g/ cm³	DENSIDAD SECA g/ cm³	ESFUERZO NORMAL kg/ cm²	HUMEDAD NATURAL %	HUMEDAD ENSAYO %	ESFUERZO CORTE MÁX. kg/ cm²
N° 01	1.929	1.623	0.50	18.79	18.79	0.241
N° 02	1.926	1.636	1.00	17.74	17.74	0.439
N° 03	1.954	1.661	1.50	17.63	17.63	0.616

ESPECIMEN N°01			ESPECIMEN N°02			ESPECIMEN N°03		
DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm²)
0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
0.10	0.087	0.174	0.10	0.031	0.031	0.10	0.098	0.065
0.20	0.098	0.196	0.20	0.042	0.042	0.20	0.120	0.080
0.35	0.120	0.240	0.35	0.053	0.053	0.35	0.131	0.087
0.50	0.131	0.262	0.50	0.064	0.064	0.50	0.142	0.095
0.75	0.142	0.284	0.75	0.086	0.086	0.75	0.164	0.109
1.00	0.153	0.306	1.00	0.119	0.119	1.00	0.186	0.124
1.25	0.164	0.328	1.25	0.130	0.130	1.25	0.208	0.139
1.50	0.175	0.350	1.50	0.175	0.175	1.50	0.241	0.161
1.75	0.197	0.394	1.75	0.197	0.197	1.75	0.285	0.190
2.00	0.208	0.416	2.00	0.230	0.230	2.00	0.340	0.227
2.50	0.230	0.460	2.50	0.252	0.252	2.50	0.362	0.242
3.00	0.241	0.482	3.00	0.285	0.285	3.00	0.406	0.271
3.50	0.241	0.482	3.50	0.307	0.307	3.50	0.450	0.300
4.00	0.241	0.482	4.00	0.318	0.318	4.00	0.473	0.315
4.50	0.241	0.482	4.50	0.351	0.351	4.50	0.495	0.330
5.00	0.241	0.482	5.00	0.362	0.362	5.00	0.517	0.344
5.50	0.241	0.482	5.50	0.373	0.373	5.50	0.561	0.374
6.00	0.241	0.482	6.00	0.384	0.384	6.00	0.583	0.388
6.50	0.241	0.482	6.50	0.395	0.395	6.50	0.594	0.396
7.00	0.241	0.482	7.00	0.406	0.406	7.00	0.605	0.403
7.50	0.241	0.482	7.50	0.406	0.406	7.50	0.616	0.410
8.00	0.241	0.482	8.00	0.417	0.417	8.00	0.616	0.410
8.50	0.241	0.482	8.50	0.428	0.428	8.50	0.616	0.410
9.00	0.241	0.482	9.00	0.428	0.428	9.00	0.616	0.410
9.50	0.241	0.482	9.50	0.439	0.439	9.50	0.616	0.410
10.00	0.241	0.482	10.00	0.439	0.439	10.00	0.616	0.410
11.00	0.241	0.482	11.00	0.439	0.439	11.00	0.616	0.410
12.00	0.241	0.482	12.00	0.439	0.439	12.00	0.616	0.410

ENSAYO: SUELOS. Método de ensayo para el ensayo de corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas
REFERENCIA: N.T.P. 339.171 - 2002 / ASTM D - 3080

Calicata : C - 7 Profundidad : 0.80 - 1.50 mts SUCS: GM
Muestra : M - 1 Estado: Remoldeado





Capacidad Portante de la Calicata N°07

Calicata : C - 7 **Muestra:** M - 1 **Profundidad :** 0.80 a 1.50 mts

CIMENTACION CONTINUA

CAPACIDAD PORTANTE
(FALLA LOCAL)

$$q_d = (2/3)C \,.\, N'c + Y \,.\, Df \,.\, N'_q + 0.5\, Y \,.\, B \,.\, N'_y$$

Donde:

q_d = Capacidad de Carga límite en Tm/m^2
C = Cohesión del suelo en Tm/m^2
Y = Peso volumètrico del suelo en Tm/m^3
Df = Profundidad de desplante de la cimentación en metros
B = Ancho de la zapata, en metros
N'c N'q, N'y = Factores de carga obtenidas del gràfico

DATOS:

		Ancho de Ciment.	Larg. Ciment.	Desplante	Qu	Qd	Qad
Ø =	20.5 °	B (m)	L (m)	Df (m)	t/m^2	kg/cm^2	kg/cm^2
Ø' =	14.00°						
C =	0.057	1.00		1.00	12.83	1.28	0.43
Y =	1.77	1.00		1.50	15.9	1.59	0.53
Nc =	12.10	1.00		2.00	19.45	1.95	0.65
Nq =	4.02	1.00		3.00	26.56	2.66	0.89
Ny =	1.26	Factor de seguridad (FS=3)					

CIMENTACION AISLADA

CAPACIDAD PORTANTE
(FALLA LOCAL)

$$qd = 1.3(2/3)C \,.\, N'c + Y \,.\, Z \,.\, N'q + 0.4\, Y \,.\, B \,.\, N'y$$

Donde:

q_d = Capacidad de Carga límite en Tm/m^2
C = Cohesión del suelo en Tm/m^2
Y = Peso volumètrico del suelo en Tm/m^3
Df = Profundidad de desplante de la cimentación en metros
B = Ancho de la zapata, en metros
N'c N'q, N'y = Factores de carga obtenidas del gràfico

Ancho de Ciment.	Larg. Ciment.	Desplante	Qu	Qd	Qad
B (m)	L (m)	Df (m)	t/m^2	kg/cm^2	kg/cm^2
1.00	1.00	1.00	13.99	1.4	0.47
1.00	1.00	1.50	17.54	1.75	0.58
1.00	1.00	2.00	21.1	2.11	0.70
1.00	1.00	3.00	28.21	2.82	0.94
Factor de seguridad (FS=3)					

CALICATA N°08 – Área de reciclaje

Registro de excavación de la Calicata N°08

Calicata : C-8
Nivel freático : No se encontro

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0	(cm)	Tipo de Excavación	Muestra Nº	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.1	0.10	A C I E L O A B I E R T O	M - 1		GC A-2-4 (0)	Grava Arcillos con Arena Limite liquido : 23.0% Limite plástico : 16.0% Índice de plasticidad : 7.0% Humedad natural : 0.4%
0.2						
0.3						
0.4						
0.5						
0.6						
0.7						
0.8						
0.9						
1.0						
1.1						
1.2						
1.3						
1.4						
1.5	1.50					
1.6						
1.7						
1.8						

Análisis Granulométrico de la Calicata N°08

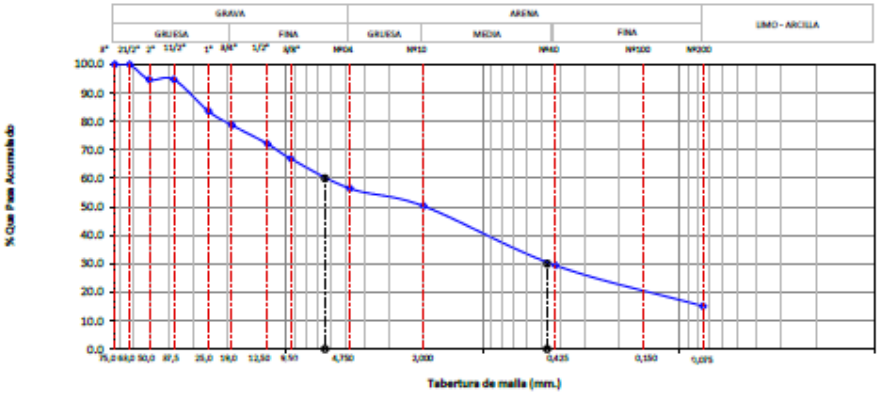
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO.
(NORMA: MTC E-107 / ASTM D 422 / AASHTO T 88)

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-8 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

TAMICES (PULG)	TAMICES (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESTRIBUSION GRANULOMERTRICA			
						TOTAL			100 %
3"	75.000								
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
2"	50.000	173.0	5.3	5.3	94.7				
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	5.3	94.7				
1"	25.000	364.0	11.1	16.4	83.6	% GRAVA	GRAVA GRUESA	21 %	44 %
3/4"	19.000	160.0	4.9	21.3	78.7				
1/2"	12.500	216.0	6.6	27.9	72.1		GRAVA FINA	22 %	
3/8"	9.500	172.0	5.2	33.1	66.9				
1/4"	6.300	239.0	7.3	40.4	59.6				
Nº04	4.750	103.3	3.2	43.5	56.5				
Nº08	2.360	0.0	0.0	0.0	56.5	% FINO	ARENA GRUESA	06 %	41 %
Nº10	2.000	54.7	6.2	49.7	50.3				
Nº16	1.190						ARENA MEDIA	21 %	
Nº20	0.850	93.6	10.6	60.4	39.6				
Nº30	0.600								
Nº40	0.425	90.2	10.2	70.6	29.4		ARENA FINA	14 %	
Nº50	0.300	25.1	2.8	73.4	26.6				
Nº80	0.177	42.0	4.8	78.2	21.8				
Nº100	0.150	15.7	1.8	80.0	20.0				
Nº200	0.075	43.9	5.0	84.9	15.1	% LIMO - ARCILLA		15 %	15 %
< Nº200	FONDO	132.9	15.1	100.0	0.0				

CURVA GRANULOMETRICA



Contenido de humedad de la Calicata N°08

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

(NORMA: MTC E-108 / ASTM D 2216)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-8 MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	1	2
Peso del suelo húmedo + tara	3285.8 g.	3285.8 g.
Peso del suelo seco + tara	3273.0 g.	3273.0 g.
Peso de tara	207.8 g.	207.8 g.
Peso de agua	12.8 g.	12.8 g.
Peso de suelo seco	3065.2 g.	3065.2 g.
Contenido de agua	0.42 %	0.42 %
Promedio del contenido de agua	0.42 %	

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 0.42 %

Peso volumétrico o densidad de suelo cohesivos (Método de la parafina) de la Calicata N°08

PESO VOLUMÉTRICO O DENSIDAD DE SUELO COHESIVOS (Método de la parafina)

NORMA: 339.139 / BS - 1377

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-8 MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DESCRIPCIÓN O CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 339.134)				
AASTHO:	A-2-4(0)	SUCS:	GC	Grava arcillosa con arena

DATOS DEL ENSAYO	N° 1	N° 2
Peso de tara + suelo húmedo (g)	1111.3 g.	1111.3 g.
Peso de tara + suelo seco (g)	1107.0 g.	1107.0 g.
Peso del Agua (g)	4.3 g.	4.3 g.
Peso de tara (g)	121.3 g.	121.3 g.
Peso del suelo seco (g)	985.7 g.	985.7 g.
Porcentaje de humedad (%)	0.4 %	0.4 %
PROMEDIO RESULTADO CONT. HUMEDAD (%)	0.4 %	
Peso de la muestra al aire libre (g)	70.5 g.	
Peso de la muestra + parafina al aire libre (g)	71.8 g.	
Peso de la muestra + parafina sumergido (g)	32.2 g.	
Volumen de la muestra (cm3)	38.11 cm.³	

PESO UNITARIO HÚMEDO = 1.85 g./cm³.

PESO UNITARIO SECO = 1.84 g./cm³.

Determinación de Limites de la Calicata N°08

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS

(NORMA: MTC E-110 / E-111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89/ T 90)

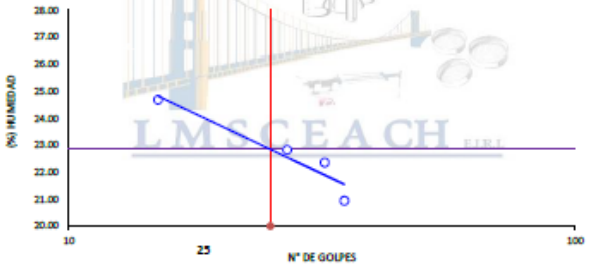
REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-8 MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 12/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
Número de capsula	A-01	A-02	A-03	A-04	T-8	T-8
Número de golpes	35	32	27	15	----	----
Peso de capsula + suelo húmedo (g)	26.50	31.92	29.82	26.03	17.78	17.78
Peso de capsula + suelo seco (g)	23.50	27.68	25.89	22.6	17.32	17.32
Peso del Agua (g)	3	4.24	3.93	3.43	0.46	0.46
Peso de la capsula (g)	9.17	8.71	8.67	8.70	14.47	14.47
Peso del suelo seco (g)	14.33	18.97	17.22	13.90	2.85	2.85
Porcentaje de humedad (%)	20.94	22.35	22.82	24.68	16.14	16.14

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Nota:

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40

LÍMITE LÍQUIDO = 23 %

LÍMITE PLÁSTICO = 16 %

ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 7 %

Peso específico y absorción del agregado grueso de la calicata N°08

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

NORMA: MTC E 113 / NTP 400.021 / ASTM C-127 / 12

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-8 MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 17/04/2022

GRAVEDAD ESPECÍFICA (PICNÓMETRO) DE LOS SUELOS

NORMA: MTC E-113 / NTP 339.131 / ASTM D 854

DATOS DEL GRAVEDAD ESPECÍFICA (PICNÓMETRO) DE LOS SUELOS	A	B	DATOS DE LA MUESTRA				
Nº de fiola	F-1	F-1	TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM.	% Q, PASA
Peso de la fiola.	164.03 g.	164.03 g.	2"	173.0	5.7	5.7	100.0
Peso de la muestra de suelo seco.	100.00 g.	100.00 g.	3/4"	524.0	17.2	22.9	82.8
Peso de la fiola + peso de la muestra suelo seco.	264.03 g.	264.03 g.	3/8"	388.0	12.8	35.7	70.0
Peso de la fiola + muestra + agua.	726.70 g.	726.70 g.	N°04:	103.3	3.4	39.1	66.6
Peso de la fiola + peso de agua.	662.00 g.	662.00 g.	<N°04:	1850.2	60.9	100.0	0.0
Temperatura del ensayo.	20.0 °C	20.0 °C	PESO:	3038.6	g.		
Peso específico relativo de sólidos (Gs)	2.833 g/cm³	2.833 g/cm³	MÉTODO "B": Procedimiento para especímenes secados al horno.				
Factor de corrección (k)	1.0000	1.0000	Material pasante la malla N°04				
Peso específico relativo de sólidos (Gs)	2.833 g/cm³	2.833 g/cm³					
Promedio Peso específico relativo de sólidos (Gs)	2.833 g/cm³						

Porcentaje de suelo retenido en la malla 4.75 mm.	39.1 %	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 339.134)
Porcentaje de suelo que pasa la malla 4.75 mm.	66.6 %	
Peso específico de suelos retenido en el tamiz 4,75 mm. Método de ensayo ASTM C 127, corregir a 20°C	2.720 g/cm³	CLASIFICACIÓN:
Peso específico de suelos que pasan el tamiz 4,75 mm. Método de ensayo MTC E-113, corregir a 20°C	2.833 g/cm³	AASTHO: A-2-4(0) SUCS: GC
PESO ESPECÍFICO PROMEDIO	2.640 g/cm³	DESCRIPCIÓN: Grava arcillosa con arena

Proctor modificado y CBR de la Calicata N°08

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m3 (56000 pie-lb/pie3)).

NORMA: MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D 1557

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-8 MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	1	2	3	4
Peso del suelo + molde (g)	10398	10518	10785	10698
Peso del molde (g)	6350	6350	6350	6350
Peso del suelo húmedo compactado (g)	4048	4168	4435	4348
Volumen del molde (cm3)	2114	2114	2114	2114
Peso del volumen húmedo (g/cm3)	1.915	1.972	2.098	2.057
CONTENIDO DE HUMEDAD	**1**	**2**	**3**	**4**
Peso del suelo húmedo + tara (g)	215.6	189.5	145.8	156.5
Peso del suelo seco + tara (g)	210.0	182.0	138.0	145.0
Peso de tara (g)	9.8	11.5	10.4	11.8
Peso de agua (g)	5.6	7.5	7.8	11.5
Peso de suelo seco (g)	200.2	170.55	127.6	133.2
Contenido de agua (%)	2.8	4.4	6.1	8.6
Peso volumétrico seco (g/cm3)	1.863	1.889	1.977	1.893

DATOS DEL TAMIZADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A,B ó C) EMPLEADO.

TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM.	% Q. PASA
2"	173.0	5.7	5.7	94.3
3/4"	524	17.2	22.9	77.1
3/8"	388.0	12.8	35.7	64.3
N°04	103.3	3.4	39.1	60.9
<N°04	1850	60.9	100.0	0.0

PESO: g.

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "C"

MOLDE UTILIZADO (pulg.) : 6

NÚMERO DE GOLPES : 56

NÚMERO DE CAPAS : 5

MÉTODO PREPARACIÓN UTILIZADO : Húmedo

DESCRIPCIÓN DEL PISÓN UTILIZADO : Manual

CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 339.134)

CLASIFICACIÓN:

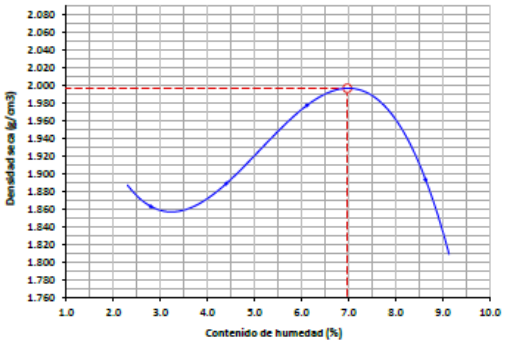
AASTHO: A-2-4(0)

SUCS: GC

DESCRIPCIÓN:

Grava arcillosa con arena

GRAFICO DEL PROCTOR



DENSIDAD MAXIMA SECA :	1.996 g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD :	6.97 %

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN

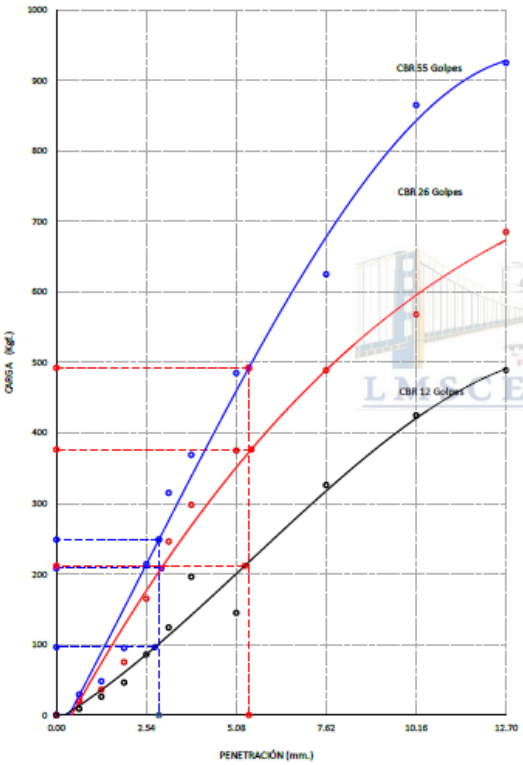
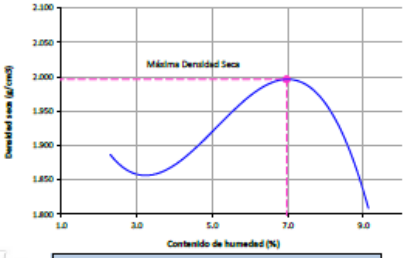
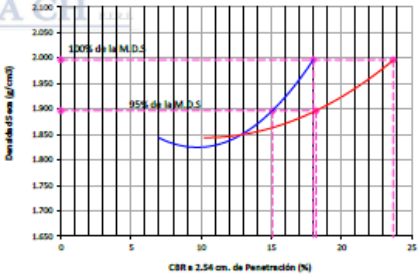


GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "C"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.996 g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 06.97 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR 2.54 cm.	CBR 5.08 cm.
55	1.997 g/cm3	18.0 %	23.8 %
26	1.896 g/cm3	15.1 %	18.2 %
12	1.844 g/cm3	7.0 %	10.2 %

CARGA STAND. Kg./cm²	PENETRACIÓN Mm.	PENETRACIÓN Pulg.	55 GOLPES CORRECCIÓN Kg/cm2	55 GOLPES CORRECCIÓN %	26 GOLPES CORRECCIÓN Kg/cm2	26 GOLPES CORRECCIÓN %	12 GOLPES CORRECCIÓN Kg/cm2	12 GOLPES CORRECCIÓN %
70.31	2.54	0.1	10.9	18.0	10.6	15.1	4.9	7.0
105.46	5.08	0.2	24.7	23.8	19.2	18.2	10.8	10.2

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1" 2.54 cm.	0.2" 5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	18.0 %	23.7 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	15.1 %	18.2 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

Capacidad Portante de la Calicata N°08

Calicata : C - 8 **Muestra:** M - 1 **Profundidad** : 0.80 a 1.50 mts

CIMENTACION CONTINUA

CAPACIDAD PORTANTE
(FALLA LOCAL)

$$q_d = (2/3)C \,.\, N'c + Y \,.\, Df \,.\, N'_q + 0.5\, Y \,.\, B.\, N'_y$$

Donde:

q_d = Capacidad de Carga límite en Tm/m^2
C = Cohesiòn del suelo en Tm/m^2
Y = Peso volumètrico del suelo en Tm/m^3
Df = Profundidad de desplante de la cimentaciòn en metros
B = Ancho de la zapata, en metros
N'c N'q, N'y = Factores de carga obtenidas del gràfico

DATOS:

		Ancho de Ciment. B (m)	Larg. Ciment. L (m)	Desplante Df (m)	Qu t/m^2	Qd kg/cm^2	Qad kg/cm^2
Ø =	22.2 °						
Ø' =	15.22°						
C =	0.039	1.00		1.00	13.2	1.32	0.44
Y =	1.84	1.00		**1.50**	16.72	1.67	0.56
Nc =	13.03	1.00		**2.00**	20.91	2.09	0.70
Nq =	4.55	1.00		**3.00**	29.27	2.93	0.98
Ny =	1.58	**Factor de seguridad (FS=3)**					

CIMENTACION AISLADA

CAPACIDAD PORTANTE
(FALLA LOCAL)

$$qd = 1.3(2/3)C \,.\, N'c + Y \,.\, Z \,.\, N'q + 0.4\, Y \,.\, B.\, N'y$$

Donde:

q_d = Capacidad de Carga límite en Tm/m^2
C = Cohesiòn del suelo en Tm/m^2
Y = Peso volumètrico del suelo en Tm/m^3
Df = Profundidad de desplante de la cimentaciòn en metros
B = Ancho de la zapata, en metros
N'c N'q, N'y = Factores de carga obtenidas del gràfico

Ancho de Ciment. B (m)	Larg. Ciment. L (m)	Desplante Df (m)	Qu t/m^2	Qd kg/cm^2	Qad kg/cm^2
1.00	1.00	1.00	13.93	1.39	0.46
1.00	1.00	**1.50**	18.11	1.81	0.60
1.00	1.00	**2.00**	22.3	2.23	0.74
1.00	1.00	**3.00**	30.66	3.07	1.02
Factor de seguridad (FS=3)					

CALICATA N°09 – Área de reciclaje

Registro de excavación de la Calicata N°09

Calicata : C-9
Nivel freático : No se encontro

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0	(cm)	Tipo de Excavación	Muestra Nº	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.1	0.10	A C I E L O A B I E R T O	M - 1		SC A-2-6 (0)	Arena Arcillosa con Grava Limite liquido : 32.0% Limite plástico : 19.0% Índice de plasticidad : 13.0% Humedad natural : 0.09%
0.2						
0.3						
0.4						
0.5						
0.6						
0.7						
0.8						
0.9						
1.0						
1.1						
1.2						
1.3						
1.4						
1.5	1.50					
1.6						
1.7						
1.8						

Análisis Granulométrico de la Calicata N°09

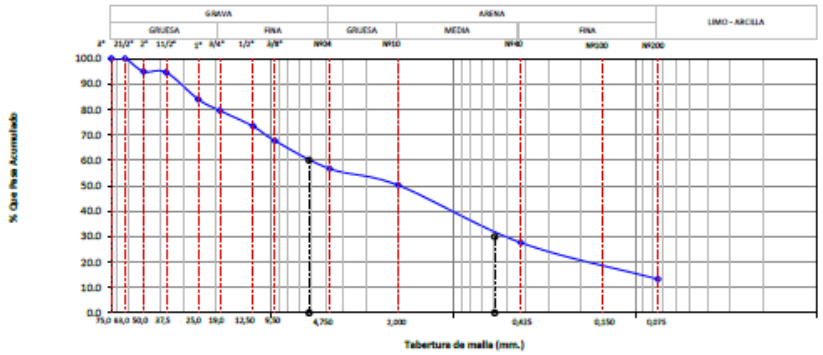
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO.
(NORMA: MTC E-107 / ASTM D 422 / AASHTO T 88)

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-9 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

TAMICES (PULG)	TAMICES (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESTRIBUSION GRANULOMERTRICA TOTAL			100 %
3"	75.000								
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
2"	50.000	165.0	5.0	5.0	95.0				
1 1/2"	37.500	12.4	0.4	5.4	94.6				
1"	25.000	345.5	10.6	16.0	84.0	% GRAVA	GRAVA GRUESA	20 %	43 %
3/4"	19.000	145.5	4.5	20.5	79.5				
1/2"	12.500	201.0	6.2	26.6	73.4		GRAVA FINA	23 %	
3/8"	9.500	185.0	5.7	32.3	67.7				
1/4"	6.300	246.0	7.5	39.8	60.2				
Nº04	4.750	114.0	3.5	43.3	56.7				
Nº08	2.360	0.0	0.0	0.0	56.7				
Nº10	2.000	56.8	6.5	49.8	50.2		ARENA GRUESA	07 %	
Nº16	1.190								
Nº20	0.850	104.5	12.0	61.8	38.2	% FINO	ARENA MEDIA	23 %	43 %
Nº30	0.600								
Nº40	0.425	92.5	10.6	72.3	27.7		ARENA FINA	14 %	
Nº50	0.300	26.5	3.0	75.4	24.6				
Nº80	0.177	40.0	4.6	80.0	20.0				
Nº100	0.150	16.8	1.9	81.9	18.1				
Nº200	0.075	42.5	4.9	86.8	13.2	% LIMO - ARCILLA		13 %	13 %
< Nº200	FONDO	115.7	13.2	100.0	0.0				

CURVA GRANULOMETRICA



Contenido de humedad de la Calicata N°09

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
(NORMA: MTC E-108 / ASTM D 2216)

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-9 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	1	2
Peso del suelo húmedo + tara	3352.8 g.	3352.8 g.
Peso del suelo seco + tara	3350.0 g.	3350.0 g.
Peso de tara	207.8 g.	207.8 g.
Peso de agua	2.8 g.	2.8 g.
Peso de suelo seco	3142.2 g.	3142.2 g.
Contenido de agua	0.09 %	0.09 %
Promedio del contenido de agua	0.09 %	

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 0.09 %

Peso volumétrico o densidad de suelo cohesivos (Método de la parafina)

PESO VOLUMÉTRICO O DENSIDAD DE SUELO COHESIVOS (Método de la parafina)
NORMA: 339.139 / BS - 1377

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-9 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DESCRIPCIÓN O CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 339.134)			
AASTHO:	A-2-6(0)	SUCS:	SC Arena arcillosa con grava

DATOS DEL ENSAYO	N° 1	N° 2
Peso de tara + suelo húmedo (g)	985.0 g.	985.0 g.
Peso de tara + suelo seco (g)	977.5 g.	977.5 g.
Peso del Agua (g)	7.5 g.	7.5 g.
Peso de tara (g)	89.5 g.	89.5 g.
Peso del suelo seco (g)	888.0 g.	888.0 g.
Porcentaje de humedad (%)	0.8 %	0.8 %
PROMEDIO RESULTADO CONT. HUMEDAD (%)	0.8 %	
Peso de la muestra al aire libre (g)	71.2 g.	
Peso de la muestra + parafina al aire libre (g)	72.1 g.	
Peso de la muestra + parafina sumergido (g)	34.5 g.	
Volumen de la muestra (cm3)	36.57 cm.³	

PESO UNITARIO HÚMEDO = 1.95 g./cm³.
PESO UNITARIO SECO = 1.93 g./cm³.

Determinación de Limites de la Calicata N°09

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS

(NORMA: MTC E-110 / E-111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89/ T 90)

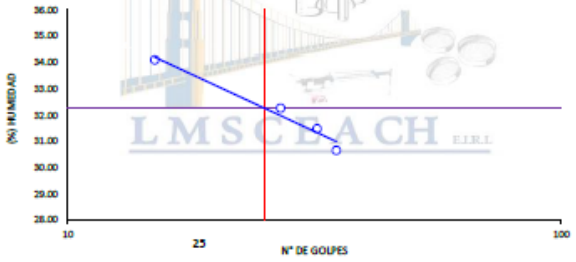
REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-9 MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 12/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
Número de capsula	A-05	A-06	A-07	A-08	T-9	T-9
Número de golpes	35	32	27	15	----	----
Peso de capsula + suelo húmedo (g)	29.50	32.5	31.40	28.6	18.96	18.96
Peso de capsula + suelo seco (g)	25.80	28.1	27.20	23.5	17.42	17.42
Peso del Agua (g)	3.7	4.4	4.2	5.1	1.54	1.54
Peso de la capsula (g)	13.73	14.12	14.18	8.54	9.40	9.40
Peso del suelo seco (g)	12.07	13.98	13.02	14.96	8.02	8.02
Porcentaje de humedad (%)	30.65	31.47	32.26	34.09	19.20	19.20

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Nota:

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40

LÍMITE LÍQUIDO = 32 %

LÍMITE PLÁSTICO = 19 %

ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 13 %

Peso específico y absorción del agregado grueso de la calicata N°09

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

NORMA: MTC E 113 / NTP 400.021 / ASTM C-127 / 12

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-9 MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 17/04/2022

GRAVEDAD ESPECÍFICA (PICNÓMETRO) DE LOS SUELOS

NORMA: MTC E-113 / NTP 339.131 / ASTM D 854

DATOS DEL GRAVEDAD ESPECÍFICA (PICNÓMETRO) DE LOS SUELOS	A	B
Nº de fiola	F-1	F-1
Peso de la fiola.	165.10 g.	165.10 g.
Peso de la muestra de suelo seco.	100.00 g.	100.00 g.
Peso de la fiola + peso de la muestra suelo seco.	265.10 g.	265.10 g.
Peso de la fiola + muestra + agua.	724.00 g.	724.00 g.
Peso de la fiola + peso de agua.	661.00 g.	661.00 g.
Temperatura del ensayo.	20.0 °C	20.0 °C
Peso específico relativo de sólidos (Gs)	2.703 g/cm³	2.703 g/cm³
Factor de corrección (k)	1.0000	1.0000
Peso específico relativo de sólidos (Gs)	2.703 g/cm³	2.703 g/cm³
Promedio Peso específico relativo de sólidos (Gs)	2.703 g/cm³	

DATOS DE LA MUESTRA				
TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM.	% Q. PASA
2"	165.0	5.5	5.5	100.0
3/4"	503.4	16.7	22.1	83.3
3/8"	386.0	12.8	34.9	70.6
N°04:	114.0	3.8	38.7	66.8
<N°04:	1853.0	61.3	100.0	0.0
PESO:	3021.4	g.		
MÉTODO "B": Procedimiento para especímenes secados al horno.				
Material pasante la malla N°04				

Porcentaje de suelo retenido en la malla 4.75 mm.	38.7 %
Porcentaje de suelo que pasa la malla 4.75 mm.	66.8 %
Peso específico de suelos retenido en el tamiz 4,75 mm. Método de ensayo ASTM C 127, corregir a 20°C	2.720 g/cm³
Peso específico de suelos que pasan el tamiz 4,75 mm. Método de ensayo MTC E-113, corregir a 20°C	2.703 g/cm³
PESO ESPECÍFICO PROMEDIO	2.569 g/cm³

CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 339.134)

CLASIFICACIÓN:

AASTHO: A-2-6(0)

SUCS: SC

DESCRIPCIÓN:

Arena arcillosa con grava

Proctor modificado y CBR de la Calicata N°09

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m3 (56000 pie-lb/pie3)).

NORMA: MTG E 115 / NTP 339.141 / ASTM D 1557

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-9 MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	1	2	3	4
Peso del suelo + molde (g)	10586	10755	10862	10842
Peso del molde (g)	6350	6350	6350	6350
Peso del suelo húmedo compactado (g)	4236	4405	4512	4492
Volumen del molde (cm3)	2114	2114	2114	2114
Peso del volumen húmedo (g/cm3)	2.004	2.084	2.134	2.125
CONTENIDO DE HUMEDAD	**1**	**2**	**3**	**4**
Peso del suelo húmedo + tara (g)	175.6	182.4	156.8	175.8
Peso del suelo seco + tara (g)	172.0	175.0	148.0	163.5
Peso de tara (g)	10.4	11.5	11.9	10.5
Peso de agua (g)	3.6	7.4	8.8	12.3
Peso de suelo seco (g)	161.6	163.5	136.1	153
Contenido de agua (%)	2.2	4.5	6.5	8.0
Peso volumétrico seco (g/cm3)	1.960	1.994	2.005	1.967

DATOS DEL TAMIZADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A,B ó C) EMPLEADO.

TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM.	% Q, PASA
2"	165.0	5.5	5.5	94.5
3/4"	503	16.7	22.1	77.9
3/8"	386.0	12.8	34.9	65.1
N°04	114.0	3.8	38.7	61.3
<N°04	1853	61.3	100.0	0.0

PESO: g-

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "C"

MOLDE UTILIZADO (pulg.) : 6

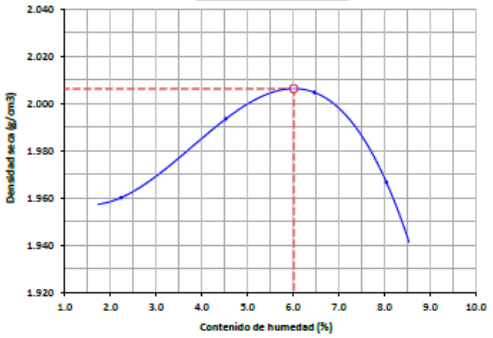
NÚMERO DE GOLPES : 56

NÚMERO DE CAPAS : 5

MÉTODO PREPARACIÓN UTILIZADO : Húmedo

DESCRIPCIÓN DEL PISÓN UTILIZADO : Manual

GRAFICO DEL PROCTOR



CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 339.134)

CLASIFICACIÓN:

AASTHO: A-2-6(0)

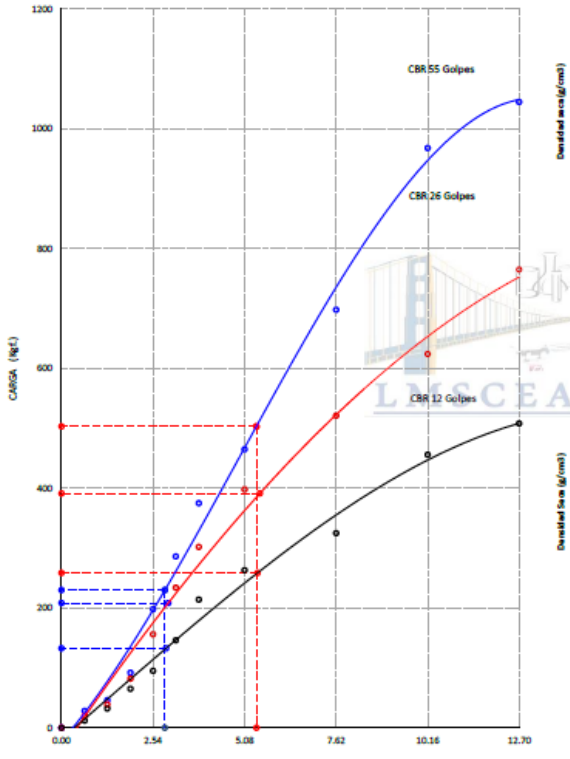
SUCS: SC

DESCRIPCIÓN:

Arena arcillosa con grava

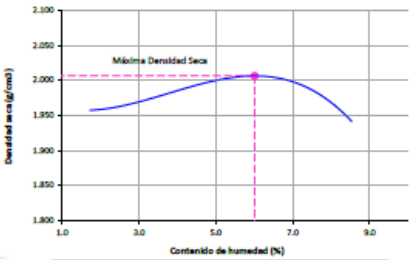
DENSIDAD MAXIMA SECA :	2.006 g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD :	6.01 %

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN



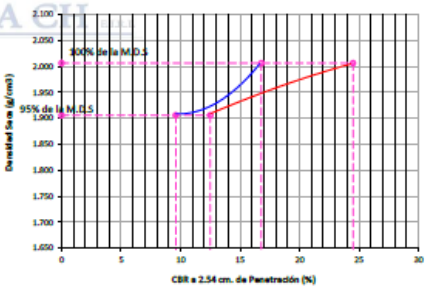
CARGA STAND. Kg./cm²	PENETRACIÓN Mm.	PENETRACIÓN Pulg.	55 GOLPES CORRECCIÓN Kg/cm2	55 GOLPES CORRECCIÓN %	26 GOLPES CORRECCIÓN Kg/cm2	26 GOLPES CORRECCIÓN %	12 GOLPES CORRECCIÓN Kg/cm2	12 GOLPES CORRECCIÓN %
70.31	2.54	0.1	10.1	16.7	10.6	15.1	6.8	9.6
105.46	5.08	0.2	23.7	24.3	19.9	18.9	13.2	12.5

GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Metodo de compactación	: "C"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 2.006 g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 06.01 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR 2.54 cm.	CBR 5.08 cm.
55	2.005 g/cm3	16.7 %	24.3 %
26	1.966 g/cm3	15.1 %	18.9 %
12	1.909 g/cm3	9.6 %	12.5 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1" 2.54 cm.	0.2" 5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	16.8 %	24.5 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	9.6 %	12.5 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

Corte Directo de la Calicata N°09

ENSAYO: SUELOS. Método de ensayo para el ensayo de corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas
REFERENCIA: N.T.P. 339.171 - 2002 / ASTM D - 3080

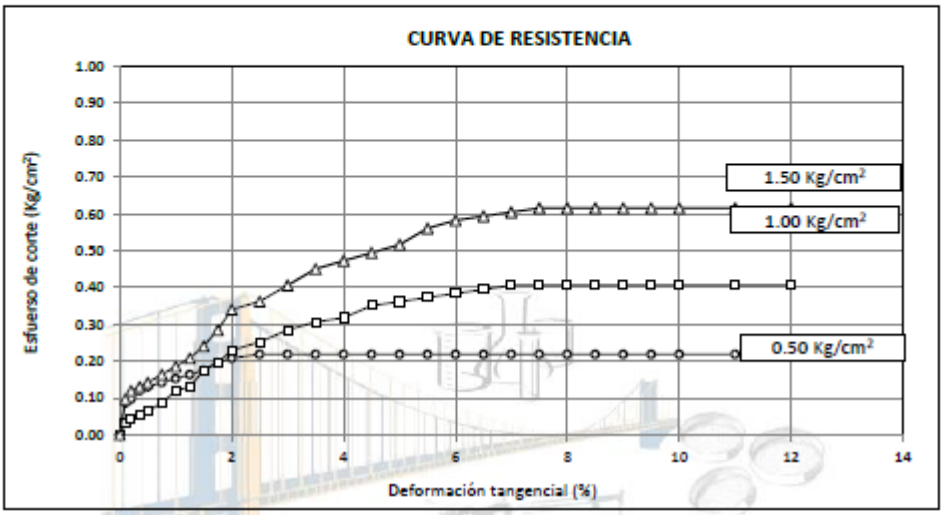
Calicata : C - 9 Profundidad : 0.80 - 1.50 mts SUCS: GC
Muestra : M - 1 Estado: Remoldeado

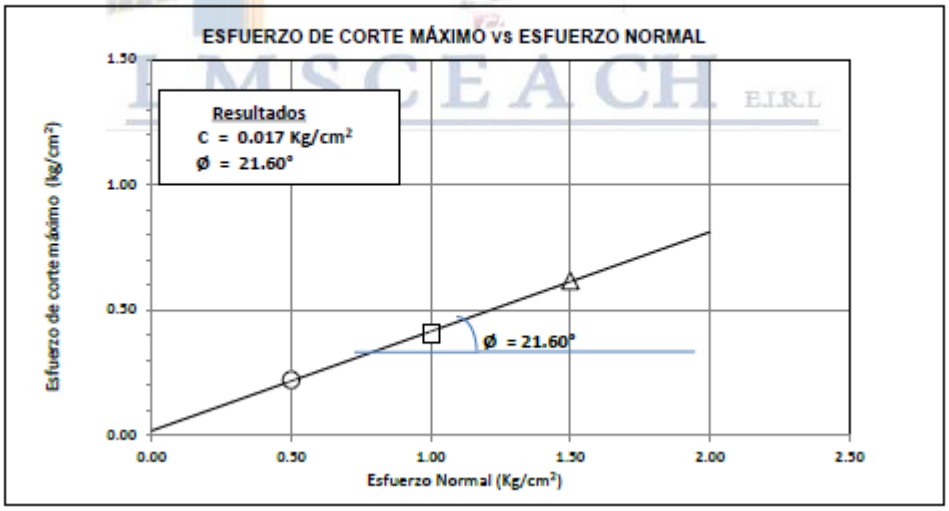
ESPECIMEN N°	DENSIDAD REMOLDEADA g/ cm³	DENSIDAD SECA g/ cm³	ESFUERZO NORMAL kg/ cm²	HUMEDAD NATURAL %	HUMEDAD ENSAYO %	ESFUERZO CORTE MÁX. kg/ cm²
N° 01	1.941	1.728	0.50	12.36	12.36	0.219
N° 02	1.912	1.788	1.00	6.92	6.92	0.406
N° 03	1.936	1.743	1.50	11.05	11.05	0.616

ESPECIMEN N°01			ESPECIMEN N°02			ESPECIMEN N°03		
DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm²)
0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
0.10	0.087	0.174	0.10	0.031	0.031	0.10	0.098	0.065
0.20	0.098	0.196	0.20	0.042	0.042	0.20	0.120	0.080
0.35	0.120	0.240	0.35	0.053	0.053	0.35	0.131	0.087
0.50	0.131	0.262	0.50	0.064	0.064	0.50	0.142	0.095
0.75	0.142	0.284	0.75	0.086	0.086	0.75	0.164	0.109
1.00	0.153	0.306	1.00	0.119	0.119	1.00	0.186	0.124
1.25	0.164	0.328	1.25	0.130	0.130	1.25	0.208	0.139
1.50	0.175	0.350	1.50	0.175	0.175	1.50	0.241	0.161
1.75	0.197	0.394	1.75	0.197	0.197	1.75	0.285	0.190
2.00	0.208	0.416	2.00	0.230	0.230	2.00	0.340	0.227
2.50	0.219	0.438	2.50	0.252	0.252	2.50	0.362	0.242
3.00	0.219	0.438	3.00	0.285	0.285	3.00	0.406	0.271
3.50	0.219	0.438	3.50	0.307	0.307	3.50	0.450	0.300
4.00	0.219	0.438	4.00	0.318	0.318	4.00	0.473	0.315
4.50	0.219	0.438	4.50	0.351	0.351	4.50	0.495	0.330
5.00	0.219	0.438	5.00	0.362	0.362	5.00	0.517	0.344
5.50	0.219	0.438	5.50	0.373	0.373	5.50	0.561	0.374
6.00	0.219	0.438	6.00	0.384	0.384	6.00	0.583	0.388
6.50	0.219	0.438	6.50	0.395	0.395	6.50	0.594	0.396
7.00	0.219	0.438	7.00	0.406	0.406	7.00	0.605	0.403
7.50	0.219	0.438	7.50	0.406	0.406	7.50	0.616	0.410
8.00	0.219	0.438	8.00	0.406	0.406	8.00	0.616	0.410
8.50	0.219	0.438	8.50	0.406	0.406	8.50	0.616	0.410
9.00	0.219	0.438	9.00	0.406	0.406	9.00	0.616	0.410
9.50	0.219	0.438	9.50	0.406	0.406	9.50	0.616	0.410
10.00	0.219	0.438	10.00	0.406	0.406	10.00	0.616	0.410
11.00	0.219	0.438	11.00	0.406	0.406	11.00	0.616	0.410
12.00	0.219	0.438	12.00	0.406	0.406	12.00	0.616	0.410

ENSAYO: SUELOS. Método de ensayo para el ensayo de corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas
REFERENCIA: N.T.P. 339.171 - 2002 / ASTM D - 3080

Calicata : C - 9 Profundidad : 0.80 - 1.50 mts SUCS: GC
Muestra : M - 1 Estado: Remoldeado





Capacidad Portante de la Calicata N°09

Calicata : C - 9 **Muestra:** M - 1 **Profundidad** : 0.80 a 1.50 mts

CIMENTACION CONTINUA

CAPACIDAD PORTANTE
(FALLA LOCAL)

$$q_d = (2/3)C \cdot N'c + Y \cdot Df \cdot N'_q + 0.5\,Y \cdot B \cdot N'_y$$

Donde:

q_d = Capacidad de Carga límite en Tm/m^2
C = Cohesiòn del suelo en Tm/m^2
Y = Peso volumètrico del suelo en Tm/m^3
Df = Profundidad de desplante de la cimentaciòn en metros
B = Ancho de la zapata, en metros
N'c N'q, N'y = Factores de carga obtenidas del gràfico

DATOS:

		Ancho de Ciment. B (m)	Larg. Ciment. L (m)	Desplante Df (m)	Qu t/m^2	Qd kg/cm^2	Qad kg/cm^2
Ø =	21.6 °						
Ø' =	14.79°						
C =	0.017	1.00		1.00	11.24	1.12	0.37
Y =	1.93	1.00		**1.50**	14.76	1.48	0.49
Nc =	12.70	1.00		**2.00**	18.96	1.9	0.63
Nq =	4.35	1.00		**3.00**	27.36	2.74	0.91
Ny =	1.46	**Factor de seguridad (FS=3)**					

CIMENTACION AISLADA

CAPACIDAD PORTANTE
(FALLA LOCAL)

$$qd = 1.3(2/3)C \cdot N'c + Y \cdot Z \cdot N'q + 0.4\,Y \cdot B \cdot N'y$$

Donde:

q_d = Capacidad de Carga límite en Tm/m^2
C = Cohesiòn del suelo en Tm/m^2
Y = Peso volumètrico del suelo en Tm/m^3
Df = Profundidad de desplante de la cimentaciòn en metros
B = Ancho de la zapata, en metros
N'c N'q, N'y = Factores de carga obtenidas del gràfico

Ancho de Ciment. B (m)	Larg. Ciment. L (m)	Desplante Df (m)	Qu t/m^2	Qd kg/cm^2	Qad kg/cm^2
1.00	1.00	1.00	11.39	1.14	0.38
1.00	1.00	**1.50**	15.59	1.56	0.52
1.00	1.00	**2.00**	19.79	1.98	0.66
1.00	1.00	**3.00**	28.19	2.82	0.94
Factor de seguridad (FS=3)					

CALICATA N°10 - Trocha carrozable

Registro de excavación de la Calicata N°10

Calicata : C-10
Nivel freático : No se encontro

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0	(cm)	Tipo de Excavación	Muestra Nº	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.1	0.10	A C I E L O A B I E R T O	M - 1		SC A-2-6 (1)	Arena Arcillosa Limite liquido : 34.0% Limite plástico : 17.0% Índice de plasticidad : 17.0% Humedad natural : 7.0%
0.2						
0.3						
0.4						
0.5						
0.6						
0.7						
0.8						
0.9						
1.0						
1.1						
1.2						
1.3						
1.4						
1.5	1.50					
1.6						
1.7						
1.8						

Análisis Granulométrico de la Calicata N°10

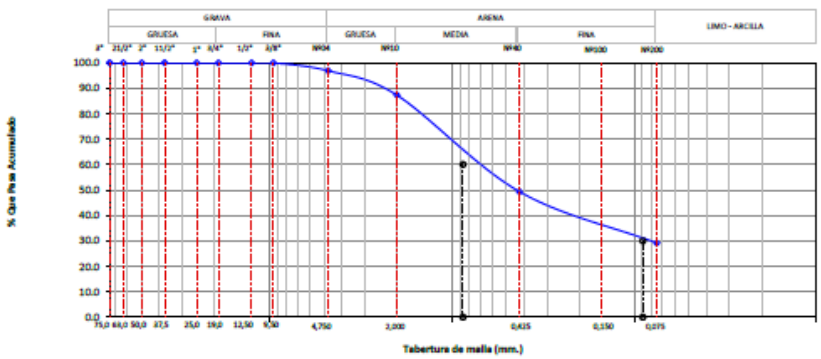
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO.
(NORMA: MTC E-107 / ASTM D 422 / AASHTO T 88)

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-10 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

TAMICES (PULG)	TAMICES (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESTRIBUSION GRANULOMERTRICA			
						TOTAL			100 %
3"	75.000					% GRAVA	GRAVA GRUESA	00 %	03 %
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0				
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0				
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0		GRAVA FINA	03 %	
1/4"	6.300	0.0	0.0	0.0	100.0				
Nº04	4.750	95.6	3.1	3.1	96.9				
Nº08	2.360	0.0	0.0	0.0	96.9	% FINO	ARENA GRUESA	10 %	68 %
Nº10	2.000	45.8	9.5	12.7	87.3				
Nº16	1.190						ARENA MEDIA	38 %	
Nº20	0.850	96.5	20.1	32.8	67.2				
Nº30	0.600								
Nº40	0.425	85.8	17.9	50.6	49.4				
Nº50	0.300	15.0	3.1	53.8	46.2		ARENA FINA	20 %	
Nº80	0.177	26.5	5.5	59.3	40.7				
Nº100	0.150	18.9	3.9	63.2	36.8				
Nº200	0.075	36.5	7.6	70.8	29.2	% LIMO - ARCILLA		29 %	29 %
< Nº200	FONDO	140.0	29.2	100.0	0.0				

CURVA GRANULOMETRICA



Contenido de humedad de la Calicata N°10

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

(NORMA: MTC E-108 / ASTM D 2216)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-10 MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	1	2
Peso del suelo húmedo + tara	652.5 g.	652.5 g.
Peso del suelo seco + tara	621.0 g.	621.0 g.
Peso de tara	207.8 g.	207.8 g.
Peso de agua	31.5 g.	31.5 g.
Peso de suelo seco	413.2 g.	413.2 g.
Contenido de agua	7.62 %	7.62 %
Promedio del contenido de agua	7.62 %	

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 7.62 %

Determinación de Limites de la Calicata N°10

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS

(NORMA: MTC E-110 / E-111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89/ T 90)

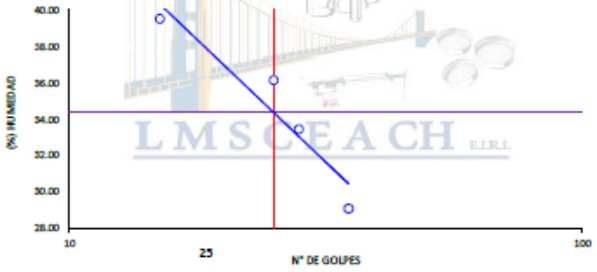
REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-10 MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 12/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
Número de capsula	A-09	A-10	A-11	A-12	T-10	T-10
Número de golpes	35	28	25	15	----	----
Peso de capsula + suelo húmedo (g)	30.40	31.1	32.40	29.6	17.80	17.80
Peso de capsula + suelo seco (g)	25.50	25.6	26.30	23.5	16.50	16.50
Peso del Agua (g)	4.9	5.5	6.1	6.1	1.30	1.3
Peso de la capsula (g)	8.66	9.16	9.42	8.06	8.75	8.75
Peso del suelo seco (g)	16.84	16.44	16.88	15.44	7.75	7.75
Porcentaje de humedad (%)	29.10	33.45	36.14	39.51	16.77	16.77

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Nota:

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40

LÍMITE LÍQUIDO = 34 %

LÍMITE PLÁSTICO = 17 %

ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 17 %

Proctor modificado y CBR de la Calicata N°10

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m3 (56000 pie-lb/pie3)).

NORMA: MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D 1557

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-10 MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	1	2	3	4
Peso del suelo + molde (g)	10686	10855	10992	11002
Peso del molde (g)	6350	6350	6350	6350
Peso del suelo húmedo compactado (g)	4336	4505	4642	4652
Volumen del molde (cm3)	2114	2114	2114	2114
Peso del volumen húmedo (g/cm3)	2.051	2.131	2.196	2.201
CONTENIDO DE HUMEDAD	**1**	**2**	**3**	**4**
Peso del suelo húmedo + tara (g)	245.5	216.5	189.8	165.8
Peso del suelo seco + tara (g)	238.0	204.5	175.0	148.9
Peso de tara (g)	10.4	11.5	11.9	10.5
Peso de agua (g)	7.5	12	14.8	16.9
Peso de suelo seco (g)	227.6	193	163.1	138.4
Contenido de agua (%)	3.3	6.2	9.1	12.2
Peso volumétrico seco (g/cm3)	1.986	2.006	2.013	1.961

DATOS DEL TAMIZADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A,B ó C) EMPLEADO.

TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM.	% Q. PASA
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	0	0.0	0.0	100.0
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0
N°04	95.6	3.1	3.1	96.9
<N°04	2966	96.9	100.0	0.0

PESO: g.

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"

MOLDE UTILIZADO (pulg.) : 4

NÚMERO DE GOLPES : 25

NÚMERO DE CAPAS : 5

MÉTODO PREPARACIÓN UTILIZADO : Húmedo

DESCRIPCIÓN DEL PISÓN UTILIZADO : Manual

CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 339.134)

CLASIFICACIÓN:

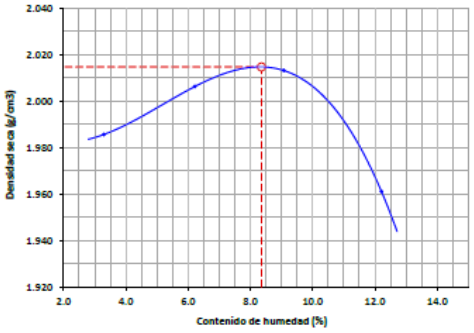
AASTHO: A-2-6(1)

SUCS: SC

DESCRIPCIÓN:

Arena arcillosa

GRAFICO DEL PROCTOR



DENSIDAD MAXIMA SECA : 2.015 g/cm3

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 8.35 %

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN

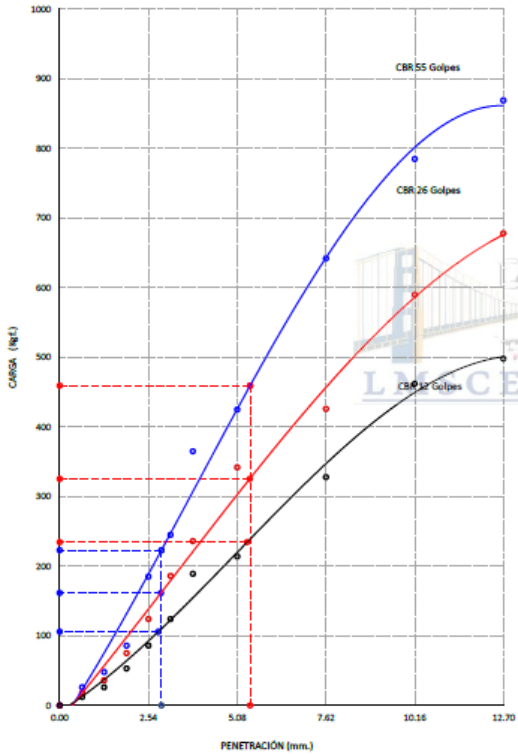
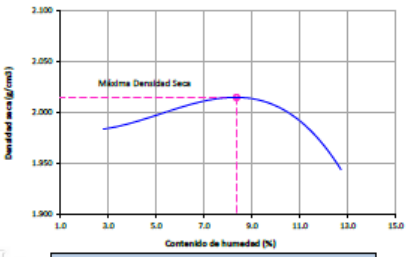
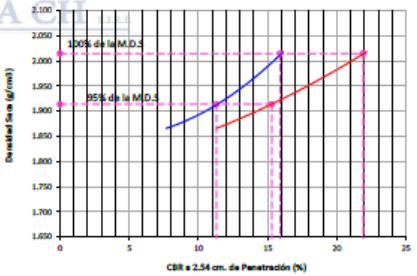


GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 2.015 g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 08.35 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR 2.54 cm.	CBR 5.08 cm.
55	2.018 g/cm3	16.1 %	22.2 %
26	1.920 g/cm3	11.7 %	15.7 %
12	1.866 g/cm3	7.7 %	11.3 %

CARGA STAND. Kg./cm²	PENETRACIÓN Mm.	PENETRACIÓN Pulg.	55 GOLPES CORRECCIÓN Kg/cm2	55 GOLPES CORRECCIÓN %	26 GOLPES CORRECCIÓN Kg/cm2	26 GOLPES CORRECCIÓN %	12 GOLPES CORRECCIÓN Kg/cm2	12 GOLPES CORRECCIÓN %
70.31	2.54	0.1	9.4	16.1	8.2	11.7	5.4	7.7
105.46	5.08	0.2	21.6	22.2	16.6	15.7	11.9	11.3

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1" 2.54 cm.	0.2" 5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	15.9 %	21.9 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	11.3 %	15.3 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

CALICATA N°11-Área de almacén, baños y vestuarios

Registro de excavación de la Calicata N°11

Calicata : C-11
Nivel freático : No se encontro

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0		(cm)	Tipo de Excavación	Muestra Nº	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
	0.1	0.10	A C I E L O A B I E R T O	M - 1		SC A-2-4 (0)	Arena Arcillosa con Grava
	0.2						Limite liquido : 23.0%
	0.3						Límite plástico : 15.0%
	0.4						Índice de plasticidad : 8.0%
	0.5						Humedad natural : 2.5%
	0.6						
	0.7						
	0.8						
	0.9						
	1.0						
	1.1						
	1.2						
	1.3						
	1.4						
	1.5	1.50					
	1.6						
	1.7						
	1.8						

Análisis Granulométrico de la Calicata N°11

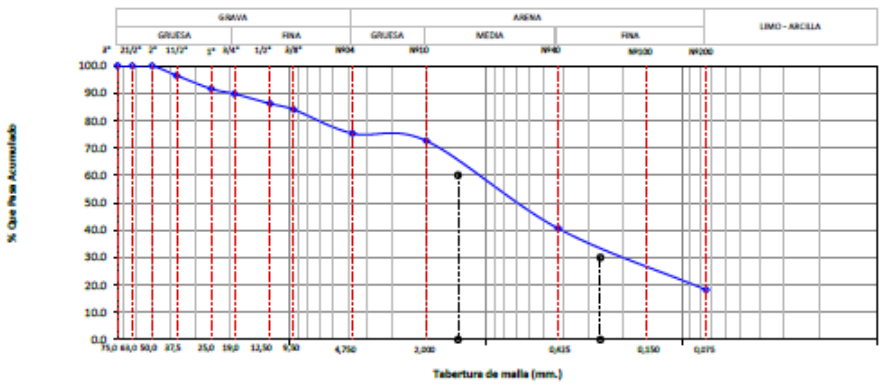
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO.
(NORMA: MTC E-107 / ASTM D 422 / AASHTO T 88)

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-11 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

TAMICES (PULG)	TAMICES (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULAD	% QUE PASA	DESTRIBUSION GRANULOMERTRICA TOTAL			100 %
3"	75.000								
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
1 1/2"	37.500	110.0	3.5	3.5	96.5				
1"	25.000	153.0	4.9	8.4	91.6	% GRAVA	GRAVA GRUESA	10 %	25 %
3/4"	19.000	58.0	1.8	10.2	89.8				
1/2"	12.500	113.0	3.6	13.8	86.2				
3/8"	9.500	67.0	2.1	15.9	84.1		GRAVA FINA	14 %	
1/4"	6.300	120.0	3.8	19.8	80.2				
Nº04	4.750	155.0	4.9	24.7	75.3				
Nº08	2.360	0.0	0.0	0.0	75.3				
Nº10	2.000	17.5	2.7	27.4	72.6		ARENA GRUESA	03 %	
Nº16	1.190								
Nº20	0.850	78.8	12.2	39.5	60.5		ARENA MEDIA	32 %	57 %
Nº30	0.600					% FINO			
Nº40	0.425	128.7	19.9	59.4	40.6				
Nº50	0.300	35.3	5.5	64.9	35.1		ARENA FINA	22 %	
Nº80	0.177	51.3	7.9	72.8	27.2				
Nº100	0.150	13.9	2.1	74.9	25.1				
Nº200	0.075	44.4	6.9	81.8	18.2	% LIMO - ARCILLA		18 %	18 %
< Nº200	FONDO	118.1	18.2	100.0	0.0				

CURVA GRANULOMETRICA



Contenido de humedad de la Calicata N°11

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
(NORMA: MTC E-108 / ASTM D 2216)

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-11 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	1	2
Peso del suelo húmedo + tara	3201.6 g.	3201.6 g.
Peso del suelo seco + tara	3130.0 g.	3130.0 g.
Peso de tara	201.6 g.	201.6 g.
Peso de agua	71.6 g.	71.6 g.
Peso de suelo seco	2928.4 g.	2928.4 g.
Contenido de agua	2.45 %	2.45 %
Promedio del contenido de agua	2.45 %	

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 2.45 %

Peso volumétrico o densidad de suelo cohesivos (Método de la parafina) de la Calicata N°11

PESO VOLUMÉTRICO O DENSIDAD DE SUELO COHESIVOS (Método de la parafina)
NORMA: 339.139 / BS - 1377

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-11 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DESCRIPCIÓN O CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 339.134)				
AASTHO:	A-2-4(0)	SUCS:	SC	Arena arcillosa con grava

DATOS DEL ENSAYO	Nº 1	Nº 2
Peso de tara + suelo húmedo (g)	1452.0 g.	1452.0 g.
Peso de tara + suelo seco (g)	1416.0 g.	1416.0 g.
Peso del Agua (g)	36.0 g.	36.0 g.
Peso de tara (g)	89.5 g.	89.5 g.
Peso del suelo seco (g)	1326.5 g.	1326.5 g.
Porcentaje de humedad (%)	2.7 %	2.7 %
PROMEDIO RESULTADO CONT. HUMEDAD (%)	2.7 %	
Peso de la muestra al aire libre (g)	60.0 g.	
Peso de la muestra + parafina al aire libre (g)	62.0 g.	
Peso de la muestra + parafina sumergido (g)	26.0 g.	
Volumen de la muestra (cm3)	33.70 cm.³	

PESO UNITARIO HÚMEDO = 1.78 g./cm³.
PESO UNITARIO SECO = 1.73 g./cm³.

Determinación de Limites de la Calicata N°11

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS

(NORMA: MTC E-110 / E-111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89/ T 90)

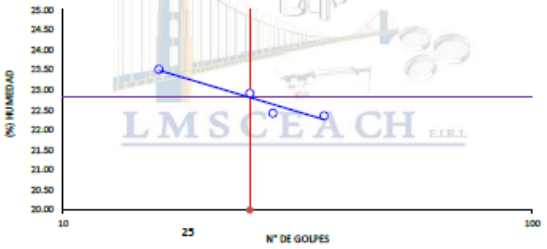
REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-11 MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 12/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
Número de capsula	A-01	A-02	A-03	A-04	T-11	T-11
Número de golpes	36	28	25	16	----	----
Peso de capsula + suelo húmedo (g)	49.94	31.1	47.91	27.59	20.26	20.26
Peso de capsula + suelo seco (g)	45.93	27	44.29	24.12	19.40	19.40
Peso del Agua (g)	4.01	4.1	3.62	3.47	0.86	0.86
Peso de la capsula (g)	27.99	8.71	28.49	9.36	13.66	13.66
Peso del suelo seco (g)	17.94	18.29	15.80	14.76	5.74	5.74
Porcentaje de humedad (%)	22.35	22.42	22.91	23.51	14.98	14.98

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Nota:

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40

LÍMITE LÍQUIDO = 23 %

LÍMITE PLÁSTICO = 15 %

ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 8 %

Peso específico y absorción del agregado grueso de la calicata N°11

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

NORMA: MTC E 113 / NTP 400.021 / ASTM C-127 / 12

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-11 MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 17/04/2022

GRAVEDAD ESPECÍFICA (PICNÓMETRO) DE LOS SUELOS

NORMA: MTC E-113 / NTP 339.131 / ASTM D 854

DATOS DEL GRAVEDAD ESPECÍFICA (PICNÓMETRO) DE LOS SUELOS	A	B
Nº de fiola	F-1	F-1
Peso de la fiola.	168.10 g.	168.10 g.
Peso de la muestra de suelo seco.	100.00 g.	100.00 g.
Peso de la fiola + peso de la muestra suelo seco.	268.10 g.	268.10 g.
Peso de la fiola + muestra + agua.	722.00 g.	722.00 g.
Peso de la fiola + peso de agua.	661.00 g.	661.00 g.
Temperatura del ensayo.	20.0 °C	20.0 °C
Peso específico relativo de sólidos (Gs)	2.564 g/cm³	2.564 g/cm³
Factor de corrección (k)	1.0000	1.0000
Peso específico relativo de sólidos (Gs)	2.564 g/cm³	2.564 g/cm³
Promedio Peso específico relativo de sólidos (Gs)	2.564 g/cm³	

DATOS DE LA MUESTRA				
TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM.	% Q. PASA
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	321.0	10.6	10.6	89.4
3/8"	180.0	6.0	16.6	83.4
Nº04:	155.0	5.1	21.7	78.3
<Nº04:	2367.4	78.3	100.0	0.0

PESO: 3023.4 g.

MÉTODO "B": Procedimiento para especímenes secados al horno.

Material pasante la malla Nº04

Porcentaje de suelo retenido en la malla 4.75 mm.	21.7 %
Porcentaje de suelo que pasa la malla 4.75 mm.	78.3 %
Peso específico de suelos retenido en el tamiz 4,75 mm. Método de ensayo ASTM C 127, corregir a 20ºC	2.720 g/cm³
Peso específico de suelos que pasan el tamiz 4,75 mm. Método de ensayo MTC E-113, corregir a 20ºC	2.564 g/cm³
PESO ESPECÍFICO PROMEDIO	2.596 g/cm³

CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 339.134)

CLASIFICACIÓN:

AASTHO: A-2-4(0)

SUCS: SC

DESCRIPCIÓN:

Arena arcillosa con grava

Proctor modificado y CBR de la Calicata N°11

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m3 (56000 pie-lb/pie3)).

NORMA: MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D 1557

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-11 MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	1	2	3	4
Peso del suelo + molde (g)	10598	10755	10892	10902
Peso del molde (g)	6350	6350	6350	6350
Peso del suelo húmedo compactado (g)	4248	4405	4542	4552
Volumen del molde (cm3)	2114	2114	2114	2114
Peso del volumen húmedo (g/cm3)	2.009	2.084	2.149	2.153
CONTENIDO DE HUMEDAD	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara (g)	215.6	198.5	175.8	198.5
Peso del suelo seco + tara (g)	210.0	190.0	166.2	184.0
Peso de tara (g)	10.4	11.5	11.9	10.5
Peso de agua (g)	5.6	8.5	9.6	14.5
Peso de suelo seco (g)	199.6	178.5	154.3	173.5
Contenido de agua (%)	2.8	4.8	6.2	8.4
Peso volumétrico seco (g/cm3)	1.955	1.989	2.023	1.987

DATOS DEL TAMIZADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A,B ó C) EMPLEADO.

TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM.	% Q, PASA
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	321	10.6	10.6	89.4
3/8"	180.0	6.0	16.6	83.4
Nº04	155.0	5.1	21.7	78.3
<Nº04	2367	78.3	100.0	0.0

PESO: 5-

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "B"

MOLDE UTILIZADO (pulg.) : 4

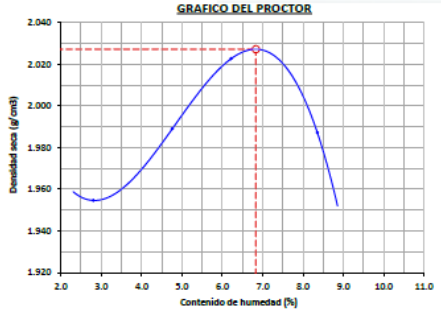
NÚMERO DE GOLPES : 25

NÚMERO DE CAPAS : 5

MÉTODO PREPARACIÓN UTILIZADO : Húmedo

DESCRIPCIÓN DEL PISÓN UTILIZADO : Manual

GRAFICO DEL PROCTOR



CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 339.134)

CLASIFICACIÓN:

AASTHO: A-2-4(0)

SUCS: SC

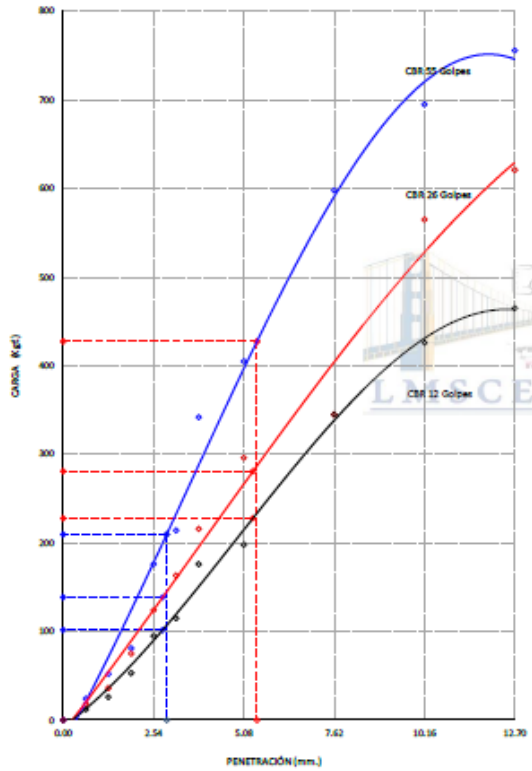
DESCRIPCIÓN:

Arena arcillosa con grava

DENSIDAD MAXIMA SECA : 2.027 g/cm3

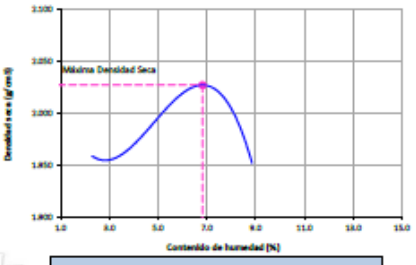
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 6.83 %

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN



CARGA STAND. Kg./cm²	PENETRACIÓN Mm.	PENETRACIÓN Pulg.	55 GOLPES CORRECCIÓN Kg/cm2	55 GOLPES CORRECCIÓN %	26 GOLPES CORRECCIÓN Kg/cm2	26 GOLPES CORRECCIÓN %	12 GOLPES CORRECCIÓN Kg/cm2	12 GOLPES CORRECCIÓN %
70.31	2.54	0.1	9.0	15.2	7.1	10.0	5.2	7.4
105.46	5.08	0.2	20.6	20.6	14.3	13.6	11.6	11.0

GRAFICO DEL PROCTOR



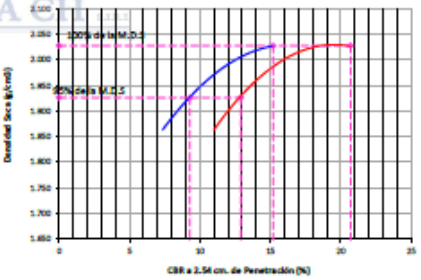
Valor del Proctor:

Método de compactación : "B"

MÁXIMA DENSIDAD SECA : 2.027 g/cm3

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 06.83 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR 2.54 cm.	CBR 5.08 cm.
55	2.027 g/cm3	15.2 %	20.6 %
26	1.948 g/cm3	10.0 %	13.6 %
12	1.863 g/cm3	7.4 %	11.0 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1" 2.54 cm.	0.2" 5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	15.2 %	20.7 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	9.3 %	12.9 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

Corte Directo de la Calicata N°11

ENSAYO: SUELOS. Método de ensayo para el ensayo de corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas
REFERENCIA: N.T.P. 339.171 - 2002 / ASTM D - 3080

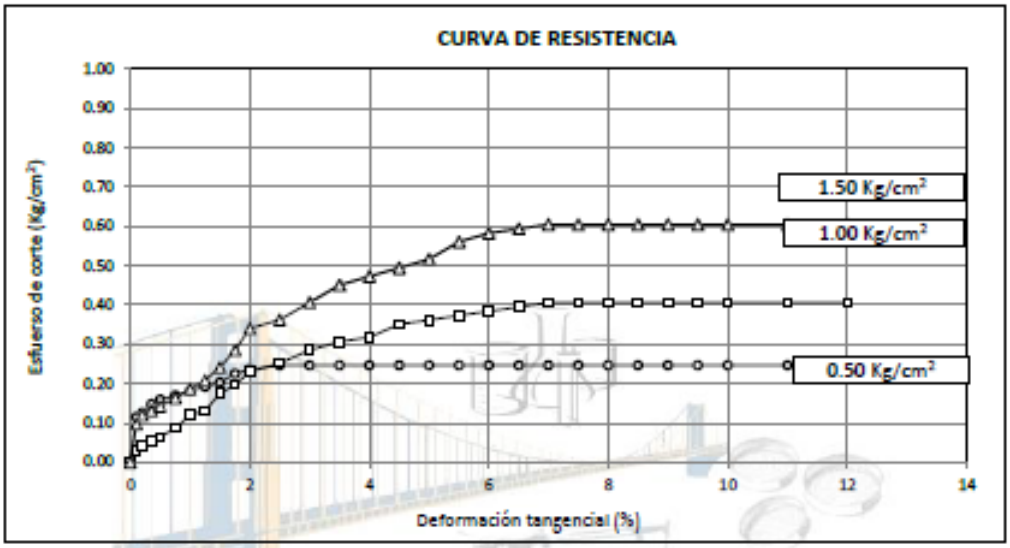
Calicata : C - 11 Profundidad : 0.80 - 1.50 mts SUCS: SC
Muestra : M - 1 Estado: Remoldeado

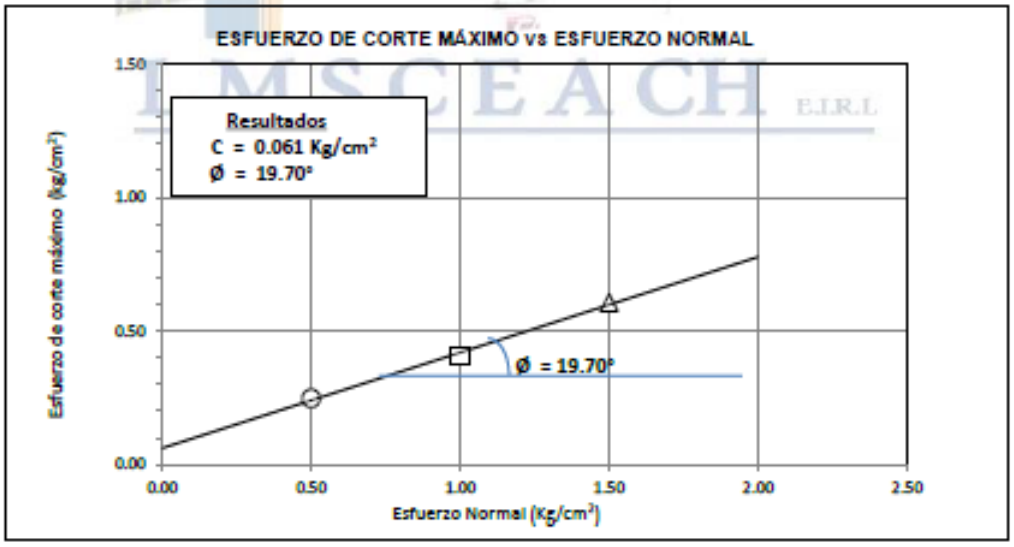
ESPECIMEN N°	DENSIDAD REMOLDEADA g/ cm³	DENSIDAD SECA g/ cm³	ESFUERZO NORMAL kg/ cm²	HUMEDAD NATURAL %	HUMEDAD ENSAYO %	ESFUERZO CORTE MÁX. kg/ cm²
N° 01	1.941	1.728	0.50	12.36	12.36	0.247
N° 02	1.912	1.788	1.00	6.92	6.92	0.406
N° 03	1.936	1.743	1.50	11.05	11.05	0.605

ESPECIMEN N°01			ESPECIMEN N°02			ESPECIMEN N°03		
DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm²)
0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
0.10	0.115	0.229	0.10	0.031	0.031	0.10	0.098	0.065
0.20	0.126	0.251	0.20	0.042	0.042	0.20	0.120	0.080
0.35	0.148	0.295	0.35	0.053	0.053	0.35	0.131	0.087
0.50	0.159	0.317	0.50	0.064	0.064	0.50	0.142	0.095
0.75	0.170	0.340	0.75	0.086	0.086	0.75	0.164	0.109
1.00	0.181	0.362	1.00	0.119	0.119	1.00	0.186	0.124
1.25	0.192	0.384	1.25	0.130	0.130	1.25	0.208	0.139
1.50	0.203	0.406	1.50	0.175	0.175	1.50	0.241	0.161
1.75	0.225	0.450	1.75	0.197	0.197	1.75	0.285	0.190
2.00	0.236	0.472	2.00	0.230	0.230	2.00	0.340	0.227
2.50	0.247	0.494	2.50	0.252	0.252	2.50	0.362	0.242
3.00	0.247	0.494	3.00	0.285	0.285	3.00	0.406	0.271
3.50	0.247	0.494	3.50	0.307	0.307	3.50	0.450	0.300
4.00	0.247	0.494	4.00	0.318	0.318	4.00	0.473	0.315
4.50	0.247	0.494	4.50	0.351	0.351	4.50	0.495	0.330
5.00	0.247	0.494	5.00	0.362	0.362	5.00	0.517	0.344
5.50	0.247	0.494	5.50	0.373	0.373	5.50	0.561	0.374
6.00	0.247	0.494	6.00	0.384	0.384	6.00	0.583	0.388
6.50	0.247	0.494	6.50	0.395	0.395	6.50	0.594	0.396
7.00	0.247	0.494	7.00	0.406	0.406	7.00	0.605	0.403
7.50	0.247	0.494	7.50	0.406	0.406	7.50	0.605	0.403
8.00	0.247	0.494	8.00	0.406	0.406	8.00	0.605	0.403
8.50	0.247	0.494	8.50	0.406	0.406	8.50	0.605	0.403
9.00	0.247	0.494	9.00	0.406	0.406	9.00	0.605	0.403
9.50	0.247	0.494	9.50	0.406	0.406	9.50	0.605	0.403
10.00	0.247	0.494	10.00	0.406	0.406	10.00	0.605	0.403
11.00	0.247	0.494	11.00	0.406	0.406	11.00	0.605	0.403
12.00	0.247	0.494	12.00	0.406	0.406	12.00	0.605	0.403

ENSAYO: SUELOS. Método de ensayo para el ensayo de corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas
REFERENCIA: N.T.P. 339.171 - 2002 / ASTM D - 3080

Calicata : C - 11 Profundidad : 0.80 - 1.50 mts SUCS: SC
Muestra : M - 1 Estado: Remoldeado





Capacidad Portante de la Calicata N°11

Calicata : C - 11 **Muestra:** M - 1 **Profundidad** : 0.80 a 1.50 mts

CIMENTACION CONTINUA

CAPACIDAD PORTANTE
(FALLA LOCAL)

$$q_d = (2/3)C \,.\, N'c + Y \,.\, Df \,.\, N'_q + 0.5\, Y \,.\, B \,.\, N'_y$$

Donde:

q_d = Capacidad de Carga límite en Tm/m^2
C = Cohesiòn del suelo en Tm/m^2
Y = Peso volumètrico del suelo en Tm/m^3
Df = Profundidad de desplante de la cimentaciòn en metros
B = Ancho de la zapata, en metros
N'c N'q, N'y = Factores de carga obtenidas del gràfico

DATOS:

		Ancho de Ciment. B (m)	Larg. Ciment. L (m)	Desplante Df (m)	Qu t/m^2	Qd kg/cm^2	Qad kg/cm^2
Ø =	19.7 °						
Ø' =	13.43°						
C =	0.061	1.00		1.00	12.26	1.23	0.41
Y =	1.73	1.00		**1.50**	15.14	1.51	0.50
Nc =	11.70	1.00		**2.00**	18.42	1.84	0.61
Nq =	3.79	1.00		**3.00**	24.98	2.5	0.83
Ny =	1.08	**Factor de seguridad (FS=3)**					

CIMENTACION AISLADA

CAPACIDAD PORTANTE
(FALLA LOCAL)

$$qd = 1.3(2/3)C \,.\, N'c + Y \,.\, Z \,.\, N'q + 0.4\, Y \,.\, B \,.\, N'y$$

Donde:

q_d = Capacidad de Carga límite en Tm/m^2
C = Cohesiòn del suelo en Tm/m^2
Y = Peso volumètrico del suelo en Tm/m^3
Df = Profundidad de desplante de la cimentaciòn en metros
B = Ancho de la zapata, en metros
N'c N'q, N'y = Factores de carga obtenidas del gràfico

Ancho de Ciment. B (m)	Larg. Ciment. L (m)	Desplante Df (m)	Qu t/m^2	Qd kg/cm^2	Qad kg/cm^2
1.00	1.00	1.00	13.5	1.35	0.45
1.00	1.00	**1.50**	16.78	1.68	0.56
1.00	1.00	**2.00**	20.06	2.01	0.67
1.00	1.00	**3.00**	26.62	2.66	0.89
Factor de seguridad (FS=3)					

CALICATA N°12-Área administrativa

Registro de excavación de la Calicata N°12

Calicata : C-12
Nivel freático : No se encontro

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0	(cm)	Tipo de Excavación	Muestra Nº	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.1	0.10	A C I E L O A B I E R T O	M - 1		SC A-2-4 (0)	Arena Arcillosa con Grava Limite liquido : 24.0% Limite plástico : 15.0% Índice de plasticidad : 9.0% Humedad natural : 3.3%
0.2						
0.3						
0.4						
0.5						
0.6						
0.7						
0.8						
0.9						
1.0						
1.1						
1.2						
1.3						
1.4						
1.5	1.50					
1.6						
1.7						
1.8						

Análisis Granulométrico de la Calicata N°12

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO.
(NORMA: MTC E-107 / ASTM D 422 / AASHTO T 88)

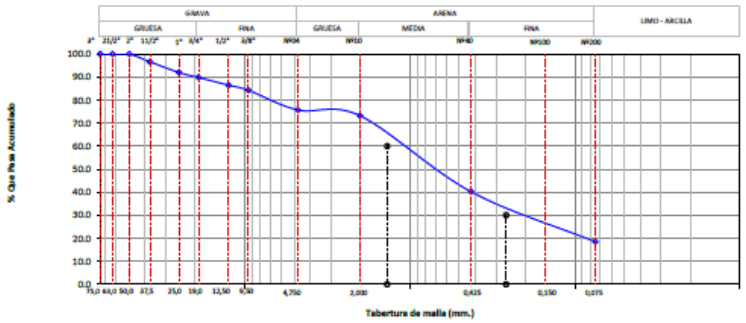
REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-12 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

TAMICES (PULG)	TAMICES (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULAD	% QUE PASA
3"	75.000				
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	105.0	3.4	3.4	96.6
1"	25.000	145.0	4.6	8.0	92.0
3/4"	19.000	68.0	2.2	10.2	89.8
1/2"	12.500	104.0	3.3	13.5	86.5
3/8"	9.500	69.0	2.2	15.7	84.3
1/4"	6.300	142.0	4.5	20.3	79.7
Nº04	4.750	126.0	4.0	24.3	75.7
Nº08	2.360	0.0	0.0	0.0	75.7
Nº10	2.000	15.9	2.5	26.8	73.2
Nº16	1.190				
Nº20	0.850	79.0	12.4	39.1	60.9
Nº30	0.600				
Nº40	0.425	132.0	20.6	59.8	40.2
Nº50	0.300	36.0	5.6	65.4	34.6
Nº80	0.177	45.0	7.0	72.5	27.5
Nº100	0.150	12.0	1.9	74.3	25.7
Nº200	0.075	46.0	7.2	81.5	18.5
< Nº200	FONDO	118.1	18.5	100.0	0.0

DESTRIBUSION GRANULOMERTRICA			
TOTAL			100 %
% GRAVA	GRAVA GRUESA	10 %	24 %
	GRAVA FINA	14 %	
% FINO	ARENA GRUESA	02 %	57 %
	ARENA MEDIA	33 %	
	ARENA FINA	22 %	
% LIMO - ARCILLA		18 %	18 %

CURVA GRANULOMETRICA



Contenido de humedad de la Calicata N°12

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

(NORMA: MTC E-108 / ASTM D 2216)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-12 MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	1	2
Peso del suelo húmedo + tara	3121.6 g.	3121.6 g.
Peso del suelo seco + tara	3030.0 g.	3030.0 g.
Peso de tara	215.0 g.	215.0 g.
Peso de agua	91.6 g.	91.6 g.
Peso de suelo seco	2815.0 g.	2815.0 g.
Contenido de agua	3.25 %	3.25 %
Promedio del contenido de agua	3.25 %	

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 3.25 %

Peso volumétrico o densidad de suelo cohesivos (Método de la parafina) de la Calicata N°12

PESO VOLUMÉTRICO O DENSIDAD DE SUELO COHESIVOS (Método de la parafina)

NORMA: 339.139 / BS - 1377

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-12 MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DESCRIPCIÓN O CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 339.134)			
AASTHO:	A-2-4(0)	SUCS:	SC Arena arcillosa con grava

DATOS DEL ENSAYO	N° 1	N° 2
Peso de tara + suelo húmedo (g)	500.0 g.	500.0 g.
Peso de tara + suelo seco (g)	486.0 g.	486.0 g.
Peso del Agua (g)	14.0 g.	14.0 g.
Peso de tara (g)	89.5 g.	89.5 g.
Peso del suelo seco (g)	396.5 g.	396.5 g.
Porcentaje de humedad (%)	3.5 %	3.5 %
PROMEDIO RESULTADO CONT. HUMEDAD (%)	3.5 %	
Peso de la muestra al aire libre (g)	65.9 g.	
Peso de la muestra + parafina al aire libre (g)	68.0 g.	
Peso de la muestra + parafina sumergido (g)	29.0 g.	
Volumen de la muestra (cm3)	36.59 cm.³	

PESO UNITARIO HÚMEDO = 1.80 g./cm³.

PESO UNITARIO SECO = 1.74 g./cm³.

Determinación de Limites de la Calicata N°12

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS

(NORMA: MTC E-110 / E-111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89/ T 90)

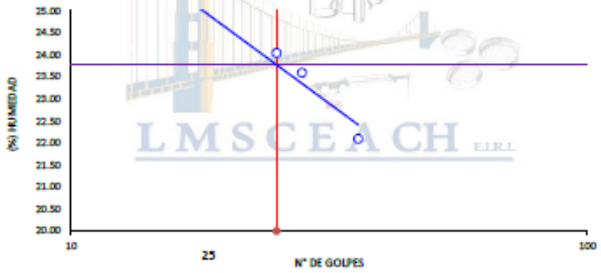
REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-12 MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 12/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
Número de capsula	A-05	A-06	A-07	A-08	T-12	T-12
Número de golpes	36	28	25	16	----	----
Peso de capsula + suelo húmedo (g)	38.60	35.6	24.50	26.4	18.90	18.90
Peso de capsula + suelo seco (g)	34.10	31.5	22.50	22.8	17.50	17.50
Peso del Agua (g)	4.5	4.1	2	3.6	1.40	1.4
Peso de la capsula (g)	13.73	14.12	14.18	8.54	8.12	8.12
Peso del suelo seco (g)	20.37	17.38	8.32	14.26	9.38	9.38
Porcentaje de humedad (%)	22.09	23.59	24.04	25.25	14.93	14.93

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Nota:

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40

LÍMITE LÍQUIDO = 24 %

LÍMITE PLÁSTICO = 15 %

ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 9 %

Peso específico y absorción del agregado grueso de la calicata N°12

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

NORMA: MTC E 113 / NTP 400.021 / ASTM C-127 / 12

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-12 MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 17/04/2022

GRAVEDAD ESPECÍFICA (PICNÓMETRO) DE LOS SUELOS

NORMA: MTC E-113 / NTP 339.131 / ASTM D 854

DATOS DEL GRAVEDAD ESPECÍFICA (PICNÓMETRO) DE LOS SUELOS	A	B	DATOS DE LA MUESTRA				
Nº de fiola	F-1	F-1	TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM.	% Q. PASA
Peso de la fiola.	165.70 g.	165.70 g.	2"	0.0	0.0	0.0	100.0
Peso de la muestra de suelo seco.	100.00 g.	100.00 g.	3/4"	318.0	10.7	10.7	89.3
Peso de la fiola + peso de la muestra suelo seco.	265.70 g.	265.70 g.	3/8"	173.0	5.8	16.5	83.5
Peso de la fiola + muestra + agua.	721.00 g.	721.00 g.	N°04:	126.0	4.2	20.7	79.3
Peso de la fiola + peso de agua.	660.00 g.	660.00 g.	<N°04:	2364.4	79.3	100.0	0.0
Temperatura del ensayo.	20.0 °C	20.0 °C	PESO:	2981.4	g.		
Peso específico relativo de sólidos (Gs)	2.564 g/cm³	2.564 g/cm³	MÉTODO "B": Procedimiento para especímenes secados al horno.				
Factor de corrección (k)	1.0000	1.0000	Material pasante la malla N°04				
Peso específico relativo de sólidos (Gs)	2.564 g/cm³	2.564 g/cm³					
Promedio Peso específico relativo de sólidos (Gs)	2.564 g/cm³						

Porcentaje de suelo retenido en la malla 4.75 mm.	20.7 %	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 339.134)
Porcentaje de suelo que pasa la malla 4.75 mm.	79.3 %	
Peso específico de suelos retenido en el tamiz 4,75 mm. Método de ensayo ASTM C 127, corregir a 20°C	2.720 g/cm³	CLASIFICACIÓN:
Peso específico de suelos que pasan el tamiz 4,75 mm. Método de ensayo MTC E-113, corregir a 20°C	2.564 g/cm³	AASTHO: A-2-4(0) SUCS: SC
PESO ESPECÍFICO PROMEDIO	2.595 g/cm³	DESCRIPCIÓN: Arena arcillosa con grava

Proctor modificado y CBR de la Calicata N°12

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m3 (56000 pie-lb/pie3)).

NORMA: MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D 1557

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-12 MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	1	2	3	4
Peso del suelo + molde (g)	10598	10785	10822	10862
Peso del molde (g)	6350	6350	6350	6350
Peso del suelo húmedo compactado (g)	4248	4435	4472	4512
Volumen del molde (cm3)	2114	2114	2114	2114
Peso del volumen húmedo (g/cm3)	2.009	2.098	2.115	2.134
CONTENIDO DE HUMEDAD	**1**	**2**	**3**	**4**
Peso del suelo húmedo + tara (g)	325.0	245.0	214.0	226.0
Peso del suelo seco + tara (g)	315.0	233.5	200.5	208.0
Peso de tara (g)	10.4	11.5	11.9	10.5
Peso de agua (g)	10	11.5	13.5	18
Peso de suelo seco (g)	304.6	222	188.6	197.5
Contenido de agua (%)	3.3	5.2	7.2	9.1
Peso volumétrico seco (g/cm3)	1.946	1.995	1.974	1.956

DATOS DEL TAMIZADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A,B ó C) EMPLEADO.				
TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM.	% Q. PASA
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	318	10.7	10.7	89.3
3/8"	173.0	5.8	16.5	83.5
N°04	126.0	4.2	20.7	79.3
<N°04	2364	79.3	100.0	0.0

PESO: g.

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "B"

MOLDE UTILIZADO (pulg.) : 4

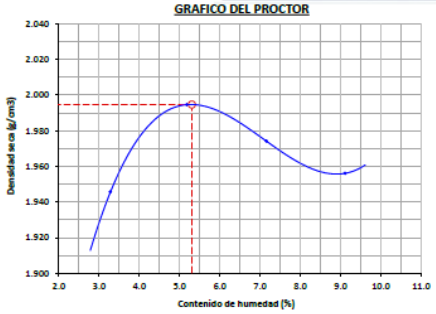
NÚMERO DE GOLPES : 25

NÚMERO DE CAPAS : 5

MÉTODO PREPARACIÓN UTILIZADO : Húmedo

DESCRIPCIÓN DEL PISÓN UTILIZADO : Manual

GRAFICO DEL PROCTOR



CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 339.134)

CLASIFICACIÓN:

AASTHO: A-2-4(0)

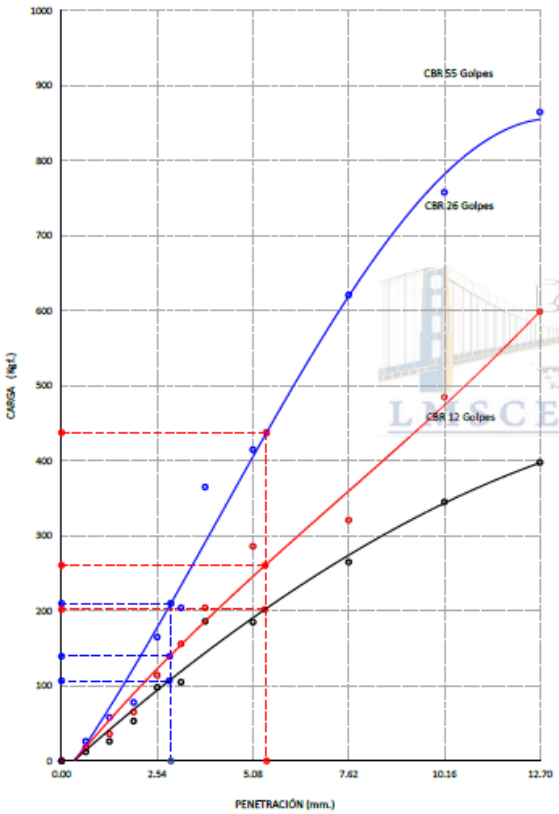
SUCS: SC

DESCRIPCIÓN:

Arena arcillosa con grava

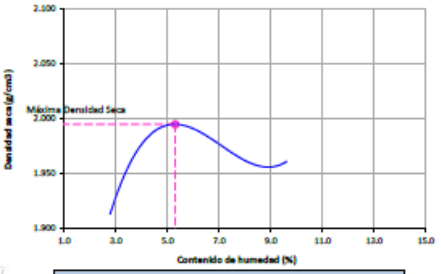
DENSIDAD MAXIMA SECA :	1.995 g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD :	5.31 %

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN



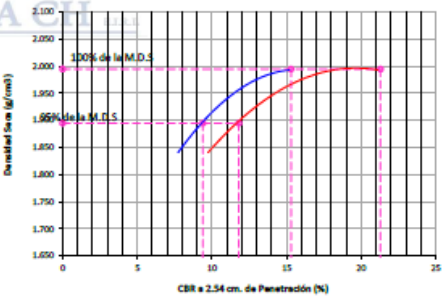
CARGA STAND. Kg./cm²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
	Mm.	Pulg.	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%
70.31	2.54	0.1	8.4	15.2	7.1	10.1	5.4	7.7
105.46	5.08	0.2	21.1	21.1	13.3	12.6	10.3	9.7

GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "B"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.995 g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 05.31 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR 2.54 cm.	CBR 5.08 cm.
55	1.993 g/cm3	15.2 %	21.1 %
26	1.917 g/cm3	10.1 %	12.6 %
12	1.841 g/cm3	7.7 %	9.7 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1" 2.54 cm.	0.2" 5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	15.3 %	21.3 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	9.4 %	11.8 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

Corte Directo de la Calicata N°12

ENSAYO: SUELOS. Método de ensayo para el ensayo de corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas
REFERENCIA: N.T.P. 339.171 - 2002 / ASTM D - 3080

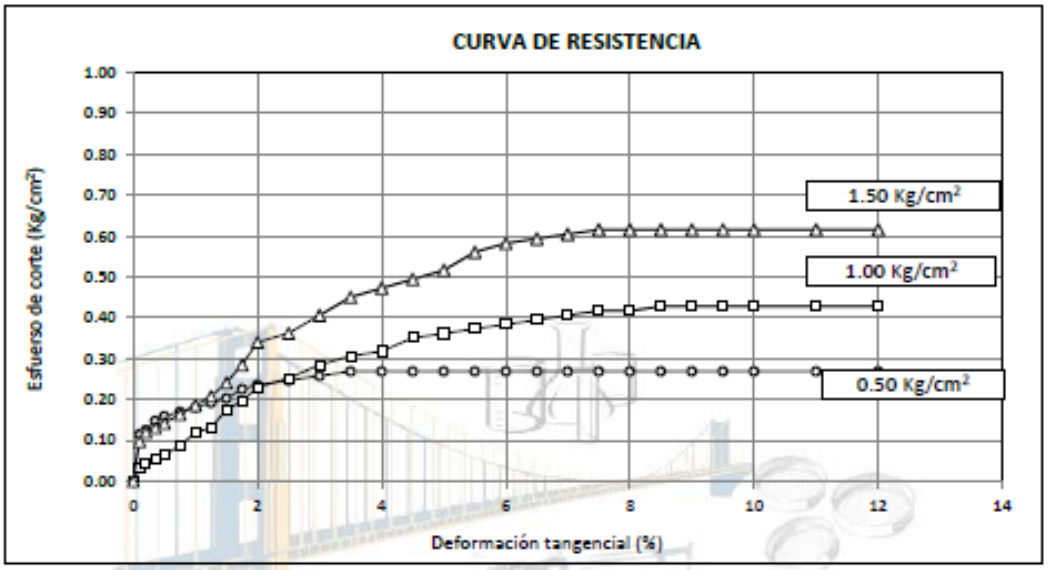
Calicata : C - 12 Profundidad : 0.80 - 1.50 mts SUCS: SC
Muestra : M - 1 Estado: Remoldeado

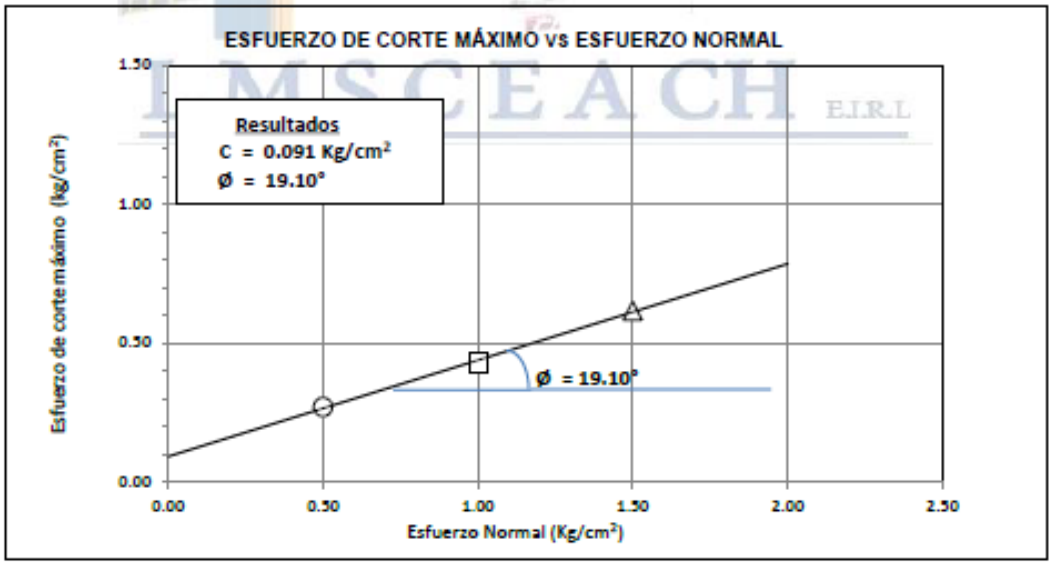
ESPECIMEN N°	DENSIDAD REMOLDEADA g/ cm³	DENSIDAD SECA g/ cm³	ESFUERZO NORMAL kg/ cm²	HUMEDAD NATURAL %	HUMEDAD ENSAYO %	ESFUERZO CORTE MÁX. kg/ cm²
N° 01	1.927	1.731	0.50	11.31	11.31	0.269
N° 02	1.926	1.823	1.00	5.61	5.61	0.428
N° 03	1.949	1.733	1.50	12.52	12.52	0.616

ESPECIMEN N°01			ESPECIMEN N°02			ESPECIMEN N°03		
DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm²)
0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
0.10	0.115	0.229	0.10	0.031	0.031	0.10	0.098	0.065
0.20	0.126	0.251	0.20	0.042	0.042	0.20	0.120	0.080
0.35	0.148	0.295	0.35	0.053	0.053	0.35	0.131	0.087
0.50	0.159	0.317	0.50	0.064	0.064	0.50	0.142	0.095
0.75	0.170	0.340	0.75	0.086	0.086	0.75	0.164	0.109
1.00	0.181	0.362	1.00	0.119	0.119	1.00	0.186	0.124
1.25	0.192	0.384	1.25	0.130	0.130	1.25	0.208	0.139
1.50	0.203	0.406	1.50	0.175	0.175	1.50	0.241	0.161
1.75	0.225	0.450	1.75	0.197	0.197	1.75	0.285	0.190
2.00	0.236	0.472	2.00	0.230	0.230	2.00	0.340	0.227
2.50	0.247	0.494	2.50	0.252	0.252	2.50	0.362	0.242
3.00	0.258	0.516	3.00	0.285	0.285	3.00	0.406	0.271
3.50	0.269	0.538	3.50	0.307	0.307	3.50	0.450	0.300
4.00	0.269	0.538	4.00	0.318	0.318	4.00	0.473	0.315
4.50	0.269	0.538	4.50	0.351	0.351	4.50	0.495	0.330
5.00	0.269	0.538	5.00	0.362	0.362	5.00	0.517	0.344
5.50	0.269	0.538	5.50	0.373	0.373	5.50	0.561	0.374
6.00	0.269	0.538	6.00	0.384	0.384	6.00	0.583	0.388
6.50	0.269	0.538	6.50	0.395	0.395	6.50	0.594	0.396
7.00	0.269	0.538	7.00	0.406	0.406	7.00	0.605	0.403
7.50	0.269	0.538	7.50	0.417	0.417	7.50	0.616	0.410
8.00	0.269	0.538	8.00	0.417	0.417	8.00	0.616	0.410
8.50	0.269	0.538	8.50	0.428	0.428	8.50	0.616	0.410
9.00	0.269	0.538	9.00	0.428	0.428	9.00	0.616	0.410
9.50	0.269	0.538	9.50	0.428	0.428	9.50	0.616	0.410
10.00	0.269	0.538	10.00	0.428	0.428	10.00	0.616	0.410
11.00	0.269	0.538	11.00	0.428	0.428	11.00	0.616	0.410
12.00	0.269	0.538	12.00	0.428	0.428	12.00	0.616	0.410

ENSAYO: SUELOS. Método de ensayo para el ensayo de corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas
REFERENCIA: N.T.P. 339.171 - 2002 / ASTM D - 3080

Calicata : C - 12 Profundidad : 0.80 - 1.50 mts SUCS: SC
Muestra : M - 1 Estado: Remoldeado





Capacidad Portante de la Calicata N°12

Calicata : C - 12 **Muestra:** M - 1 **Profundidad :** 0.80 a 1.50 mts

CIMENTACION CONTINUA

CAPACIDAD PORTANTE (FALLA LOCAL)

$$q_d = (2/3)C \cdot N'c + Y \cdot Df \cdot N'_q + 0.5\,Y \cdot B \cdot N'_y$$

Donde:

q_d = Capacidad de Carga límite en Tm/m^2
C = Cohesiòn del suelo en Tm/m^2
Y = Peso volumètrico del suelo en Tm/m^3
Df = Profundidad de desplante de la cimentaciòn en metros
B = Ancho de la zapata, en metros
N'c N'q, N'y = Factores de carga obtenidas del gràfico

DATOS:

		Ancho de Ciment. B (m)	Larg. Ciment. L (m)	Desplante Df (m)	Qu t/m^2	Qd kg/cm^2	Qad kg/cm^2
Ø =	19.1 °						
Ø' =	13.00°						
C =	0.091	1.00		1.00	14.12	1.41	0.47
Y =	1.74	1.00		**1.50**	16.91	1.69	0.56
Nc =	11.41	1.00		**2.00**	20.07	2.01	0.67
Nq =	3.63	1.00		**3.00**	26.39	2.64	0.88
Ny =	1.01	**Factor de seguridad (FS=3)**					

CIMENTACION AISLADA

CAPACIDAD PORTANTE (FALLA LOCAL)

$$qd = 1.3(2/3)C \cdot N'c + Y \cdot Z \cdot N'q + 0.4\,Y \cdot B \cdot N'y$$

Donde:

q_d = Capacidad de Carga límite en Tm/m^2
C = Cohesiòn del suelo en Tm/m^2
Y = Peso volumètrico del suelo en Tm/m^3
Df = Profundidad de desplante de la cimentaciòn en metros
B = Ancho de la zapata, en metros
N'c N'q, N'y = Factores de carga obtenidas del gràfico

Ancho de Ciment. B (m)	Larg. Ciment. L (m)	Desplante Df (m)	Qu t/m^2	Qd kg/cm^2	Qad kg/cm^2
1.00	1.00	1.00	16.02	1.6	0.53
1.00	1.00	**1.50**	19.18	1.92	0.64
1.00	1.00	**2.00**	22.35	2.24	0.75
1.00	1.00	**3.00**	28.67	2.87	0.96
Factor de seguridad (FS=3)					

Determinación de sales de la Calicata N°12

SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea.
NORMA: NTP 339.152

Método de ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterranea.
NORMA NTP 339.177 :2002

Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterranea.
NORMA NTP 339.178 :2003

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-12 MUESTRA: M-1
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

Sales Solubles Totales	ppm	1042
	%	0.10
Claruros	ppm	865
Cl^-	%	0.09
Sulfatos	ppm	452
SO_4^{2-}	%	0.05

CALICATA N°13 - Trocha carrozable

Registro de excavación de la Calicata N°13

Calicata : C-13
Nivel freático : No se encontro

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0	(cm)	Tipo de Excavación	Muestra Nº	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.1	0.10					
0.2						
0.3						
0.4		A				
0.5		C			SC	
0.6		I			A-2-6 (0)	
0.7		E				Arena Arcillosa con Grava
0.8		L				Limite liquido : 30.0%
0.9		O				Limite plástico : 18.0%
1.0		A	M - 1			Índice de plasticidad : 12.0%
1.1		B				Humedad natural : 4.4%
1.2		I				
1.3		E				
1.4		R				
1.5	1.50	T				
1.6		O				
1.7						
1.8						

Análisis Granulométrico de la Calicata N°13

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO.

(NORMA: MTC E-107 / ASTM D 422 / AASHTO T 88)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-13 MUESTRA: M-1

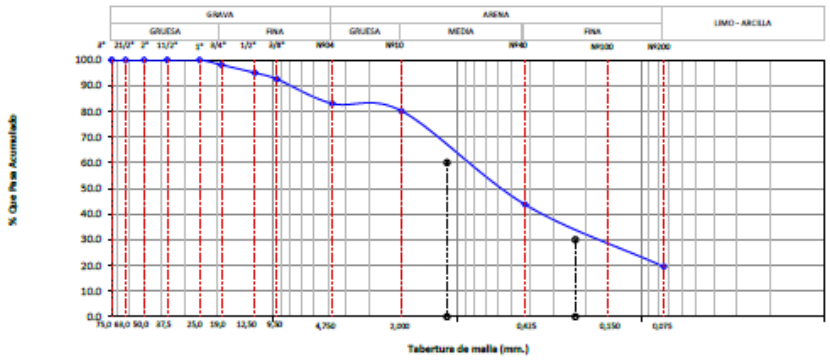
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

TAMICES (PULG)	TAMICES (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULAD	% QUE PASA	DESTRIBUSION GRANULOMERTRICA			
						TOTAL			100 %
3"	75.000								
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0				
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0				
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0	% GRAVA	GRAVA GRUESA	02 %	17 %
3/4"	19.000	58.6	1.9	1.9	98.1				
1/2"	12.500	95.8	3.1	5.0	95.0		GRAVA FINA	15 %	
3/8"	9.500	75.6	2.4	7.4	92.6				
1/4"	6.300	152.0	4.9	12.4	87.6				
Nº04	4.750	142.0	4.6	17.0	83.0				
Nº08	2.360	0.0	0.0	0.0	83.0	% FINO	ARENA GRUESA	03 %	64 %
Nº10	2.000	16.5	2.9	19.8	80.2				
Nº16	1.190						ARENA MEDIA	36 %	
Nº20	0.850	86.5	15.0	34.8	65.2				
Nº30	0.600								
Nº40	0.425	124.0	21.5	56.3	43.7		ARENA FINA	24 %	
Nº50	0.300	35.0	6.1	62.4	37.6				
Nº80	0.177	26.5	4.6	67.0	33.0				
Nº100	0.150	42.0	7.3	74.3	25.7				
Nº200	0.075	36.0	6.2	80.5	19.5	% LIMO - ARCILLA		20 %	20 %
< Nº200	FONDO	112.5	19.5	100.0	0.0				

LMSCEACH E.I.R.L.

CURVA GRANULOMETRICA



Contenido de humedad de la Calicata N°13

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

(NORMA: MTC E-108 / ASTM D 2216)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-13 MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	1	2
Peso del suelo húmedo + tara	2985.0 g.	2985.0 g.
Peso del suelo seco + tara	2862.0 g.	2862.0 g.
Peso de tara	215.0 g.	215.0 g.
Peso de agua	123.0 g.	123.0 g.
Peso de suelo seco	2647.0 g.	2647.0 g.
Contenido de agua	4.65 %	4.65 %
Promedio del contenido de agua	4.65 %	

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 4.65 %

LMSCEACH E.I.R.L.

Determinación de Limites de la Calicata N°13

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS

(NORMA: MTC E-110 / E-111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89/ T 90)

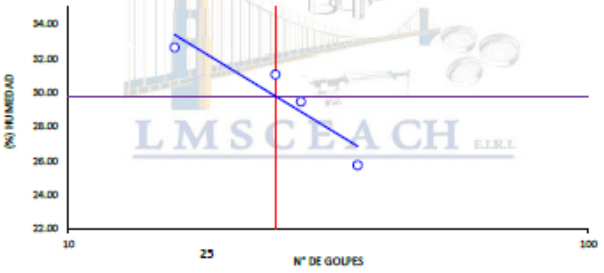
REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-13 MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno CANTIDAD: 97 kg aprox. FECHA DEL ENSAYO: 12/05/2022

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
Número de capsula	A-09	A-10	A-11	A-12	T-1	T-1
Número de golpes	36	28	25	16	----	----
Peso de capsula + suelo húmedo (g)	36.50	34.2	30.10	36.1	19.40	19.40
Peso de capsula + suelo seco (g)	30.80	28.5	25.20	29.2	18.90	18.90
Peso del Agua (g)	5.7	5.7	4.9	6.9	0.50	0.5
Peso de la capsula (g)	8.66	9.16	9.42	8.06	16.06	16.06
Peso del suelo seco (g)	22.14	19.34	15.78	21.14	2.84	2.84
Porcentaje de humedad (%)	25.75	29.47	31.05	32.64	17.61	17.61

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Nota:

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40

LÍMITE LÍQUIDO = 30 %

LÍMITE PLÁSTICO = 18 %

ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 12 %

Proctor modificado y CBR de la Calicata N°13

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2 700 Kn-m/m3 (56000 pie-lb/pie3)).

NORMA: MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D 1557

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural CALICATA: C-13 MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno FECHA DEL ENSAYO: 09/05/2022

DATOS DE LA COMPACTACIÓN	1	2	3	4
Peso del suelo + molde (g)	10628	10795	10852	10892
Peso del molde (g)	6350	6350	6350	6350
Peso del suelo húmedo compactado (g)	4278	4445	4502	4542
Volumen del molde (cm3)	2114	2114	2114	2114
Peso del volumen húmedo (g/cm3)	2.024	2.103	2.130	2.149
CONTENIDO DE HUMEDAD	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara (g)	145.5	189.5	172.0	189.5
Peso del suelo seco + tara (g)	141.5	180.0	161.5	173.5
Peso de tara (g)	10.4	11.5	11.9	10.5
Peso de agua (g)	4	9.5	10.5	16
Peso de suelo seco (g)	131.1	168.5	149.6	163
Contenido de agua (%)	3.1	5.6	7.0	9.8
Peso volumétrico seco (g/cm3)	1.964	1.990	1.990	1.956

DATOS DEL TAMIZADO DEL SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÉTODO (A,B ó C) EMPLEADO.

TAMIZ	PESO	% RET.	% RET. ACM.	% Q. PASA
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	59	2.0	2.0	98.0
3/8"	171.4	5.8	7.8	92.2
N°04	142.0	4.8	12.7	87.3
<N°04	2565	87.3	100.0	0.0

PESO: g.

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"

MOLDE UTILIZADO (pulg.) : 4

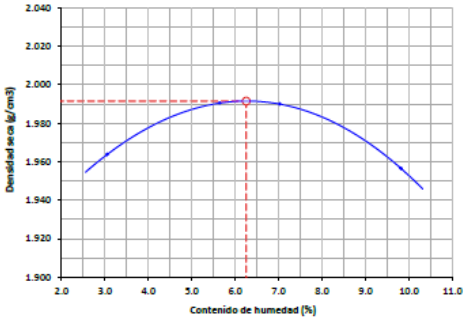
NÚMERO DE GOLPES : 25

NÚMERO DE CAPAS : 5

MÉTODO PREPARACIÓN UTILIZADO : Húmedo

DESCRIPCIÓN DEL PISÓN UTILIZADO : Manual

GRAFICO DEL PROCTOR



CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LA PRUEBA (ASTM D 2488 - NTP 339.134)

CLASIFICACIÓN:

AASTHO: A-2-6(0)

SUCS: SC

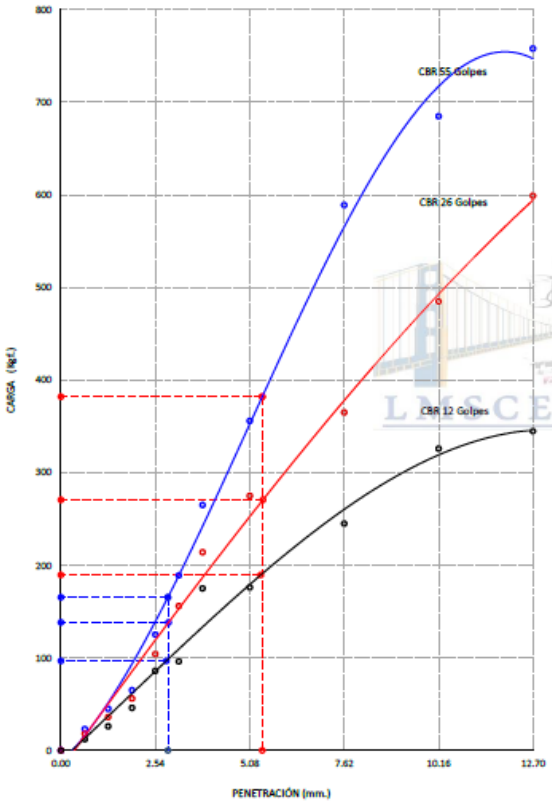
DESCRIPCIÓN:

Arena arcillosa con grava

DENSIDAD MAXIMA SECA : 1.991 g/cm3

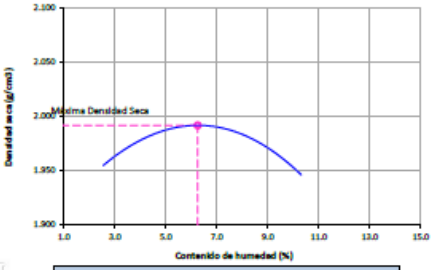
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 6.25 %

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN



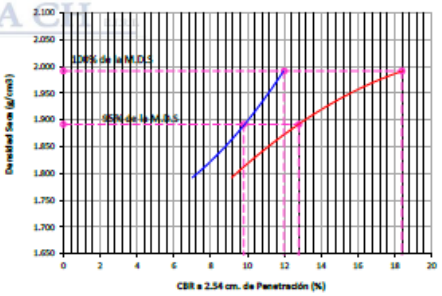
CARGA STAND. Kg./cm²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
	Mm.	Pulg.	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%
70.31	2.54	0.1	6.4	12.0	7.0	10.0	4.9	7.0
105.46	5.08	0.2	18.1	18.4	13.8	13.1	9.6	9.1

GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.991 g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 06.25 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.992 g/cm3	12.0 %	18.4 %
26	1.898 g/cm3	10.0 %	13.1 %
12	1.792 g/cm3	7.0 %	9.1 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1" 2.54 cm.	0.2" 5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	12.0 %	18.4 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	9.8 %	12.8 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

Anexo 06:Estudio Hidrológico

1. Introducción

El presente estudio hidrológico corresponde únicamente en el análisis de datos hidrológicos proporcionado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Se tomó como referencia la estación meteorológica "Puchaca-Ferreñafe", por ser la más cercana a la zona de estudio y se analizó las precipitaciones máximas en 24 horas por medio de métodos de distribuciones que se registraron a lo largo de los años.

Finalmente se analizó los parámetros morfométricos de la subcuenca y microcuenca, para determinar el caudal de diseño y así evaluar el diseño de drenaje pluvial y lixiviados correspondientes al área del proyecto.

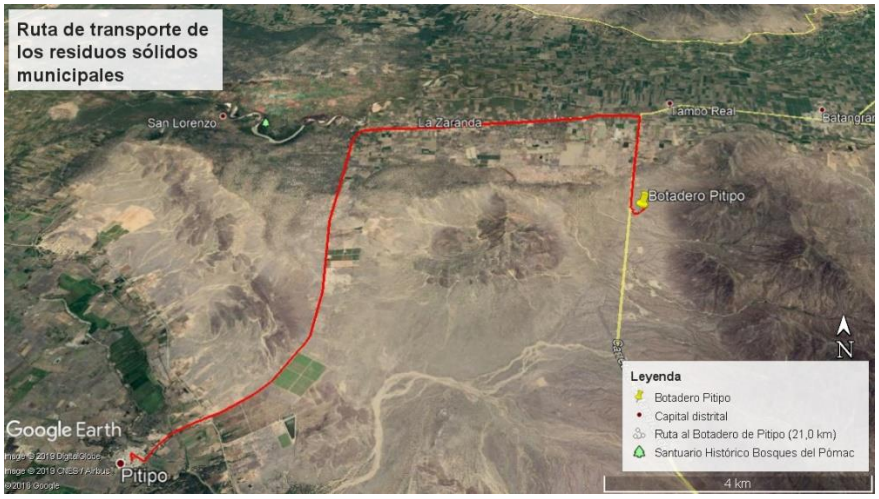
2. Objetivos

- Calcular el caudal de diseño, para estimar el diseño de drenaje pluvial y lixiviados correspondientes al área de estudio
- Delimitar la cuenca y subcuenca; para obtener sus parámetros morfométricos
- Definir los principales parámetros hidrológicos, mediante los métodos de distribución para precisar las épocas hidrológicas a lo largo del año en la zona de estudio.
- Determinar las precipitaciones máximas e intensidades de las precipitaciones.

3. Ubicación

El área de estudio se encuentra ubicada a 21 km de la ciudad de Pítipo.

Figura 01 Ubicación del área de estudio



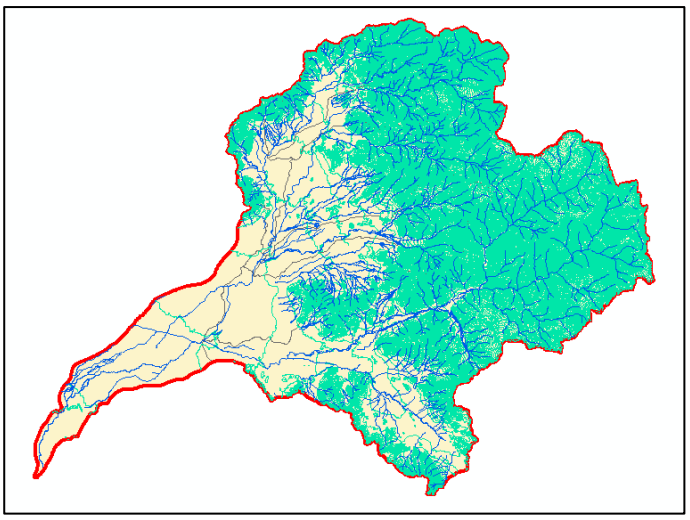
Fuente: Google Maps

4. Parámetros Morfométricos de la subcuenca y microcuenca

En primer lugar, para obtener los datos morfométricos de la cuenta a estudiar, se descargó la información hidrológica en la página GEO GSP PERÚ y se consideró utilizar las Cartas Naciones del Perú, la red hidrográfica, límites de curvas de nivel y subcuencas.

De esa manera se delimito con ayuda del programa ArcMap y se identificó que la cuenta principal pertenece a la cuenta Motupe como se puede observar en la figura 02.

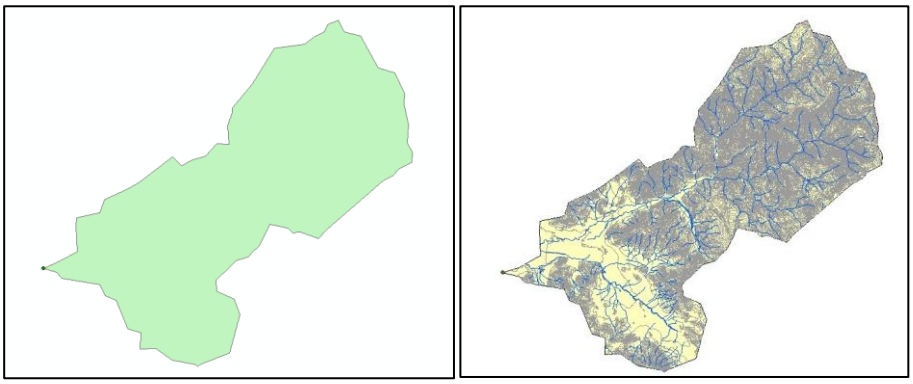
Figura 02 Cuenca Motupe-La leche



Fuente: Elaboración propia (ArcMap)

Posterior a ello, se ubicó el punto de drenaje donde se encuentra nuestra zona del proyecto y se delimito la subcuenca con sus respectivas curvas de nivel y redes hidrográficas.

Figura 03 Delimitación de la subcuenca



Fuente: Elaboración propia (ArcMap)

Finalmente se obtuvo los parámetros morfométricos de la subcuenta La Leche y su microcuenca.

Tabla 01 Parámetros Morfométricos de la Subcuenca

DESCRIPCIÓN	VALOR
De la superficie	
Área	1615.180 km2
Perimetro de la cuenca	259.653 km
Cotas	
Cota máxima	4100.000 msnm
Cota minima	100.000 msnm
Centroide (PCS: WGS 1984 UTM Zone 17S)	
X centroide	669582.042 m
Y centroide	9292559.090 m
Z centroide	1983.944 msnm
Altitud	
Altitud media	1983.944 msnm
Altitud más frecuencia	264.167 msnm
Altitud de frecuencia media (1/2)	1545.393 msnm
Pendiente	
Pendiente promedio de la cuenca (%)	27.35
De la Red Hidrica	
Longitud del curso principal	76.616 km
Orden de la Red Hidrica (Und)	3
Longitud de la red hidrica	140.687 km
Pendiente Promedio de la red hidrica (%)	2.00
Parámetros Generados	
Tiempo de concentración (horas)	5.8386
Pendiente del cauce principal	52.208 m/km

Fuente: Elaboración propia

Tabla 02 Parámetros Morfométricos de la Microcuenca

DESCRIPCIÓN	Baja La Leche
Área	82.930 km2
Perimetro de la cuenca	48.300 km
Longitud del río principal	19.290 km
Pendiente (%)	4.552
Altura máxima	61.000 msnm
Altura minima	37.000 msnm
Pendiente del rio princial (%)	0.124

Fuente: Estudio hidrológico de la unidad hidrográfica Motupe La Leche-ANA

5. Análisis estadísticos de datos hidrológicos

Para realizar el análisis de los datos hidrológicos, se descargó información del SENAMH sobre las precipitaciones máximas de la estación Puchaca.

Tabla 03 Análisis estadísticos de datos hidrológicos

Estación Puchaca (Ferreñafe)			
Año	Precipitación Máxima (mm)	Año	Precipitación Máxima (mm)
1963	33.5	1989	51.5
1964	7.2	1990	8.5
1965	40	1991	4.2
1966	24.3	1992	12.9
1967	31.5	1993	60.9
1968	8.8	1994	96.2
1969	95.4	1995	65.3
1970	14.3	1996	30.3
1971	59	1997	30
1972	100.4	1998	150.2
1973	58.7	1999	70.3
1974	27.5	2000	55.6
1975	60.3	2001	128.3
1976	62.7	2002	74.7
1977	60	2003	40.3
1978	101.5	2004	73.5
1979	40.1	2005	41.5
1980	11.1	2006	77.4
1981	20.3	2007	10.8
1982	23.2	2008	45.8
1983	150	2009	55.2
1984	30.2	2010	38.2
1985	6.1	2011	20.6
1986	8.2	2012	60.4
1987	60.2	2013	30.9
1988	9.7	2014	10.8

Fuentes: Datos del SENAMHI

6. Análisis de datos dudosos

Antes de realizar cualquier análisis de este tipo de información, es importante realizar un análisis de datos dudosos, para poder procesar las precipitaciones máximas de 24 horas y determinar aquellos datos que se alejan significativamente de la tendencia de la información restantes.

Tabla 04 Análisis de datos dudosos

N°	Año	Precipitación Máxima (mm)	y= logx	(y-y prom)^2	(y-y prom)^3
1	1963	33.5	1.5250	0.0002	0.0000
2	1964	7.2	0.8573	0.4643	-0.3164
3	1965	40	1.6021	0.0040	0.0003
4	1966	24.3	1.3856	0.0235	-0.0036
5	1967	31.5	1.4983	0.0016	-0.0001
6	1968	8.8	0.9445	0.3532	-0.2099
7	1969	95.4	1.9795	0.1943	0.0856
8	1970	14.3	1.1553	0.1470	-0.0564
9	1971	59	1.7709	0.0539	0.0125
10	1972	100.4	2.0017	0.2144	0.0992
11	1973	58.7	1.7686	0.0528	0.0121
12	1974	27.5	1.4393	0.0099	-0.0010
13	1975	60.3	1.7803	0.0584	0.0141
14	1976	62.7	1.7973	0.0668	0.0173
15	1977	60	1.7782	0.0573	0.0137
16	1978	101.5	2.0065	0.2188	0.1023
17	1979	40.1	1.6031	0.0041	0.0003
18	1980	11.1	1.0453	0.2435	-0.1201
19	1981	20.3	1.3075	0.0535	-0.0124
20	1982	23.2	1.3655	0.0300	-0.0052
21	1983	150	2.1761	0.4062	0.2589
22	1984	30.2	1.4800	0.0035	-0.0002
23	1985	6.1	0.7853	0.5676	-0.4277
24	1986	8.2	0.9138	0.3905	-0.2441
25	1987	60.2	1.7796	0.0580	0.0140
26	1988	9.7	0.9868	0.3047	-0.1682
27	1989	51.5	1.7118	0.0299	0.0052
28	1990	8.5	0.9294	0.3713	-0.2262
29	1991	4.2	0.6232	0.8381	-0.7673
30	1992	12.9	1.1106	0.1833	-0.0785
31	1993	60.9	1.7846	0.0604	0.0149
32	1994	96.2	1.9832	0.1975	0.0878
33	1995	65.3	1.8149	0.0763	0.0211
34	1996	30.3	1.4814	0.0033	-0.0002
35	1997	30	1.4771	0.0038	-0.0002
36	1998	150.2	2.1767	0.4069	0.2596
37	1999	70.3	1.8470	0.0950	0.0293
38	2000	55.6	1.7451	0.0426	0.0088
39	2001	128.3	2.1082	0.3243	0.1847
40	2002	74.7	1.8733	0.1119	0.0375
41	2003	40.3	1.6053	0.0044	0.0003
42	2004	73.5	1.8663	0.1073	0.0351
43	2005	41.5	1.6180	0.0063	0.0005
44	2006	77.4	1.8887	0.1225	0.0429
45	2007	10.8	1.0334	0.2554	-0.1290
46	2008	45.8	1.6609	0.0149	0.0018
47	2009	55.2	1.7419	0.0413	0.0084
48	2010	38.2	1.5821	0.0019	0.0001
49	2011	20.6	1.3139	0.0506	-0.0114
50	2012	60.4	1.7810	0.0587	0.0142
51	2013	30.9	1.4900	0.0024	-0.0001
52	2014	10.8	1.0334	0.2554	-0.1290

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 05 Parámetros para el Análisis de datos dudosos

Párametros estadisticos	Precipitación Máxima (mm)	y= logx
Número de datos	52	52
Sumatoria	2488.5	80.0151
Valor máximo	150.2	2.1767
Valor minimo	4.2	0.6232
Media	47.8558	1.5388
Varianza	1274.3543	0.15
Desviación Estándar	35.6981	0.3872
Coeficiente Variación	0.7460	0.2517
Coeficiente de Sesgo	1.1076	-0.5355
Coeficiente de Curtosis	4.2477	2.5912

Fuente: Elaboración Propia

Para detectar aquellos datos dudosos, se calcularon umbrales superiore e inferiores para cada serie de precipitaciones máximas de la estación Puchaca.

Valor recomendación varía según el valor de n (significancia 10%)

Kn= 2.78240

Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804		

- Umbral de datos dudosos altos (xH: Unidad Logaritmicas)

$x_H = \bar{x} + k_n.S$

Precipitación máxima aceptada	
xH	2.616
PH	413.24 mm
Verificación:	No existen datos dudosos alto de la muestra

- Umbral de datos dudosos bajos (xL: Unidad Logaritmicas)

$x_L = \bar{x} - k_n.S$

Precipitación minima aceptada	
xL	0.461
PL	2.89 mm
Verificación:	No existen datos dudosos minimo de la muestra

De acuerdo al análisis no existe ningún tipo de dato dudoso, ya sea para el umbral de datos altos y para el de datos bajos.

7. Modelo de distribución

El análisis de frecuencia consiste en aplicar las 8 distribuciones de frecuencia a la serie de precipitaciones máximas.

7.1. Distribución Normal

- Número de muestras: 52
- Media (Xm): 47.8558
- Desviación estándar (S): 35.6981
- Delta Teórico Δ: 0.0990
- Delta Tabular Δo: 0.1886

Como el delta teórico 0.0990, es menor que el delta tabular 0.1886. Los datos se ajustan a la distribución Normal, con un nivel de significación del 5%. Esto quiere decir que el Ajuste es bueno, al nivel de significación.

Tabla 06 Modelo de Distribución Normal

N°	Precipitación Máxima (mm)	P (X) =m/n+1	Z = X-Xm/S	F(Z)Ordinario	F(Z)Mon Lineal	Delta
1	4.2	0.0189	-1.223	0.1107	0.1029	0.0918
2	6.1	0.0377	-1.170	0.1211	0.1131	0.0834
3	7.2	0.0566	-1.139	0.1274	0.1194	0.0708
4	8.2	0.0755	-1.111	0.1333	0.1252	0.0578
5	8.5	0.0943	-1.102	0.1351	0.127	0.0408
6	8.8	0.1132	-1.094	0.137	0.1289	0.0238
7	9.7	0.1321	-1.069	0.1426	0.1344	0.0105
8	10.8	0.1509	-1.038	0.1496	0.1415	0.0013
9	10.8	0.1698	-1.038	0.1496	0.1415	0.0202
10	11.1	0.1887	-1.030	0.1516	0.1434	0.0371
11	12.9	0.2075	-0.979	0.1637	0.1555	0.0438
12	14.3	0.2264	-0.940	0.1736	0.1654	0.0528
13	20.3	0.2453	-0.772	0.2201	0.2123	0.0252
14	20.6	0.2642	-0.764	0.2226	0.2148	0.0416
15	23.2	0.2830	-0.691	0.2449	0.2375	0.0381
16	24.3	0.3019	-0.660	0.2547	0.2474	0.0472
17	27.5	0.3208	-0.570	0.2843	0.2776	0.0365
18	30	0.3396	-0.500	0.3085	0.3024	0.0311
19	30.2	0.3585	-0.495	0.3104	0.3045	0.0481
20	30.3	0.3774	-0.492	0.3114	0.3055	0.0660
21	30.9	0.3962	-0.475	0.3174	0.3116	0.0788
22	31.5	0.4151	-0.458	0.3234	0.3178	0.0917
23	33.5	0.4340	-0.402	0.3438	0.3387	0.0902
24	38.2	0.4528	-0.270	0.3934	0.3898	0.0594
25	40	0.4717	-0.220	0.4129	0.41	0.0588
26	40.1	0.4906	-0.217	0.414	0.4111	0.0766
27	40.3	0.5094	-0.212	0.4162	0.4133	0.0932
28	41.5	0.5283	-0.178	0.4293	0.4269	0.0990
29	45.8	0.5472	-0.058	0.477	0.4762	0.0702
30	51.5	0.5660	0.102	0.5407	0.5421	0.0253
31	55.2	0.5849	0.206	0.5815	0.5843	0.0034
32	55.6	0.6038	0.217	0.5859	0.5888	0.0179
33	58.7	0.6226	0.304	0.6194	0.6233	0.0032
34	59	0.6415	0.312	0.6225	0.6266	0.0190
35	60	0.6604	0.340	0.6331	0.6375	0.0273
36	60.2	0.6792	0.346	0.6353	0.6397	0.0439
37	60.3	0.6981	0.349	0.6363	0.6408	0.0618
38	60.4	0.7170	0.351	0.6374	0.6419	0.0796
39	60.9	0.7358	0.365	0.6426	0.6473	0.0932
40	62.7	0.7547	0.416	0.6612	0.6665	0.0935
41	65.3	0.7736	0.489	0.6875	0.6934	0.0861
42	70.3	0.7925	0.629	0.7352	0.7423	0.0573
43	73.5	0.8113	0.718	0.7637	0.7713	0.0476
44	74.7	0.8302	0.752	0.774	0.7817	0.0562
45	77.4	0.8491	0.828	0.7961	0.804	0.0530
46	95.4	0.8679	1.332	0.9085	0.9159	0.0406
47	96.2	0.8868	1.354	0.9122	0.9194	0.0254
48	100.4	0.9057	1.472	0.9295	0.9361	0.0238
49	101.5	0.9245	1.503	0.9335	0.94	0.0090
50	128.3	0.9434	2.253	0.9879	0.9901	0.0445
51	150	0.9623	2.861	0.9979	0.9985	0.0356
52	150.2	0.9811	2.867	0.9979	0.9985	0.0168

Fuente: Elaboración Propia en el programa Hidroesta2

7.2. Distribución Log Normal 2 parámetros

- Número de muestras: 52
- Media (μy): 3.5431
- Desviación estándar (Sy): 0.8916
- Delta Teórico Δ: 0.1152
- Delta Tabular Δo: 0.1886

Como el delta teórico 0.1152, es menor que el delta tabular 0.1886. Los datos se ajustan a la distribución logNormal 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%. Entonces el Ajuste es bueno, al nivel de significación.

Tabla 07 Modelo de Distribución Log Normal 2 parámetros

N°	Precipitación Máxima (mm)	Y=LnX	P(x)	Z =(X-Xm)/S	F(Z)Ordinario	F(Z)Mon Lineal	Delta
1	4.2	1.4351	0.019	-2.3642	0.009	0.0093	0.0099
2	6.1	1.8083	0.038	-1.9456	0.0258	0.0264	0.0119
3	7.2	1.9741	0.057	-1.7597	0.0392	0.0399	0.0174
4	8.2	2.1041	0.075	-1.6138	0.0533	0.0541	0.0222
5	8.5	2.1401	0.094	-1.5735	0.0578	0.0586	0.0365
6	8.8	2.1748	0.113	-1.5346	0.0624	0.0633	0.0508
7	9.7	2.2721	0.132	-1.4254	0.077	0.078	0.0551
8	10.8	2.3795	0.151	-1.3050	0.096	0.097	0.0549
9	10.8	2.3795	0.170	-1.3050	0.096	0.097	0.0738
10	11.1	2.4069	0.189	-1.2742	0.1013	0.1023	0.0874
11	12.9	2.5572	0.208	-1.1057	0.1344	0.1355	0.0731
12	14.3	2.6603	0.226	-0.9901	0.1611	0.1622	0.0653
13	20.3	3.0106	0.245	-0.5972	0.2752	0.2761	0.0299
14	20.6	3.0253	0.264	-0.5807	0.2807	0.2816	0.0165
15	23.2	3.1442	0.283	-0.4474	0.3273	0.328	0.0443
16	24.3	3.1905	0.302	-0.3955	0.3462	0.3469	0.0443
17	27.5	3.3142	0.321	-0.2567	0.3987	0.3992	0.0779
18	30	3.4012	0.340	-0.1592	0.4368	0.4371	0.0972
19	30.2	3.4078	0.358	-0.1517	0.4397	0.44	0.0812
20	30.3	3.4111	0.377	-0.1480	0.4412	0.4414	0.0638
21	30.9	3.4308	0.396	-0.1260	0.4499	0.4501	0.0537
22	31.5	3.4500	0.415	-0.1044	0.4584	0.4586	0.0433
23	33.5	3.5115	0.434	-0.0354	0.4859	0.4859	0.0519
24	38.2	3.6428	0.453	0.1118	0.5445	0.5443	0.0917
25	40	3.6889	0.472	0.1635	0.5649	0.5646	0.0932
26	40.1	3.6914	0.491	0.1663	0.566	0.5657	0.0754
27	40.3	3.6964	0.509	0.1719	0.5682	0.5679	0.0588
28	41.5	3.7257	0.528	0.2048	0.5811	0.5808	0.0528
29	45.8	3.8243	0.547	0.3153	0.6238	0.6232	0.0766
30	51.5	3.9416	0.566	0.4469	0.6725	0.6718	0.1065
31	55.2	4.0110	0.585	0.5247	0.7001	0.6993	0.1152
32	55.6	4.0182	0.604	0.5328	0.7029	0.7021	0.0991
33	58.7	4.0724	0.623	0.5937	0.7236	0.7227	0.1010
34	59	4.0775	0.642	0.5994	0.7255	0.7246	0.0840
35	60	4.0943	0.660	0.6182	0.7318	0.7308	0.0714
36	60.2	4.0977	0.679	0.6220	0.733	0.7321	0.0538
37	60.3	4.0993	0.698	0.6238	0.7336	0.7327	0.0355
38	60.4	4.1010	0.717	0.6257	0.7342	0.7333	0.0172
39	60.9	4.1092	0.736	0.6349	0.7373	0.7363	0.0015
40	62.7	4.1384	0.755	0.6676	0.7478	0.7468	0.0069
41	65.3	4.1790	0.774	0.7132	0.7621	0.7611	0.0115
42	70.3	4.2528	0.792	0.7959	0.787	0.7859	0.0055
43	73.5	4.2973	0.811	0.8458	0.8012	0.8001	0.0101
44	74.7	4.3135	0.830	0.8640	0.8062	0.8051	0.0240
45	77.4	4.3490	0.849	0.9038	0.817	0.8158	0.0321
46	95.4	4.5581	0.868	1.1383	0.8725	0.8714	0.0046
47	96.2	4.5664	0.887	1.1477	0.8744	0.8733	0.0124
48	100.4	4.6092	0.906	1.1956	0.8841	0.883	0.0216
49	101.5	4.6201	0.925	1.2078	0.8864	0.8854	0.0381
50	128.3	4.8544	0.943	1.4706	0.9293	0.9284	0.0141
51	150	5.0106	0.962	1.6459	0.9501	0.9493	0.0122
52	150.2	5.0120	0.981	1.6474	0.9503	0.9495	0.0308

Fuente: Elaboración Propia en el programa Hidroesta2

7.3. Distribución Log Normal 3 parámetros

- Número de muestras: 52
- Mediana: 40.2
- Xo: -13.3135
- Media (uy): 3.9487
- Desviación estándar (Sy):0.5849
- Delta Teórico Δ: 0.098
- Delta Tabular Δo: 0.1886

Como el delta teórico 0.0980, es menor que el delta tabular 0.1886. Los datos se ajustan a la distribución logNormal 3 parámetros, con un nivel de significación del 5%. Entonces el Ajuste es bueno, al nivel de significación.

Tabla 08 Modelo de Distribución Log Normal 3 parámetros

N°	Precipitación Máxima (mm)	P(x)	(X-Xo)	Ln(X-Xo)	[Ln (xi-xo)-uy]	Z	F(Z)	Delta
1	4.2	0.0189	17.514	2.8630	1.1788	-1.8563	0.0317	0.0128
2	6.1	0.0377	19.414	2.9660	0.9658	-1.6802	0.0465	0.0088
3	7.2	0.0566	20.514	3.0211	0.8605	-1.5859	0.0564	0.0002
4	8.2	0.0755	21.514	3.0687	0.7745	-1.5046	0.0662	0.0093
5	8.5	0.0943	21.814	3.0825	0.7503	-1.4809	0.0693	0.0250
6	8.8	0.1132	22.114	3.0962	0.7268	-1.4575	0.0725	0.0407
7	9.7	0.1321	23.014	3.1361	0.6604	-1.3893	0.0824	0.0497
8	10.8	0.1509	24.114	3.1828	0.5867	-1.3095	0.0952	0.0557
9	10.8	0.1698	24.114	3.1828	0.5867	-1.3095	0.0952	0.0746
10	11.1	0.1887	24.414	3.1951	0.5679	-1.2884	0.0988	0.0899
11	12.9	0.2075	26.214	3.2663	0.4657	-1.1667	0.1217	0.0858
12	14.3	0.2264	27.614	3.3183	0.3974	-1.0778	0.1406	0.0858
13	20.3	0.2453	33.614	3.5149	0.1882	-0.7416	0.2292	0.0161
14	20.6	0.2642	33.914	3.5238	0.1805	-0.7264	0.2338	0.0304
15	23.2	0.2830	36.514	3.5977	0.1232	-0.6001	0.2742	0.0088
16	24.3	0.3019	37.614	3.6274	0.1033	-0.5494	0.2914	0.0105
17	27.5	0.3208	40.814	3.7090	0.0575	-0.4098	0.341	0.0202
18	30	0.3396	43.314	3.7685	0.0325	-0.3082	0.379	0.0394
19	30.2	0.3585	43.514	3.7731	0.0308	-0.3003	0.382	0.0235
20	30.3	0.3774	43.614	3.7754	0.0300	-0.2964	0.3835	0.0061
21	30.9	0.3962	44.214	3.7890	0.0255	-0.2730	0.3924	0.0038
22	31.5	0.4151	44.814	3.8025	0.0214	-0.2500	0.4013	0.0138
23	33.5	0.4340	46.814	3.8462	0.0105	-0.1753	0.4304	0.0036
24	38.2	0.4528	51.514	3.9418	0.0000	-0.0117	0.4953	0.0425
25	40	0.4717	53.314	3.9762	0.0008	0.0470	0.5187	0.0470
26	40.1	0.4906	53.414	3.9781	0.0009	0.0502	0.52	0.0294
27	40.3	0.5094	53.614	3.9818	0.0011	0.0566	0.5226	0.0132
28	41.5	0.5283	54.814	4.0039	0.0030	0.0944	0.5376	0.0093
29	45.8	0.5472	59.114	4.0795	0.0171	0.2235	0.5884	0.0412
30	51.5	0.5660	64.814	4.1715	0.0496	0.3809	0.6484	0.0824
31	55.2	0.5849	68.514	4.2270	0.0775	0.4758	0.6829	0.0980
32	55.6	0.6038	68.914	4.2329	0.0807	0.4858	0.6864	0.0826
33	58.7	0.6226	72.014	4.2769	0.1077	0.5610	0.7126	0.0900
34	59	0.6415	72.314	4.2810	0.1104	0.5681	0.715	0.0735
35	60	0.6604	73.314	4.2947	0.1197	0.5916	0.7229	0.0625
36	60.2	0.6792	73.514	4.2975	0.1216	0.5963	0.7245	0.0453
37	60.3	0.6981	73.614	4.2988	0.1226	0.5986	0.7253	0.0272
38	60.4	0.7170	73.714	4.3002	0.1235	0.6009	0.726	0.0090
39	60.9	0.7358	74.214	4.3069	0.1283	0.6125	0.7299	0.0059
40	62.7	0.7547	76.014	4.3309	0.1461	0.6534	0.7433	0.0114
41	65.3	0.7736	78.614	4.3645	0.1729	0.7109	0.7614	0.0122
42	70.3	0.7925	83.614	4.4262	0.2280	0.8164	0.7929	0.0004
43	73.5	0.8113	86.814	4.4638	0.2653	0.8806	0.8107	0.0006
44	74.7	0.8302	88.014	4.4775	0.2796	0.9040	0.817	0.0132
45	77.4	0.8491	90.714	4.5077	0.3125	0.9557	0.8304	0.0187
46	95.4	0.8679	108.714	4.6887	0.5476	1.2652	0.8971	0.0292
47	96.2	0.8868	109.514	4.6960	0.5585	1.2777	0.8993	0.0125
48	100.4	0.9057	113.714	4.7337	0.6162	1.3420	0.9102	0.0045
49	101.5	0.9245	114.814	4.7433	0.6314	1.3585	0.9128	0.0117
50	128.3	0.9434	141.614	4.9531	1.0088	1.7172	0.957	0.0136
51	150	0.9623	163.314	5.0957	1.3155	1.9609	0.9751	0.0128
52	150.2	0.9811	163.514	5.0969	1.3183	1.9630	0.9752	0.0059

Fuente: Elaboración Propia en el programa Hidroesta2

7.4. Distribución Gamma 2 parámetros

- Número de muestras: 52
- Media X: 47.8558
- Media Ln: 3.5431
- Y:0.3251
- ϒ:1.6855
- β:28.3923
- Delta Teórico Δ:0.0874
- Delta Tabular Δo: 0.1886

Como el delta teórico 0.0874, es menor que el delta tabular 0.1886. Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%. Entonces el Ajuste es bueno, al nivel de significación.

Tabla 09 Modelo de Distribución Gamma 2 parámetros

N°	Precipitación Máxima X (mm)	Ln X	P(X)	y	X²	G(Y)Ordinario	G(Y)Mom Lineal	Delta
1	4.2	1.435084525	0.019	0.1479	0.2959	0.0238	0.1437	0.0049
2	6.1	1.808288771	0.038	0.2148	0.4297	0.0429	0.1863	0.0052
3	7.2	1.974081026	0.057	0.2536	0.5072	0.0554	0.2088	0.0012
4	8.2	2.104134154	0.075	0.2888	0.5776	0.0675	0.2281	0.0080
5	8.5	2.140066163	0.094	0.2994	0.5988	0.0713	0.2337	0.0230
6	8.8	2.174751721	0.113	0.3099	0.6199	0.0751	0.2392	0.0381
7	9.7	2.272125886	0.132	0.3416	0.6833	0.0868	0.2554	0.0453
8	10.8	2.379546134	0.151	0.3804	0.7608	0.1016	0.2743	0.0493
9	10.8	2.379546134	0.170	0.3804	0.7608	0.1016	0.2743	0.0682
10	11.1	2.406945108	0.189	0.3910	0.7819	0.1057	0.2793	0.0830
11	12.9	2.557227311	0.208	0.4543	0.9087	0.1311	0.3082	0.0764
12	14.3	2.660259537	0.226	0.5037	1.0073	0.1515	0.3293	0.0749
13	20.3	3.010620886	0.245	0.7150	1.4300	0.2415	0.4099	0.0038
14	20.6	3.025291076	0.264	0.7255	1.4511	0.246	0.4136	0.0182
15	23.2	3.144152279	0.283	0.8171	1.6342	0.2851	0.444	0.0021
16	24.3	3.19047635	0.302	0.8559	1.7117	0.3015	0.4563	0.0004
17	27.5	3.314186005	0.321	0.9686	1.9371	0.3484	0.49	0.0276
18	30	3.401197382	0.340	1.0566	2.1132	0.384	0.5145	0.0444
19	30.2	3.407841924	0.358	1.0637	2.1273	0.3868	0.5164	0.0283
20	30.3	3.411147713	0.377	1.0672	2.1344	0.3882	0.5173	0.0108
21	30.9	3.430756184	0.396	1.0883	2.1766	0.3966	0.5229	0.0004
22	31.5	3.449987546	0.415	1.1095	2.2189	0.4049	0.5285	0.0102
23	33.5	3.511545439	0.434	1.1799	2.3598	0.432	0.5464	0.0020
24	38.2	3.642835516	0.453	1.3454	2.6909	0.4926	0.5853	0.0398
25	40	3.688879454	0.472	1.4088	2.8177	0.5146	0.5992	0.0429
26	40.1	3.691376334	0.491	1.4124	2.8247	0.5158	0.5999	0.0252
27	40.3	3.696351469	0.509	1.4194	2.8388	0.5182	0.6014	0.0088
28	41.5	3.725693427	0.528	1.4617	2.9233	0.5324	0.6103	0.0041
29	45.8	3.824284091	0.547	1.6131	3.2262	0.5807	0.6403	0.0335
30	51.5	3.941581808	0.566	1.8139	3.6277	0.6385	0.6761	0.0725
31	55.2	4.010962953	0.585	1.9442	3.8884	0.6723	0.6972	0.0874
32	55.6	4.018183201	0.604	1.9583	3.9166	0.6758	0.6994	0.0720
33	58.7	4.072439727	0.623	2.0675	4.1349	0.7018	0.7157	0.0792
34	59	4.077537444	0.642	2.0780	4.1561	0.7042	0.7172	0.0627
35	60	4.094344562	0.660	2.1132	4.2265	0.7122	0.7223	0.0518
36	60.2	4.097672352	0.679	2.1203	4.2406	0.7137	0.7233	0.0345
37	60.3	4.099332104	0.698	2.1238	4.2476	0.7145	0.7238	0.0164
38	60.4	4.100989105	0.717	2.1273	4.2547	0.7153	0.7243	0.0017
39	60.9	4.109233175	0.736	2.1449	4.2899	0.7192	0.7267	0.0166
40	62.7	4.138361448	0.755	2.2083	4.4167	0.7327	0.7354	0.0220
41	65.3	4.178992036	0.774	2.2999	4.5998	0.7512	0.7474	0.0224
42	70.3	4.252771799	0.792	2.4760	4.9520	0.7836	0.7688	0.0089
43	73.5	4.297285406	0.811	2.5887	5.1775	0.8023	0.7815	0.0090
44	74.7	4.313480092	0.830	2.6310	5.2620	0.809	0.786	0.0212
45	77.4	4.348986781	0.849	2.7261	5.4522	0.8231	0.7959	0.0260
46	95.4	4.558078578	0.868	3.3601	6.7201	0.8953	0.8506	0.0274
47	96.2	4.566429358	0.887	3.3882	6.7765	0.8978	0.8526	0.0110
48	100.4	4.609162207	0.906	3.5362	7.0723	0.9098	0.8629	0.0041
49	101.5	4.620058798	0.925	3.5749	7.1498	0.9127	0.8654	0.0118
50	128.3	4.854371272	0.943	4.5188	9.0377	0.9613	0.9145	0.0179
51	150	5.010635294	0.962	5.2831	10.5662	0.9803	0.9404	0.0180
52	150.2	5.011967739	0.981	5.2902	10.5803	0.9804	0.9406	0.0007

Fuente: Elaboración Propia en el programa Hidroesta2

7.5. Distribución Gamma 3 parámetros

- Número de muestras: 52
- Media X: 47.8558
- S: 35.6981
- Xo:-16.6062
- ϒ:3.2607
- β:19.7691
- Delta Teórico Δ: 0.0648
- Delta Tabular Δo: 0.1886

Como el delta teórico 0.06482, es menor que el delta tabular 0.1886. Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 3 parámetros, con un nivel de significación del 5%. Entonces el Ajuste es bueno, al nivel de significación.

Tabla 10 Modelo de Distribución Gamma 3 parámetros

N°	Precipitación Máxima X (mm)	P(X)	(xi-X)^2	(xi-X)^3	y	X²	G(Y)Ordinario	G(Y)Mon Lineal	Delta
1	4.2	0.019	1905.826	-83200.308	1.0525	2.1049	0.0641	0.0522	0.0452
2	6.1	0.038	1743.544	-72803.032	1.1486	2.2971	0.0795	0.0693	0.0418
3	7.2	0.057	1652.892	-67199.578	1.2042	2.4084	0.0891	0.08	0.0325
4	8.2	0.075	1572.580	-62361.871	1.2548	2.5096	0.0983	0.0902	0.0228
5	8.5	0.094	1548.877	-60957.229	1.2700	2.5399	0.1011	0.0934	0.0068
6	8.8	0.113	1525.353	-59573.839	1.2851	2.5703	0.1039	0.0966	0.0093
7	9.7	0.132	1455.863	-55549.562	1.3307	2.6614	0.1127	0.1064	0.0194
8	10.8	0.151	1373.130	-50882.390	1.3863	2.7726	0.1238	0.1187	0.0271
9	10.8	0.170	1373.130	-50882.390	1.3863	2.7726	0.1238	0.1187	0.0460
10	11.1	0.189	1350.987	-49656.551	1.4015	2.8030	0.1269	0.1222	0.0618
11	12.9	0.208	1221.906	-42712.657	1.4925	2.9851	0.146	0.1435	0.0615
12	14.3	0.226	1125.990	-37783.449	1.5634	3.1267	0.1616	0.1607	0.0648
13	20.3	0.245	759.320	-20923.658	1.8669	3.7337	0.2332	0.2389	0.0121
14	20.6	0.264	742.877	-20247.683	1.8820	3.7641	0.2369	0.2429	0.0273
15	23.2	0.283	607.907	-14988.414	2.0136	4.0271	0.2697	0.278	0.0133
16	24.3	0.302	554.874	-13070.490	2.0692	4.1384	0.2838	0.2929	0.0181
17	27.5	0.321	414.357	-8434.562	2.2311	4.4621	0.3251	0.3362	0.0043
18	30	0.340	318.828	-5692.928	2.3575	4.7151	0.3574	0.3697	0.0178
19	30.2	0.358	311.726	-5503.766	2.3676	4.7353	0.36	0.3724	0.0015
20	30.3	0.377	308.205	-5410.776	2.3727	4.7454	0.3613	0.3737	0.0161
21	30.9	0.396	287.498	-4874.752	2.4031	4.8061	0.369	0.3817	0.0272
22	31.5	0.415	267.511	-4375.351	2.4334	4.8668	0.3767	0.3896	0.0384
23	33.5	0.434	206.088	-2958.553	2.5346	5.0692	0.4023	0.4157	0.0317
24	38.2	0.453	93.234	-900.245	2.7723	5.5446	0.4613	0.4751	0.0085
25	40	0.472	61.713	-484.804	2.8634	5.7267	0.4832	0.497	0.0115
26	40.1	0.491	60.152	-466.525	2.8684	5.7369	0.4844	0.4982	0.0062
27	40.3	0.509	57.090	-431.356	2.8785	5.7571	0.4868	0.5006	0.0226
28	41.5	0.528	40.396	-256.746	2.9392	5.8785	0.5012	0.5148	0.0271
29	45.8	0.547	4.226	-8.688	3.1568	6.3135	0.5509	0.5638	0.0037
30	51.5	0.566	13.280	48.397	3.4451	6.8902	0.6122	0.6233	0.0462
31	55.2	0.585	53.938	396.131	3.6322	7.2645	0.649	0.6587	0.0641
32	55.6	0.604	59.973	464.446	3.6525	7.3050	0.6528	0.6624	0.0490
33	58.7	0.623	117.597	1275.253	3.8093	7.6186	0.6814	0.6897	0.0588
34	59	0.642	124.194	1384.045	3.8245	7.6489	0.6841	0.6923	0.0426
35	60	0.660	147.482	1791.060	3.8751	7.7501	0.6929	0.7007	0.0325
36	60.2	0.679	152.380	1881.014	3.8852	7.7703	0.6946	0.7024	0.0154
37	60.3	0.698	154.859	1927.100	3.8902	7.7805	0.6955	0.7032	0.0026
38	60.4	0.717	157.358	1973.932	3.8953	7.7906	0.6963	0.704	0.0207
39	60.9	0.736	170.152	2219.501	3.9206	7.8412	0.7006	0.7081	0.0352
40	62.7	0.755	220.351	3270.944	4.0116	8.0233	0.7157	0.7225	0.0390
41	65.3	0.774	304.301	5308.300	4.1431	8.2863	0.7365	0.7422	0.0371
42	70.3	0.792	503.743	11306.135	4.3961	8.7921	0.773	0.7768	0.0195
43	73.5	0.811	657.627	16864.328	4.5579	9.1159	0.7942	0.7968	0.0171
44	74.7	0.830	720.613	19344.294	4.6186	9.2373	0.8017	0.8039	0.0285
45	77.4	0.849	872.862	25788.024	4.7552	9.5104	0.8177	0.8191	0.0314
46	95.4	0.868	2260.454	107471.541	5.6657	11.3315	0.8989	0.8963	0.0310
47	96.2	0.887	2337.165	112988.427	5.7062	11.4124	0.9016	0.8989	0.0148
48	100.4	0.906	2760.896	145069.166	5.9186	11.8373	0.9148	0.9117	0.0091
49	101.5	0.925	2877.703	154372.190	5.9743	11.9486	0.918	0.9147	0.0065
50	128.3	0.943	6471.274	520576.680	7.3299	14.6599	0.9687	0.9649	0.0253
51	150	0.962	10433.444	1065716.099	8.4276	16.8552	0.9862	0.9834	0.0239
52	150.2	0.981	10474.342	1071988.431	8.4377	16.8755	0.9863	0.9835	0.0052

Fuente: Elaboración Propia en el programa Hidroesta2

7.6. Distribución Log Pearson Tipo III

- Número de muestras: 52
- Media X: 3.543
- S: 0.892
- Xo:6.873
- ϒ:13.949
- β:-0.2387
- Delta Teórico Δ: 0.9811
- Delta Tabular Δo: 0.1886

Los parámetros: Xo, gamma y ß calculada por momentos ordinarios, son incorrectos, por lo que los datos no se ajustan a la distribución Log-Pearson tipo 3. Entonces el Ajuste no es bueno, al nivel de significación. Siendo necesario usar otra distribución.

Tabla 11 Modelo de Distribución Log Pearson Tipo III

N°	Precipitación Máxima X (mm)	Ln(x)	P(X)	(Ln(x)-Media(LnX))^2	(Ln(x)-Media(LnX))^3	y	X²	G(Y)Ordinario	G(Y)Mom Lineal	Delta
1	4.2	1.4351	0.019	4.444	-9.368	22.7794	45.5589	0	0	0.0189
2	6.1	1.8083	0.038	3.010	-5.221	21.2162	42.4323	0	0.0018	0.0377
3	7.2	1.9741	0.057	2.462	-3.863	20.5217	41.0434	0	0.0086	0.0566
4	8.2	2.1041	0.075	2.071	-2.980	19.9769	39.9539	0	0.0202	0.0755
5	8.5	2.1401	0.094	1.969	-2.762	19.8264	39.6529	0	0.0247	0.0943
6	8.8	2.1748	0.113	1.872	-2.562	19.6811	39.3623	0	0.0296	0.1132
7	9.7	2.2721	0.132	1.615	-2.053	19.2733	38.5465	0	0.0464	0.1321
8	10.8	2.3795	0.151	1.354	-1.575	18.8233	37.6466	0	0.0707	0.1509
9	10.8	2.3795	0.170	1.354	-1.575	18.8233	37.6466	0	0.0707	0.1698
10	11.1	2.4069	0.189	1.291	-1.467	18.7085	37.4171	0	0.0778	0.1887
11	12.9	2.5572	0.208	0.972	-0.958	18.0791	36.1581	0	0.1234	0.2075
12	14.3	2.6603	0.226	0.779	-0.688	17.6475	35.2950	0	0.1605	0.2264
13	20.3	3.0106	0.245	0.284	-0.151	16.1799	32.3598	0	0.3118	0.2453
14	20.6	3.0253	0.264	0.268	-0.139	16.1184	32.2369	0	0.3187	0.2642
15	23.2	3.1442	0.283	0.159	-0.063	15.6206	31.2411	0	0.3747	0.2830
16	24.3	3.1905	0.302	0.124	-0.044	15.4265	30.8531	0	0.3966	0.3019
17	27.5	3.3142	0.321	0.052	-0.012	14.9083	29.8167	0	0.4546	0.3208
18	30	3.4012	0.340	0.020	-0.003	14.5439	29.0877	0	0.4946	0.3396
19	30.2	3.4078	0.358	0.018	-0.002	14.5160	29.0321	0	0.4976	0.3585
20	30.3	3.4111	0.377	0.017	-0.002	14.5022	29.0044	0	0.4991	0.3774
21	30.9	3.4308	0.396	0.013	-0.001	14.4201	28.8401	0	0.5079	0.3962
22	31.5	3.4500	0.415	0.009	-0.001	14.3395	28.6790	0	0.5165	0.4151
23	33.5	3.5115	0.434	0.001	0.000	14.0816	28.1633	0	0.5436	0.4340
24	38.2	3.6428	0.453	0.010	0.001	13.5317	27.0634	0	0.5989	0.4528
25	40	3.6889	0.472	0.021	0.003	13.3388	26.6777	0	0.6174	0.4717
26	40.1	3.6914	0.491	0.022	0.003	13.3284	26.6568	0	0.6184	0.4906
27	40.3	3.6964	0.509	0.023	0.004	13.3075	26.6151	0	0.6204	0.5094
28	41.5	3.7257	0.528	0.033	0.006	13.1846	26.3693	0	0.6318	0.5283
29	45.8	3.8243	0.547	0.079	0.022	12.7717	25.5433	0	0.6688	0.5472
30	51.5	3.9416	0.566	0.159	0.063	12.2803	24.5607	0	0.7095	0.5660
31	55.2	4.0110	0.585	0.219	0.102	11.9897	23.9794	0	0.7319	0.5849
32	55.6	4.0182	0.604	0.226	0.107	11.9595	23.9189	0	0.7342	0.6038
33	58.7	4.0724	0.623	0.280	0.148	11.7322	23.4644	0	0.7507	0.6226
34	59	4.0775	0.642	0.286	0.153	11.7108	23.4217	0	0.7522	0.6415
35	60	4.0943	0.660	0.304	0.168	11.6404	23.2809	0	0.7572	0.6604
36	60.2	4.0977	0.679	0.308	0.171	11.6265	23.2530	0	0.7581	0.6792
37	60.3	4.0993	0.698	0.309	0.172	11.6196	23.2391	0	0.7586	0.6981
38	60.4	4.1010	0.717	0.311	0.174	11.6126	23.2252	0	0.7591	0.7170
39	60.9	4.1092	0.736	0.320	0.181	11.5781	23.1562	0	0.7615	0.7358
40	62.7	4.1384	0.755	0.354	0.211	11.4561	22.9121	0	0.7698	0.7547
41	65.3	4.1790	0.774	0.404	0.257	11.2859	22.5718	0	0.7809	0.7736
42	70.3	4.2528	0.792	0.504	0.357	10.9768	21.9537	0	0.8002	0.7925
43	73.5	4.2973	0.811	0.569	0.429	10.7904	21.5808	0	0.8111	0.8113
44	74.7	4.3135	0.830	0.593	0.457	10.7225	21.4451	0	0.815	0.8302
45	77.4	4.3490	0.849	0.649	0.523	10.5738	21.1476	0	0.8232	0.8491
46	95.4	4.5581	0.868	1.030	1.046	9.6980	19.3960	0	0.8659	0.8679
47	96.2	4.5664	0.887	1.047	1.072	9.6630	19.3260	0	0.8674	0.8868
48	100.4	4.6092	0.906	1.136	1.212	9.4840	18.9680	0	0.8749	0.9057
49	101.5	4.6201	0.925	1.160	1.249	9.4384	18.8767	0	0.8768	0.9245
50	128.3	4.8544	0.943	1.719	2.255	8.4569	16.9138	0	0.9114	0.9434
51	150	5.0106	0.962	2.154	3.161	7.8023	15.6047	0	0.9294	0.9623
52	150.2	5.0120	0.981	2.158	3.169	7.7968	15.5935	0	0.9296	0.9811

Fuente: Elaboración Propia en el programa Hidroesta2

7.7. Distribución Gumbel

- Número de muestras: 52
- α: 27.834
- μ: 31.792
- Delta Teórico Δ: 0.0730
- Delta Tabular Δo: 0.1886

Como el delta teórico 0.0730, es menor que el delta tabular 0.1886. Los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de significación del 5%. Entonces el Ajuste es bueno, al nivel de significación.

Tabla 12 Modelo de Distribución Gumbel

N°	Precipitación Máxima X (mm)	P(X)	((x)-Media(X))^2	y	G(Y)Ordinario	G(Y)Mom Lineal	Delta
1	4.2	0.019	1905.826	-0.9913	0.0676	0.0702	0.0487
2	6.1	0.038	1743.544	-0.9230	0.0807	0.0835	0.0430
3	7.2	0.057	1652.892	-0.8835	0.089	0.0919	0.0324
4	8.2	0.075	1572.580	-0.8476	0.0969	0.0999	0.0214
5	8.5	0.094	1548.877	-0.8368	0.0994	0.1023	0.0051
6	8.8	0.113	1525.353	-0.8260	0.1019	0.1049	0.0113
7	9.7	0.132	1455.863	-0.7937	0.1095	0.1126	0.0226
8	10.8	0.151	1373.130	-0.7542	0.1193	0.1224	0.0316
9	10.8	0.170	1373.130	-0.7542	0.1193	0.1224	0.0505
10	11.1	0.189	1350.987	-0.7434	0.1221	0.1252	0.0666
11	12.9	0.208	1221.906	-0.6787	0.1393	0.1424	0.0682
12	14.3	0.226	1125.990	-0.6284	0.1534	0.1566	0.0730
13	20.3	0.245	759.320	-0.4129	0.2207	0.2237	0.0246
14	20.6	0.264	742.877	-0.4021	0.2243	0.2273	0.0399
15	23.2	0.283	607.907	-0.3087	0.2563	0.2591	0.0267
16	24.3	0.302	554.874	-0.2692	0.2702	0.2729	0.0317
17	27.5	0.321	414.357	-0.1542	0.3114	0.3138	0.0094
18	30	0.340	318.828	-0.0644	0.3442	0.3464	0.0046
19	30.2	0.358	311.726	-0.0572	0.3469	0.349	0.0116
20	30.3	0.377	308.205	-0.0536	0.3482	0.3503	0.0292
21	30.9	0.396	287.498	-0.0320	0.3561	0.3582	0.0401
22	31.5	0.415	267.511	-0.0105	0.3641	0.366	0.0510
23	33.5	0.434	206.088	0.0614	0.3905	0.3922	0.0435
24	38.2	0.453	93.234	0.2302	0.4519	0.453	0.0009
25	40	0.472	61.713	0.2949	0.4749	0.4759	0.0032
26	40.1	0.491	60.152	0.2985	0.4762	0.4771	0.0144
27	40.3	0.509	57.090	0.3057	0.4788	0.4796	0.0306
28	41.5	0.528	40.396	0.3488	0.4939	0.4946	0.0344
29	45.8	0.547	4.226	0.5033	0.5463	0.5466	0.0009
30	51.5	0.566	13.280	0.7081	0.6111	0.6107	0.0451
31	55.2	0.585	53.938	0.8410	0.6497	0.649	0.0648
32	55.6	0.604	59.973	0.8554	0.6537	0.653	0.0499
33	58.7	0.623	117.597	0.9668	0.6837	0.6827	0.0611
34	59	0.642	124.194	0.9775	0.6865	0.6855	0.0450
35	60	0.660	147.482	1.0135	0.6956	0.6946	0.0352
36	60.2	0.679	152.380	1.0206	0.6974	0.6964	0.0182
37	60.3	0.698	154.859	1.0242	0.6983	0.6973	0.0002
38	60.4	0.717	157.358	1.0278	0.6992	0.6982	0.0178
39	60.9	0.736	170.152	1.0458	0.7037	0.7027	0.0321
40	62.7	0.755	220.351	1.1105	0.7194	0.7182	0.0353
41	65.3	0.774	304.301	1.2039	0.7408	0.7395	0.0328
42	70.3	0.792	503.743	1.3835	0.7783	0.7768	0.0142
43	73.5	0.811	657.627	1.4985	0.7998	0.7983	0.0115
44	74.7	0.830	720.613	1.5416	0.8073	0.8058	0.0229
45	77.4	0.849	872.862	1.6386	0.8235	0.8219	0.0256
46	95.4	0.868	2260.454	2.2853	0.9033	0.9018	0.0354
47	96.2	0.887	2337.165	2.3140	0.9059	0.9045	0.0191
48	100.4	0.906	2760.896	2.4649	0.9185	0.9172	0.0128
49	101.5	0.925	2877.703	2.5045	0.9215	0.9202	0.0030
50	128.3	0.943	6471.274	3.4673	0.9693	0.9685	0.0259
51	150	0.962	10433.444	4.2470	0.9858	0.9853	0.0235
52	150.2	0.981	10474.342	4.2541	0.9859	0.9854	0.0048

Fuente: Elaboración Propia en el programa Hidroesta2

7.8. Distribución Log Gumbel

- Número de muestras: 52
- α: 0.695
- μ: 3.142
- Delta Teórico Δ:0.1660
- Delta Tabular Δo: 0.1886

Como el delta teórico 0.1660, es menor que el delta tabular 0.1886. Los datos se ajustan a la distribución logGumbel, con un nivel de significación del 5%. Entonces el Ajuste es bueno, al nivel de significación.

Tabla 13 Modelo de Distribución Log Gumbel

N°	Precipitación Máxima X (mm)	P(X)	Ln(x)	(Ln(x)-MediaLn(X))^2	y	G(Y)Ordinario	G(Y)Mom Lineal	Delta
1	4.2	0.019	1.435	4.4438	-2.4550	0	0	0.0189
2	6.1	0.038	1.808	3.0096	-1.9182	0.0011	0.0023	0.0366
3	7.2	0.057	1.974	2.4618	-1.6797	0.0047	0.008	0.0519
4	8.2	0.075	2.104	2.0706	-1.4927	0.0117	0.0176	0.0638
5	8.5	0.094	2.140	1.9685	-1.4410	0.0146	0.0214	0.0797
6	8.8	0.113	2.175	1.8724	-1.3911	0.018	0.0255	0.0952
7	9.7	0.132	2.272	1.6154	-1.2510	0.0304	0.0404	0.1017
8	10.8	0.151	2.380	1.3539	-1.0965	0.0501	0.0627	0.1008
9	10.8	0.170	2.380	1.3539	-1.0965	0.0501	0.0627	0.1197
10	11.1	0.189	2.407	1.2909	-1.0571	0.0563	0.0695	0.1324
11	12.9	0.208	2.557	0.9720	-0.8409	0.0984	0.1141	0.1091
12	14.3	0.226	2.660	0.7794	-0.6927	0.1355	0.1519	0.0909
13	20.3	0.245	3.011	0.2835	-0.1888	0.2989	0.3118	0.0536
14	20.6	0.264	3.025	0.2681	-0.1677	0.3065	0.3191	0.0423
15	23.2	0.283	3.144	0.1592	0.0033	0.3691	0.3789	0.0861
16	24.3	0.302	3.190	0.1243	0.0699	0.3936	0.4023	0.0917
17	27.5	0.321	3.314	0.0524	0.2479	0.4582	0.4637	0.1374
18	30	0.340	3.401	0.0201	0.3730	0.5023	0.5056	0.1627
19	30.2	0.358	3.408	0.0183	0.3826	0.5056	0.5087	0.1471
20	30.3	0.377	3.411	0.0174	0.3873	0.5072	0.5103	0.1298
21	30.9	0.396	3.431	0.0126	0.4155	0.5169	0.5194	0.1207
22	31.5	0.415	3.450	0.0087	0.4432	0.5263	0.5284	0.1112
23	33.5	0.434	3.512	0.0010	0.5317	0.5557	0.5564	0.1217
24	38.2	0.453	3.643	0.0099	0.7206	0.6148	0.6128	0.1620
25	40	0.472	3.689	0.0212	0.7868	0.6343	0.6315	0.1626
26	40.1	0.491	3.691	0.0220	0.7904	0.6353	0.6325	0.1447
27	40.3	0.509	3.696	0.0235	0.7976	0.6374	0.6344	0.1280
28	41.5	0.528	3.726	0.0333	0.8398	0.6494	0.6459	0.1211
29	45.8	0.547	3.824	0.0791	0.9816	0.6875	0.6826	0.1403
30	51.5	0.566	3.942	0.1588	1.1503	0.7287	0.7225	0.1627
31	55.2	0.585	4.011	0.2189	1.2501	0.7509	0.7441	0.1660
32	55.6	0.604	4.018	0.2257	1.2605	0.7531	0.7463	0.1493
33	58.7	0.623	4.072	0.2802	1.3385	0.7693	0.7621	0.1467
34	59	0.642	4.078	0.2856	1.3459	0.7708	0.7636	0.1293
35	60	0.660	4.094	0.3039	1.3700	0.7756	0.7683	0.1152
36	60.2	0.679	4.098	0.3075	1.3748	0.7766	0.7692	0.0974
37	60.3	0.698	4.099	0.3094	1.3772	0.777	0.7696	0.0789
38	60.4	0.717	4.101	0.3112	1.3796	0.7775	0.7701	0.0605
39	60.9	0.736	4.109	0.3205	1.3915	0.7798	0.7724	0.0440
40	62.7	0.755	4.138	0.3543	1.4334	0.7878	0.7802	0.0331
41	65.3	0.774	4.179	0.4044	1.4918	0.7986	0.7908	0.0250
42	70.3	0.792	4.253	0.5036	1.5979	0.8168	0.8088	0.0243
43	73.5	0.811	4.297	0.5688	1.6620	0.8272	0.8191	0.0159
44	74.7	0.830	4.313	0.5935	1.6853	0.8308	0.8227	0.0006
45	77.4	0.849	4.349	0.6494	1.7363	0.8385	0.8303	0.0106
46	95.4	0.868	4.558	1.0302	2.0371	0.8777	0.8697	0.0098
47	96.2	0.887	4.566	1.0472	2.0491	0.8791	0.8711	0.0077
48	100.4	0.906	4.609	1.1365	2.1106	0.8859	0.878	0.0198
49	101.5	0.925	4.620	1.1598	2.1262	0.8876	0.8797	0.0369
50	128.3	0.943	4.854	1.7194	2.4633	0.9184	0.9112	0.0250
51	150	0.962	5.011	2.1536	2.6880	0.9343	0.9277	0.0280
52	150.2	0.981	5.012	2.1576	2.6900	0.9344	0.9278	0.0467

Fuente: Elaboración Propia en el programa Hidroesta2

7.9. Resumen de Distribuciones Teóricas

Del análisis de las ocho distribuciones se considera el que cuenta un delta teórico menor, por esta razón se utilizara la distribución de gamma 3 parámetros con un resultado de 0.0648, el cual usaremos sus datos para determinar la precipitación.

Tabla 14 Distribución Teóricas

RESUMEN DE DISTRIBUCIONES TEÓRICAS PARA FERREÑAFE			
MODELO DE DISTRIBUCIÓN	DESCRIPCIÓN	Delta Teórico Δ	Delta Tabular Δo
Distribución Normal	El ajuste es bueno, al nivel de significación seleccionado	0.0990	0.1886
Distribución Log Normal 2 parámetros	El ajuste es bueno, al nivel de significación seleccionado	0.1152	0.1886
Distribución Log Normal 3 parámetros	El ajuste es bueno, al nivel de significación seleccionado	0.0980	0.1886
Distribución Gamma 2 parámetros	El ajuste es bueno, al nivel de significación seleccionado	0.0874	0.1886
Distribución Gamma 3 parámetros	El ajuste es bueno, al nivel de significación seleccionado	0.0648	0.1886
Distribución Log Pearson tipo III	El ajuste no es bueno, al nivel de significación seleccionado, siendo necesario probar con otra distribución	0.9811	0.1886
Distribución Gumbel	El ajuste es bueno, al nivel de significación seleccionado	0.0730	0.1886
Distribución Long Gumbel	El ajuste es bueno, al nivel de significación seleccionado	0.1660	0.1886

Fuente: Elaboración Propia

8. Curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia

A partir del método de Dyck Peschke se estimó las intensidades máximas horario a partir de las precipitaciones máximas en 24 horas con el ajuste de la distribución gamma 3 parámetros. Este análisis procede de la siguiente fórmula:

$$P_D = P_{24h} \times \left(\frac{D}{1440}\right)^{0.25}$$

P_D = precipitación máxima de duración D, en mm
P_{24h} = precipitación máxima de 24 horas, en mm
D = duración de la precipitación, en horas

Tabla 15 Distribución Teóricas

Duración (Minutos)	Precipitación en 24 horas (mm)											
	46.78	84.11	108.15	130.49	137.44	143.04	158.40	172.20	178.65	188.26	198.29	223.42
	Periodo de Retorno (Años)											
	2	5	10	20	25	30	50	80	100	140	200	500
	Precipitación (mm)											
20	16.06	28.87	37.13	44.80	47.18	49.10	54.38	59.12	61.33	64.63	68.07	76.70
30	17.77	31.95	41.09	49.58	52.22	54.34	60.18	65.42	67.87	71.52	75.33	84.88
60	21.14	38.00	48.86	58.96	62.10	64.62	71.57	77.80	80.72	85.06	89.59	100.94
120	25.14	45.19	58.11	70.11	73.85	76.85	85.11	92.52	95.99	101.15	106.54	120.04
180	27.82	50.01	64.31	77.59	81.72	85.05	94.19	102.39	106.23	111.94	117.91	132.85
240	29.89	53.74	69.10	83.38	87.82	91.39	101.21	110.03	114.15	120.29	126.70	142.75
480	35.55	63.91	82.18	99.15	104.43	108.68	120.36	130.84	135.75	143.05	150.67	169.77
720	39.34	70.72	90.94	109.73	115.57	120.28	133.20	144.80	150.23	158.31	166.74	187.88
1440	46.78	84.11	108.15	130.49	137.44	143.04	158.40	172.20	178.65	188.26	198.29	223.42

Fuente: Elaboración Propia

Para hallar la cantidad de intensidades máximas se divide las precipitaciones máximas entre la duración representada en horas y de esta manera obtener la tabla de intensidades máximas de precipitaciones para diferentes duraciones de la lluvia y periodos de retorno.

$$I = \frac{P_D}{D}$$

PD = precipitación máxima de duración D, en mm
D = duración de la precipitación, en horas

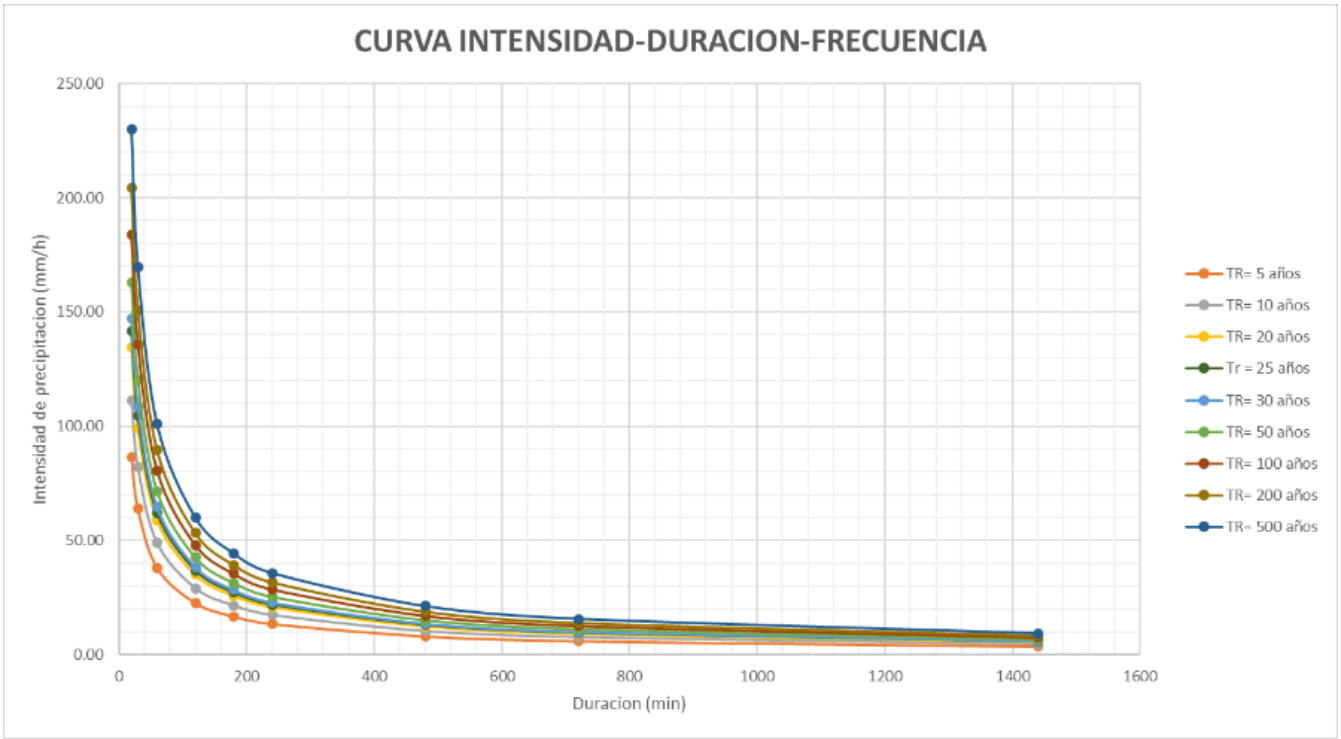
Tabla 16 Distribución Teóricas

Duración (Horas)	Duración (Minutos)	Periodo de Retorno (Años)											
		2	5	10	20	25	30	50	80	100	140	200	500
		Intensidad (mm/hr)											
0.333	20	48.18	86.62	111.38	134.39	141.55	147.31	163.14	177.35	183.99	193.88	204.22	230.10
0.500	30	35.55	63.91	82.18	99.15	104.43	108.68	120.36	130.84	135.75	143.05	150.67	169.77
1.000	60	21.14	38.00	48.86	58.96	62.10	64.62	71.57	77.80	80.72	85.06	89.59	100.94
2.000	120	12.57	22.59	29.05	35.06	36.92	38.43	42.55	46.26	47.99	50.57	53.27	60.02
3.000	180	9.27	16.67	21.44	25.86	27.24	28.35	31.40	34.13	35.41	37.31	39.30	44.28
4.000	240	7.47	13.43	17.28	20.84	21.95	22.85	25.30	27.51	28.54	30.07	31.67	35.69
8.000	480	4.44	7.99	10.27	12.39	13.05	13.59	15.05	16.36	16.97	17.88	18.83	21.22
12.000	720	3.28	5.89	7.58	9.14	9.63	10.02	11.10	12.07	12.52	13.19	13.90	15.66
24.000	1440	1.95	3.50	4.51	5.44	5.73	5.96	6.60	7.18	7.44	7.84	8.26	9.31

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente obtenemos la representación gráfica de las curvas intensidades, duración y frecuencia.

Tabla 17 Distribución Teóricas



Fuente: Elaboración Propia

9. Caudal de diseño

9.1. Tiempo de concentración

$$T_c = 0.3\left(\frac{L}{S^{0.25}}\right)^{0.76}$$

L= Longitud del cauce mayor (km)
S= Pendiente promedio del cauce mayor (m/m)

L	19.29 km
S	0.12 m/m
Tc	4.23 horas

9.2. Coeficiente de Uniformidad

$$K = 1 + \frac{T_c^{1.25}}{T_c^{1.25} + 14}$$

Tc= Tiempo de concentración (horas)

Tc	4.23 horas
K	1.302

9.3. Coeficiente de Simultaneidad o Factor reductor

$$K_A = 1 - \left(\frac{log_{10}A}{15}\right)$$

A = Área de la cuenca (km2)

A	82.93 km2
kA	0.87

9.4. Precipitación máxima corregida sobre la cuenca

$$P = K_A P_d$$

kA =Coeficiente de Simultaneidad o Factor reductor
Pd = Precipitación máxima diaria (mm)

kA	0.87
Pd	130.49 mm
P	113.80 mm

9.5. Intensidad de Precipitación

$$I = \left(\frac{P}{24}\right) 11^{\frac{28^{0.1} - Tc^{0.1}}{28^{0.1} - 1}}$$

P =Precipitación máxima corregida
Tc= Tiempo de concentración (horas)

P	113.80 mm
Tc	4.23
I	20.36 mm/h

9.6. Coeficiente de escorrentía

$$C = \frac{(Pd - Po)(Pd + 23\,Po)}{(Pd + 11\,Po)^2}$$

Pd = Precipitación máxima diaria (mm)
Po= Umbral de escorrentia

Pd	130.49 mm
Po	128.57 mm
C	0.002

9.7. Descarga máxima de diseño

$$Q = 0.278\ CIAK$$

Q= Descarga máxima de diseño (m3/s)
C= Coeficiente de escorrentia
I= Intesidad de precipitación maxima horaria(mm/hr)
A= Área de la cuenca (km2)
K=Coeficiente de Uniformidad

C	0.002
I	20.36 mm/h
A	82.93 km2
K	1.30
Q	1.52 m3/s

10. Conclusiones

- Se analizó las ocho distribuciones y con ello se concluyó que la Distribución de Gamma 3 Parámetros cuenta con un delta teórico menor de 0.0648, el cual se utilizó para determinar la precipitación del tiempo de retorno de 20 años el cual fue de 130.49 mm.
- El caudal de diseño que se calculo fue de 1.52 m3/s, la cual permitirá realizar el diseño de drenaje pluvial.
- Se determino los parámetros de la microcuenca Baja La Leche, el cual cuenta con un área de 82.930 km2 y un perímetro de 48.30 km.
- Se cálculo las intensidades, duración y frecuencia de lluvias en los periodos de 05 años, 10 años, 25 años, 50 años, 100 años, 200 años y 500 años.

Anexo 07: Diseño de la Infraestructura

1. Objetivos

- Realizar las dimensiones y diseños de las áreas de reciclaje, compostaje y relleno sanitario.

2. Dimensiones de la infraestructura

2.1. Flujo de destino

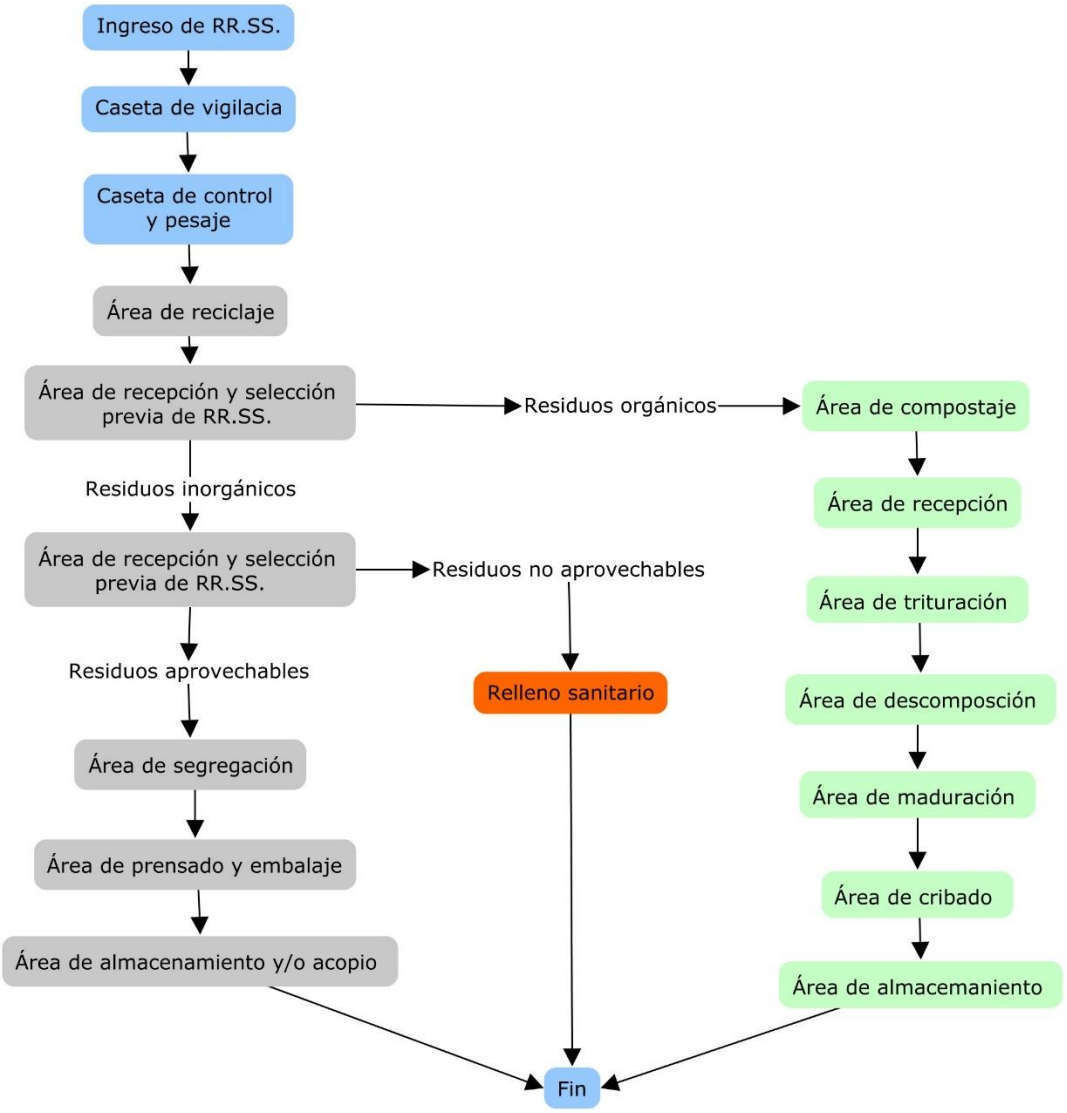
Dentro de este marco se consideró realizar un flujo de destino de los residuos que genera la población para cada área correspondiente, como se muestra en el Anexo 03.

Tabla 01 Generación destinada a las áreas de la infraestructura

Área de Compostaje	0.356 kg/hab/dia
Área de Reciclaje	0.130 kg/hab/dia
Área del Relleno Sanitario	0.106 kg/hab/dia

Elaboración: Propia

a) Diagrama de operación del proceso de la infraestructura



2.2. Planta de reciclaje

Es importante calcular la cantidad de residuos inorgánicos que genera la población en un periodo de vida útil de 20 años.

De este modo la capacidad que tendrá la infraestructura dependerá de la generación de los residuos que llegarán a ser tratados, con el objetivo de poder garantizar el uso de los espacios o áreas que cuenta la planta de reciclaje.

Para este calculó se determinó la cantidad de población y generación per carpita de residuos inorgánicos del año 2021, dichos datos fueron 22241 habitantes y 0.130 kg/hab/día.

Finalmente, en función a la tasa de crecimiento poblacional de 1.20% y un crecimiento anual de residuos sólidos de 1%, se obtuvo que la cantidad de residuos que llegaran a procesarse en el año 2041 será de 27925.610 Tn.

Tabla 02 Cantidad de residuos inorgánicos

AÑO	Poblacion (Pob.)	Generacion Percapita (kg./hab./dia)	Generación de Residuos Sólidos (Ton/día)	Generación de Residuos Sólidos (Ton/año)	Área total Acumulada (Tn/año)
2021	22241	0.130	2.902	1059.369	1059.369
2022	22507	0.132	2.966	1082.761	2142.129
2023	22777	0.133	3.032	1106.691	3248.820
2024	23050	0.134	3.099	1131.172	4379.992
2025	23326	0.136	3.168	1156.172	5536.164
2026	23606	0.137	3.238	1181.725	6717.890
2027	23889	0.139	3.309	1207.843	7925.732
2028	24175	0.140	3.382	1234.537	9160.269
2029	24464	0.141	3.457	1261.822	10422.091
2030	24758	0.143	3.533	1289.710	11711.801
2031	25054	0.144	3.612	1318.214	13030.014
2032	25354	0.146	3.691	1347.348	14377.362
2033	25658	0.147	3.773	1377.126	15754.488
2034	25966	0.149	3.856	1407.562	17162.049
2035	26277	0.150	3.942	1438.670	18600.720
2036	26591	0.152	4.029	1470.467	20071.187
2037	26910	0.153	4.118	1502.966	21574.152
2038	27232	0.155	4.209	1536.183	23110.335
2039	27559	0.156	4.302	1570.134	24680.469
2040	27889	0.158	4.397	1604.836	26285.305
2041	28223	0.159	4.494	1640.305	27925.610

Elaboración: Propia

La planta de reciclaje dependerá de un área total que incluye el área de recepción, área segregación, área de prensado y embalaje, y finalmente un área de almacenamiento.

a) Áreas de recepción

El área de recepción cuenta con la operación de recibir y pesar la cantidad de residuos inorgánicos que serán recepcionan en la planta.

Para determinar esta área se calculó el volumen de los residuos por medio de la generación sobre su densidad dando como resultado 24.507 m3 por día. Por medio de la tabla 04 se observa el proceso de cómo obtener el área de recepción.

Tabla 03 Área de recepción

Área de recepción y selección previa de los residuos			
P inor	Densidad de los residuos	183.374 kg/m3	0.183 Tn/m3
Re	Generación		4.494 Tn/dia
V	Volumen de los residuos		24.507 m3/dia
H	Altura de la ruma		1.500 m
Adre	Área de recepcion diaria		16.338 m2/dia
	Tiempo de recepción		1 dia
	Área Neta		16.338 m2
	Espacios libres		12.00%
	Área total		**18.299 m2**

Elaboración: Propia

b) Área de segregación

El área de segregación trata de identificar los residuos inorgánicos que continuaran con el proceso clasificación. Para calcular el área de segregación se consideró dimensionar el área en forma rectangular como se observa en la tabla 04.

Tabla 04 Área de segregación

Área de segregación	
Ancho	8.000 m
Largo	20.000 m
Área total	**160.000 m2**

Elaboración: Propia

c) Área de prensado y embalaje

En la esta área de prensado y embalaje, los residuos ya clasificados serán compactados y asegurados con rafia, para facilitar el traslado hacia el área de almacenamiento.

Tabla 05 Área de prensado y embalaje

Área de prensado y embalaje	
Área de recepcion + Área de segregación	178.299 m2
Área de operaciones	30.00%
Área total	**53.490 m2**

Elaboración: Propia

d) Área de almacenamiento

Esta área almacena los diferentes tipos de residuos (papel, cartón, vidrio, plástico, metal, etc.) prensados y embalados.

Tabla 06 Área de almacenamiento

Área de almacenamiento	
Ancho	5.000 m
Largo	20.000 m
Área total	**100.000 m2**

Elaboración: Propia

e) Área total para la planta de reciclaje

El área total de la planta es resultado de la suma de las áreas calculadas anteriormente.

Tabla 07 Área total de la planta de reciclaje

Área total para la zona de reciclaje	
Área de recepción	18.30 m2
Área de segregación	160.00 m2
Área de prensado y embalaje	53.49 m2
Área de almacenamiento y/o acopio	100.00 m2
Total	331.79 m2

Elaboración: Propia

2.3. Planta de compostaje

Es importante calcular la cantidad de residuos orgánicos que genera la población en un periodo de vida útil de 20 años.

De este modo la capacidad que tendrá la infraestructura dependerá de la generación de los residuos que llegarán a ser tratados, con el objetivo de poder garantizar el uso de los espacios o áreas que cuenta la planta de compostaje.

Para este calculó se determinó la cantidad de población y generación per carpita de residuos orgánicos del año 2021, dichos datos fueron 22241 habitantes y 0.356 kg/hab/día.

Finalmente, en función a la tasa de crecimiento poblacional de 1.20% y un crecimiento anual de residuos sólidos de 1%, se obtuvo que la cantidad de residuos que llegaran a procesarse en el año 2041 será de 76111.225 Tn.

Tabla 08 Cantidad de residuos orgánicos

AÑO	Poblacion (Pob.)	Generacion Percapita (kg./hab./dia)	Generación de Residuos Sólidos (Ton/día)	Generación de Residuos Sólidos (Ton/año)	Total Acumulada (Ton/año)
2021	22241	0.356	7.910	2887.308	2887.308
2022	22507	0.359	8.085	2951.063	5838.371
2023	22777	0.363	8.264	3016.285	8854.656
2024	23050	0.366	8.447	3083.009	11937.665
2025	23326	0.370	8.633	3151.147	15088.811
2026	23606	0.374	8.824	3220.791	18309.602
2027	23889	0.378	9.019	3291.974	21601.576
2028	24175	0.381	9.218	3364.730	24966.306
2029	24464	0.385	9.422	3439.094	28405.400
2030	24758	0.389	9.630	3515.102	31920.503
2031	25054	0.393	9.843	3592.790	35513.293
2032	25354	0.397	10.061	3672.195	39185.488
2033	25658	0.401	10.283	3753.355	42938.842
2034	25966	0.405	10.510	3836.308	46775.150
2035	26277	0.409	10.743	3921.095	50696.245
2036	26591	0.413	10.980	4007.756	54704.001
2037	26910	0.417	11.223	4096.331	58800.332
2038	27232	0.421	11.471	4186.865	62987.197
2039	27559	0.425	11.724	4279.400	67266.597
2040	27889	0.430	11.984	4373.979	71640.576
2041	28223	0.434	12.248	4470.649	76111.225

Elaboración: Propia

La planta de compostaje dependerá de un área total que incluye el área de recepción, área trituración del material seco, área de descomposición, área de maduración, área de cribado y finalmente el área de almacenamiento.

a) Área de recepción

El área de recepción cuenta con la operación de recibir y pesar la cantidad de residuos orgánicos que serán recepcionan en la planta.

Como se observa en la tabla 09 el área de recepción se calculó con la cantidad de residuos generados sobre el producto de la densidad por la altura de estos.

Tabla 09 Área de recepción

Área de recepción		
Ucf	Capacidad de tratamiento de RS organico	12.248 Tn/dia
Porganico	Densidad residuos compactados	0.600 Tn/m3
Hc	Altura de los residuos dispersos	1.500 m
Acr	Área de cámara de recepción	13.609 m2

Elaboración: Propia

b) Área de trituración de material seco

Para el cálculo del área de trituración se considera un 20% adicional del área de recepción

Tabla 10 Área de trituración

Área para el triturado de material seco	
At	16.331 m2

Elaboración: Propia

c) Área de descomposición o degradación

En esta área se determinó el volumen de la pila, la longitud total de la pila, después se calculó el número total de las pilas que contará esta área para finalmente obtener el área que se requiere para esta etapa de descomposición.

En la tabla 11 se observa todo el proceso de cómo obtener el área correspondiente.

Tabla 11 Área de descomposición

Área de descomposición o degradación			
Volumen de la pila			
Ucf	Cantidad de residuos recibir en planta	12.248 Tn/dia	
P compostaje	Densidad residuos compostaje	0.600 Tn/m3	
Tdes	Tiempo de descomposición	42 dias	6 semanas
Vd	Volumen de la pila de descomposición	857.38 m3	
Longitud total de la pila			
Vd	Volumen de la pila de descomposicion	857.38 m3	
Bd	Base de la pila	3.000 m	
hd	Altura de la pila	1.500 m	
Ld	Longitud total de la pila	381.06 m	
Número total de pilas			
Ld	Longitud total de la pila	381.06 m	
Lf	Longitud estandar de la fila de degradación	24.00 m	
N° total de pilas	Número de pilas	16	
Área de pilas de degradación			
Bd	Base de la pila	3.000 m	
Lf	Longitud estandar de la fila de degradación	24.000 m	
Ad	Área de pilas para la degradación	1143.18 m2	

Elaboración: Propia

d) Área de maduración

En esta área se determinó la longitud total de la pila, el número total de las pilas que contará esta área para finalmente obtener el área que se requiere para esta etapa de maduración.

En la tabla 12 se observa todo el proceso de cómo obtener el área correspondiente.

Tabla 12 Área de maduración

Área de maduración		
Longitud de la pila de maduración		
Vd	Volumen de la pila de descomposición	857.38 m3
Bp	Base de la pila	3.000 m
hm	Altura de la pila	2.000 m
Lm	Longitud de la pila de maduración	142.90 m
Número total de pilas de descomposición		
Lm	Longitud de la pila de maduración	142.897 m
Lf	Longitud estandar de la fila de degradación	24.000 m
N° pilas	Número de la pilas de maduración	6
Área de pilas de maduración		
Bp	Base de la pila	3.000 m
Lf	Longitud estandar de la fila de degradación	24.000 m
Am	Área de pilas de maduración	428.69 m2

Elaboración: Propia

e) Área de cribado

Tabla 13 Área de cribado

Área de cribado		
Vd	Volumen de la pila de descomposición	857.38 m3
hcribado	Altura de cribado	2.000 m
Apost	Área de cribado	142.90 m2

Elaboración: Propia

f) Área de almacenamiento

Tabla 14 Área de almacenamiento

Área de almacenamiento			
Vd	Volumen de la pila de descomposición	857.38 m3	
talm	Tiempo de alamacenamiento	7 dias	1 semanas
halm	Altura de almacenamiento	2.000 m	
Aalm	Área de almacenamiento	1000.282 m2	

Elaboración: Propia

g) Área total para la planta de compostaje

El área total de la planta es resultado de la suma de las áreas calculadas anteriormente.

Tabla 15 Área total de la planta de compostaje

Área total de compostaje	
Área de recepción	13.609 m2
Área para el triturado de material seco	16.331 m2
Área de descomposición o degradación	1143.180 m2
Área de maduración	428.692 m2
Área de cribado	142.897 m2
Área de almacenamiento	1000.282 m2
Total	2744.99 m2

Elaboración: Propia

h) Dimensión de pozo de lixiviados

Volumen de lixiviados

Tabla 16 Volumen de lixiviados

$$\boldsymbol{Q = (1/t)PxAxK}$$

Q: Caudal medio de lixiviado
P: Precipitación media anual (mm/año)
A: Área superficial del relleno (m2)
t: Número de segundos en un año (31 536 000) seg/año)
K: Coeficiente que depende del grado de compactación de la basura.

P=	130.4924	mm
A=	2730.0	m2
t=	31536000	seg/año
K=	0.25	

Elaboración: Propia

Tabla 17 Dimensiones para el pozo de lixiviados

Q	0.0028	l/seg
	7.42 m3/mes	
VOL. DIARIO	244.00 L =	0.24 m3

Elaboración: Propia

2.4. Relleno sanitario

Es importante calcular la capacidad que tendrá el relleno sanitario de los residuos no aprovechables que genera la población.

Para este calculó se determinó la cantidad de población y generación per carpita de residuos no aprovechables del año 2021, dichos datos fueron 22241 habitantes y 0.106 kg/hab/día.

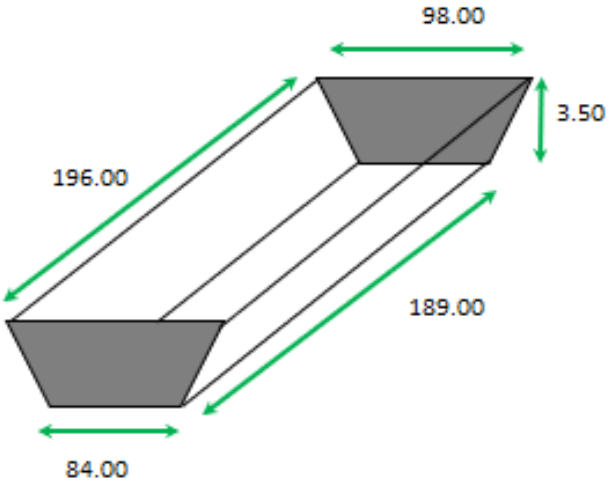
En función a la tasa de crecimiento poblacional de 1.20%, el crecimiento anual de residuos sólidos de 1%, la densidad de compactación de los residuos de 0.60 tn/m3, una cobertura del 25% y una altura de 3.50 m. Dio como resultado que el área que contará el relleno sanitario será de 1.75 ha para un periodo de 20 años.

Tabla 18 Cantidad de residuos no aprovechables

AÑO	Poblacion (Pob.)	Generacion Percapita (kg./hab./dia)	Generación de Residuos Sólidos Domiciliacios (Ton/día)	Generación de Residuos Sólidos Domiciliacios (Ton/año)	Generación de Residuos Municipales (Ton/año)	Volumen de Residuos Sólidos Municipales (m3/año)	Volumen de Residuos Sólidos Municipales + Material de cobertura (m3/año)	Área total (Vol. De RR.SS Municipales +MC)/H (m2/año)
2021	22241	0.106	2.36	859.90	1117.86	1863.11	2328.88	665.40
2022	22507	0.107	2.41	878.88	1142.55	1904.25	2380.31	680.09
2023	22777	0.108	2.46	898.31	1167.80	1946.33	2432.92	695.12
2024	23050	0.109	2.52	918.18	1193.63	1989.39	2486.74	710.50
2025	23326	0.110	2.57	938.47	1220.01	2033.36	2541.70	726.20
2026	23606	0.111	2.63	959.21	1246.98	2078.30	2597.87	742.25
2027	23889	0.112	2.69	980.41	1274.54	2124.23	2655.29	758.65
2028	24175	0.114	2.75	1002.08	1302.71	2171.18	2713.97	775.42
2029	24464	0.115	2.81	1024.23	1331.50	2219.16	2773.95	792.56
2030	24758	0.116	2.87	1046.87	1360.92	2268.21	2835.26	810.07
2031	25054	0.117	2.93	1070.00	1391.00	2318.34	2897.92	827.98
2032	25354	0.118	3.00	1093.65	1421.75	2369.58	2961.97	846.28
2033	25658	0.119	3.06	1117.82	1453.17	2421.95	3027.43	864.98
2034	25966	0.121	3.13	1142.53	1485.28	2475.47	3094.34	884.10
2035	26277	0.122	3.20	1167.78	1518.11	2530.18	3162.73	903.64
2036	26591	0.123	3.27	1193.59	1551.66	2586.10	3232.63	923.61
2037	26910	0.124	3.34	1219.97	1585.96	2643.26	3304.08	944.02
2038	27232	0.125	3.42	1246.93	1621.01	2701.68	3377.10	964.89
2039	27559	0.127	3.49	1274.49	1656.83	2761.39	3451.74	986.21
2040	27889	0.128	3.57	1302.66	1693.45	2822.42	3528.02	1008.01
2041	28223	0.129	3.65	1331.45	1730.88	2884.80	3606.00	1030.28
							61390.83	17540.24
								1.75 ha

Elaboración: Propia

a) Dimensiones del relleno sanitario



b) Diseño de celda

- **Cantidad de RSM que se debe disponer**

$$DSrs = DSp \times (7/dhab)$$

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 (5 o 6 días)

DSp= 3647.80 kg/dia
dhab= 6 dias
DSrs= 4255.76 kg/dia

- **Volumen de celda diaria**

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

Vc = Volumen de la celda diaria (m3)
Drsm = Densidad de los RSM recién compactados en el relleno sanitario semimecanizado, 600 kg/m3
m. c. = Material de cobertura (20-25%)

DSrs= 4255.76 kg/dia
Drsm 600.000 kg/m3
m.c.= 1.25
Vc= 8.866 m3/dia

- **Dimensiones de celda diaria**

Área de la celda

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

Ac = Área de la celda (m2/día)
hc = Altura de la celda (m).

hc= 0.50 m
Ac= 17.732 m2/dia

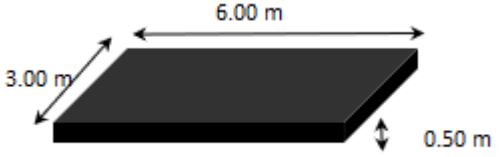
Largo o avance de la celda

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

a = Ancho que se fija de acuerdo con el frente de trabajo necesario para la descarga de la basura por los vehículos recolectores (m)
Nota: Debe tenerse en cuenta que en pequeñas comunidades serán uno o dos vehículos como máximo los que descarguen a la vez, lo que determina el ancho esté entre 3 y 6 m.

Maquinaria	Aporte (m)
Pequeña comunidad	3
TOTAL (m)	**3**

a= 3.00 m
I= 5.91 m 6.00 m



Dimensiones de celda	
Largo	3.00 m
Ancho	6.00 m
Altura	0.50 m

c) Cálculo de la generación de lixiviados

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

Q = Caudal medio de lixiviados (lts/seg)

P = Precipitación media anual (mm/año)

A = Área superficial del relleno (m^2)

K = Coeficiente que depende del grado de comapctación de la basura

t = Número de segundos en un año (31536000 seg/año)

P=	130.4924	mm	
A=	17540.2	m2	
t=	31536000	seg/año	
K=	0.25		
Q	0.0181	l/seg	47.68 m3/mes
VOL. DIARIO	1567.72 L =	1.57 m3	
MES	2.00		
VOL. MES	95.37 m3		

- **Dimensiones de pozo de lixiviados**

Dimensiones de Pozo de lixiviados	
Largo	7.50 m
Ancho	5.25 m
Porfundidad	2.50 m
Volumen	98.00 m3

d) Cálculo de la generación de gases

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

C: Contenindo 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.

Corg=	22	%
T=	37	°C
K=	0.04	
Gmáx=	31.5	

e) Diseño de drenaje pluvial

Caudal máximo

$$Q = \frac{C * I * A}{360} \qquad 0.94 \qquad m3/s$$

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

C = Coeficiente de escorrentia 0.002

i = Intensidad de la lluvia para una duración igual (mm/hora) 20.36

Ad = Área de la cuenca (Ha) 8293

Área de la seccion de la zanja

$$A = \frac{Qp}{v}$$ 0.26 m2

A = Área de la sección de la zanja [m2]/seg]
v = Velocidad máxima promedio [m/seg]

Velocidad maxima promedio

Material	Concreto
Velocidad (m/seg)	3.60

Dimensiones de la zanja

Material	Suelo arenoso
H : V	2 1/2 : 1



Sección trapezoidal

H	0.3	m
B sup	1.80	m
B inf	0.3	m
Area	0.315	m2



Radio hidraulico

$$R = \frac{A}{P}$$ 0.16 m

A = Area mojada m2
P = Perimetro mojado m

2.5. Áreas administrativas

Para el cálculo de las áreas administrativas se considera un 30% del relleno sanitario.

Tabla 19 Áreas administrativas

Área administrativa	
Área administrativa	0.53 ha

Elaboración: Propia

Las áreas administrativas contarán con oficinas administrativas, caseta de vigilancia, área para el personal de trabajo, etc.

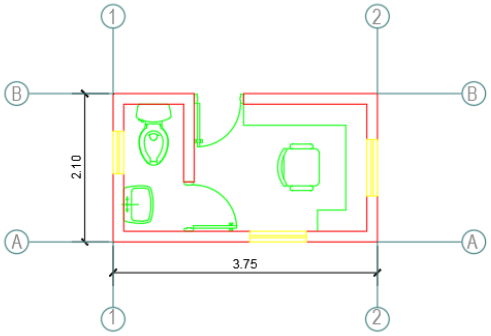
a) Caseta de vigilancia



Área para la caseta de vigilancia	
Ancho	3.15 m
Largo	3.15 m
Área	9.92 m2

Elaboración: Propia

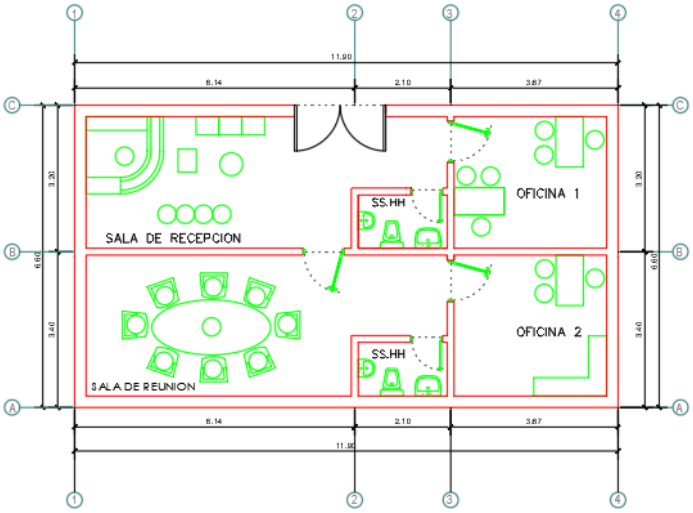
b) Caseta de control y pesaje



Área para la caseta de control y pesaje	
Ancho	2.10 m
Largo	3.75 m
Área	7.88 m2

Elaboración: Propia

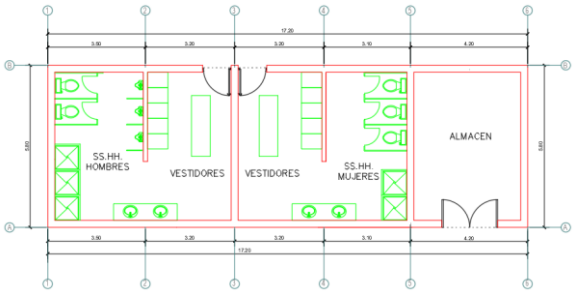
c) Área administrativa



Área total de oficinas administrativas	
Ancho	6.60 m
Largo	11.90 m
Área	78.54 m2

Elaboración: Propia

d) Área de almacén, baños y vestuarios



Área total	
Área del personal de trabajo (hombres)	38.86 m
Área del personal de trabajo (mujeres)	36.54 m
Área del almacén	24.36 m
Área	**99.76 m2**

Elaboración: Propia

3. Diseño de la infraestructura

3.1. Análisis sísmico

- Zonificación

  Zona: 4

  Factor de zona: Z→0.45

- Perfil de suelo:

  Suelos intermedios S2 → La capacidad portante es 0.56 kg/cm2

- Parámetros de sitio

  Factor de suelo: 1.05

  Periodos: T_p →0.6

  T_L →2.0

- Categoría de edificación y fator de uso

  C: Edificaciones comunes

  U: 1

- Sistema estructural

  Ro → 8: Estructura de concreto armado (Pórticos)

- Estructura Regulares

  Ia →1

  Ip →1

- Periodo fundamental de vibración

  CT → 35

3.2. Diseño de la planta de reciclaje

Descripción de la estructural

La estructura cuenta con una luz de 15 m y una longitud de 30 m.

El proyecto contempla la construcción de un techo de cobertura liviana sustentado sobre armaduras metálicas tipo arco y correas en base a tubos rectangulares; la armadura se apoya en columnas de acero de 8”x8” 3mm.

La armadura tipo arco tiene una luz de 15 m lineales entre sus apoyos; la brida superior 2” x 2”” x 1/5 “; los elementos interiores 2”x2”x1/5” y montantes de 1”x1”x1/8”

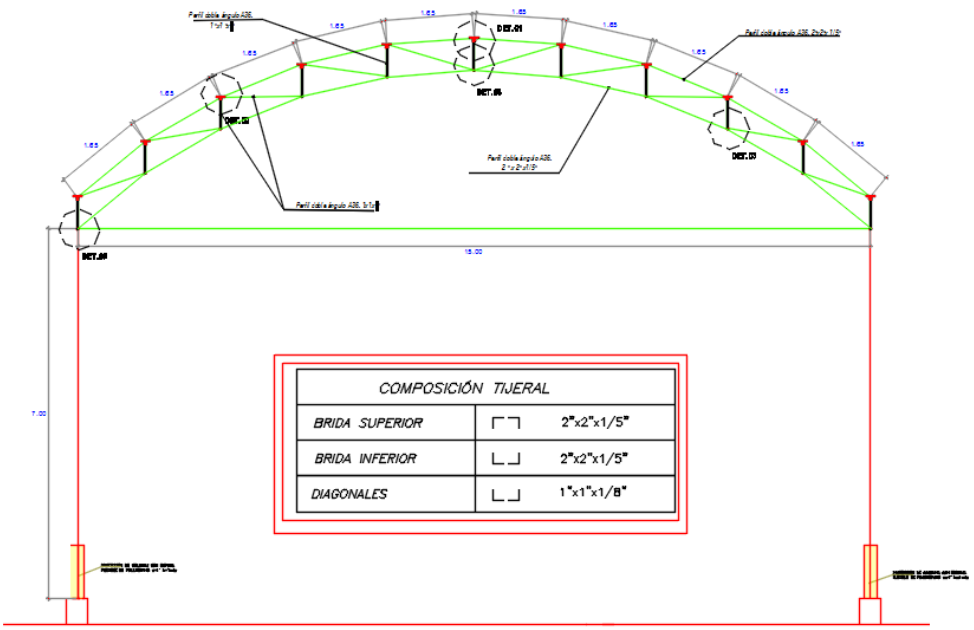
Parámetros de diseño adoptados

ACERO

Peso específico	: γ = 7.849 Ton / m^3
Módulo de Poisson del Concreto	: μ = 0.15
Acero LAC ASTM A500 Grado B	: fy = 3232 kg/cm^2
:	Fu = 4080 kg/cm^2
Módulo elasticidad del acero	: E = 2 x 10^6 kg/cm^2

CARGAS DE DISEÑO

Peso de la cobertura	: 3.47 kg/m
Carga viva	: 30 kg/m^2
Velocidad del viento	: 85 km/h



3.3. Diseño de la planta de compostaje

El proyecto contempla la construcción de un techo de cobertura liviana sustentado sobre armaduras metálicas tipo arco y correas en base a tubos rectangulares; la armadura se apoya en columnas de acero de 8”x8”.

La armadura tipo arco tiene una luz de 35 m lineales entre sus apoyos; la brida superior 2.5” x 2.5”” x 3/8 “; los elementos interiores 2.5”x2.5”x1/4” y montantes de 1”x1”x1/8”

Parámetros de diseño adoptados

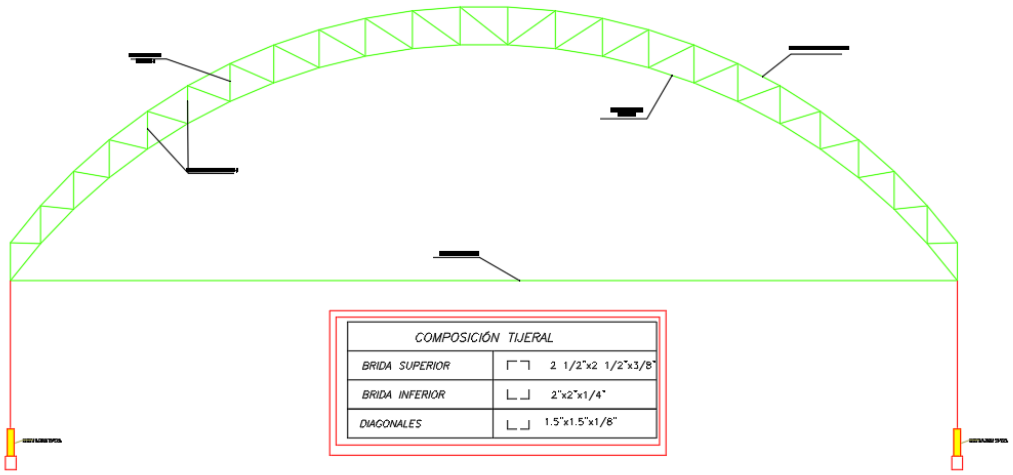
ACERO

Peso específico	: γ = 7.849 Ton / m3
Módulo de Poisson del Concreto	: μ = 0.15
Acero LAC ASTM A500 Grado B	: fy = 3232 kg/cm2
	: Fu = 4080 kg/cm2
Módulo elasticidad del acero	: E = 2 x 106 kg/cm2

CARGAS DE DISEÑO

Peso de la cobertura	: 3.47 kg/m
Carga viva	: 30 kg/m2
Velocidad del viento	: 85 km/h

CARGAS APLICADAS AL MODELO:



4. Instalaciones auxiliares

4.1. Vía de acceso interior

Se diseño una vía no pavimentada de 02 carriles con un ancho de carril de 3.00 m, berma de 0.50m y bombeo de 2.00%

Para el dimensionamiento de los espesores de la capa de afirmado se adoptó como representativa la siguiente ecuación del método NAASRA, que relaciona el valor soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmado, expresada en número de repeticiones de EE.

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10}CBR) + 58 \times (\log_{10}CBR)^2] \times \log_{10}(Nrep/120)$$

e=	espesor de la capa de afirmado
CBR=	valor del CBR de la subrasante
Nrep=	número de repeticiones de EE para el carril de diseño

CBR (%)	12.80
Nrep (EE)	70000
e (mm)	156.223692
e (m)	0.20

4.2. Instalaciones sanitarias

El diseño de las instalaciones de Tanque Cisterna y Elevado para el suministro de agua potable; de tal manera que sean funcionales y sostenibles en el tiempo para que el personal de la infraestructura cuente con servicios idóneos y de calidad.

- CONSUMO PROMEDIO DIARIO

78.54 m2	x 6 l/d por m2	(Área de Administración, etc)	= 471 lt/día
7.87 m2	x 6 l/d por m2	(Área de Administración, etc)	= 47 lt/día
99.75 m2	x 6 l/d por m2	(Área de Administración, etc)	= 599 lt/día
15.00	x 80 l/d por persona	(Consumi Industrial, etc)	= 1200 lt/día
20.00	x 80 l/d por persona	(Consumi Industrial, etc)	= 1600 lt/día
		Consumo Diario Total	= 3917 lt/día

- SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y REGULACIÓN

La construcción de la Cisterna estará diseñada en combinación con la bomba de elevación y el Tanque Elevado,cuya capacidad estará calculada en función al consumo diario.



3.00 m3

VOL. DE CISTERNA = 3/4 x CONSUMO DIARIO TOTAL

Por lo tanto para garantizar el almacenamiento necesario de agua, se considerará:

Vol. Cisterna = 3.00 m3

Asumiremos una Cisterna de Concreto Armado de : **3.00 m3**

Para el cálculo del Volumen del Tanque Elevado, debemos de tener en cuenta que dicho volumen no debe de ser menor a 1/3 del Volumen de la Cisterna, según R.N.E. (acapite "2.4. Almacenamiento y Regulación – Agua Fría).

1.50 m3

VOL. DE TANQUE = 1/3 x VOLUMEN DE CISTERNA

Por lo tanto para garantizar el almacenamiento necesario de agua, se considerará:

Vol. Tanque = 1.40 m3

Asumiremos un Tanque Elevado de Concreto armado de : **1.40 m3**

- DIMENSIONAMIENTO DEL CISTERNA Y TANQUE ELEVADO

CISTERNA

CAPACIDAD REQUERIDA	3.00 m3	
AREA DISPONIBLE	4.41 m2	
ALTURA DE AGUA REQUERIDA	= 0.68 m	
DISTANCIA VERTICAL SUPERFICIE LIBRE DE AGUA	= 0.45 m	R.N.E Min. 0.45 m
ALTURA TOTAL DEL CISTERNA	= 1.13 m	

CISTERNA L **= 2.45 m** A **= 1.80 m** H **= 1.20 m**

TANQUE ELEVADO

CAPACIDAD REQUERIDA	1.40 m3	
AREA DISPONIBLE	3.14 m2	
1.- ALTURA DE AGUA REQUERIDA	= 0.45 m	
2.- DISTANCIA VERTICAL SUPERFICIE LIBRE DE AGUA	= 0.45 m	R.N.E Min. 0.45 m
Dist. Vertical entre Tub. Rebose y entrada de agua	= 0.15 m	
Dist. Vertical entre Tub. Rebose y Maximo Nivel de agua	= 0.15 m	
Dist. Vertical entre Techo de Tanque y Entrada de agua	= 0.20 m	
3.- ALTURA MINIMA DE AGUA NIVEL DE ARRANQUE	= 0.40 m	(0.10 Forma del Pis
ALTURA TOTAL DEL CISTERNA (1+2+3)	= 1.30 m	

TANQUE ELEVADO RAD. **= 1.00 m** DIAM. **= 2.00 m** H **= 1.30 m**

- REBOSE

Tubería para la evacuación de agua de los tanques, en caso de averías en la válvula flotador, en pulgadas (según NORMA IS.010, Cap. 2, Art.2.4, m)

Ø REBOSE CISTERNA = 50mm(2") hasta 5000 Lts
Ø REBOSE TANQUE ELEVADO = 50mm(2") hasta 5000 Lts

- MAXIMA DEMANDA SIMULTANEA

El sistema de abstecimiento de Agua Potable más adecuado para la construcción de la edificación, será con el Sistema Indirecto Cisterna, Tanque Elevado y su correspondiente Equipo de Bombeo. La distribución de agua a los servicios será por presurización desde el referido tanque.

Para obtener el Gasto Probable, se llevará el valor obtenido como Unidades Totales Hunter a las tablas del Anexo N° 3 de la Norma IS.10 - Instalaciones Sanitarias del R.N.E., entonces:

TIPO DE APARATO	*N°*	*U.G.*	*U.H.*
INODORO	8	5	40
URINARIO	5	3	15
DUCHA	5	4	20
LAVATORIO	7	2	14
LAVADERO	0	3	0
		TOTAL U.H. :	**89**

N° de Unidades	Gasto Probable
85	1.50
89	x
90	1.56

$$\frac{90 - 85}{89 - 85} = \frac{1.56 - 1.50}{x - 1.50}$$

$$\frac{5}{4} = \frac{0.06}{x - 1.50}$$

X = 1.55

Por lo tanto : Q_{mds} = 1.55 L/s

- EQUIPO DE BOMBEO

El equipo de bombeo que se instalará tendrá una potencia y capacidad de impulsar el caudal suficiente para la máxima demanda requerida.



DETERMINACIÓN DE LA BOMBA

- **Caudal de bombeo**
  Caudal de agua necesario para llenar el Tanque elevado en dos horas o para suplir la M.D.S. en lt/s.

Q_{bombeo} = Vtanque / Tiempo de llenado

Volumen tanque elevado = 1500.00 L/s
Tiempo de llenado = 2 h (según R.N.E.)

Q_{bombeo} = 1500.00 L/s / 2 h
Q_{bombeo} = 0.21 lt/s

Entonces al comparar el Q_{bombeo} y Q_{mds} , se adopta el mayor.

Q_{bombeo} = 0.21 lt/s
Q_{mds} = 1.55 lt/s → **Q = 1.55 lt/s**

- **Altura dinámica Total (H.D.T.)**
  Es un parámetro de altura necesario para poder elegir el equipo de bombeo, en metros.

H.D.T	=	Altura estática de succión y impulsión + perdida de carga en la succión y impulsión.+ Presión del agua a la salida (2.00m).

$Hg = HT_{Succion} + HT_{Impulsion}$

$HT_{Succion}$ = 1.80 m
$HT_{Impulsion}$ = 5.50 m
Hg = 7.30 m

Perdida de carga succion Long. Total x 0.05
Long. total succion = 1.80 m + (1codo+1valv. Pase)
Long. total succion = 1.80 m + 2.05 + 22.73
Long. total succion = 26.58 m
Perdida de carga succion = 26.58 m x 0.05 = **1.33 m**

$Hf_{Total} = Hf\ T_{Succion} + Hf\ T_{Impulsion}$

$Hf\ T_{Succion}$ = **1.33 m**
$Hf\ T_{Impulsion}$ = **3.64 m**
P_{salida} = 2.00 m
Hf TOTAL = 6.97 m

Perdida carga Impulsion Long. Total x 0.05
Long. total Impulsion = 5.50 m + (6codo+2 tee+1valv.)
Long. total Impulsion = 5.50 m + 67.31
Long. total Impulsion = 72.81 m
Perdida de carga Impulsi = 72.81 m x 0.05 = **3.64 m**

H.D.T.	=	Hg	+	Hf TOTAL
H.D.T.	=	14.27 m		

Se adopta **H.D.T. = 14.30 m**

- **Potencia del equipo de bombeo en HP**

POT. DE BOMBA = (Qbomba x H.D.T.) / (75 x E)

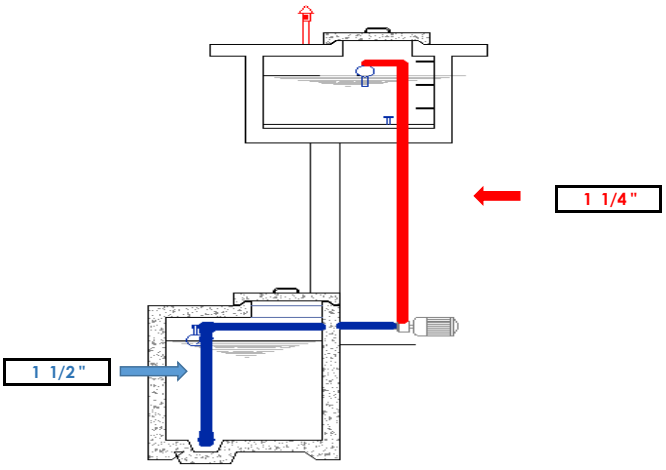
Q_{bomba} = 1.55 lt/s
H.D.T. = 14.30 m
E = 60 % (eficiencia de la bomba)

Potencia = 1.55 lt/s x 14.30 m / 75 x 60 %
Potencia = 0.49 HP

→ Se adopta Potencia = 1.00 HP

- DIAMETRO DE LAS TUBERIAS DE IMPULSION Y SUCCIÓN

Para, **Q = 1.55 L/s**
Se obtiene:
Diámetro de impulsión = 1 1/4"
Diámetro de succión = 1 1/2"



- DESAGUE Y VENTILACIÓN (IS. 010 - 6.0)

Los diámetros de las tuberías de las redes de desagüe, se han determinado de acuerdo al número de unidades de descarga de los aparatos sanitarios.

En el sistema de desagüe, se han proyectado derivaciones de ventilación de 2", en las trampas de los aparatos sanitarios como en los terminales de los ramales; para mantener los sellos de agua contenido en los sifones y para descargar los gases producidos dentro de la red interior.

- DRENAJE PLUVIAL

Para el proyecto se ha considerado sumideros de bronce con tuberías de PVC para todos los módulos con una sección de CIRCULAR de Ø3", a excepción de las naves industriales de la planta de reciclaje y compostaje sus canaletas serán de tubería metálica con sección de CIRCULAR de Ø8". La altura y longitud varía de acuerdo a lo indicado en los planos.

4.3. Instalaciones eléctricas

La Máxima Demanda de los Tableros Generales se ha calculado considerando las cargas normales de alumbrado y tomacorrientes de los módulos proyectados, se incluye también las cargas especiales como el alumbrador exterior, las electrobombas y otras indicadas en el cuadro de cargas que se muestra a continuación:

De acuerdo al cálculo La Potencia Instalada es de: 35.628 KW.

La Máxima Demanda proyectada del tablero TG: 34.140 KW.

Se calculo la Máxima demanda y potencia instalada de los tableros de distribución por cada módulo:

CALCULO DE LA MAXIMA DEMANDA (TD-1)						
C	**DESCRIPCION**	**CANTIDAD**	**CARGA UNITARIA (W)**	**POTENCIA INSTALADA (W)**	**FACTOR DE DEMADA**	**MAXIMA DEMANDA (W)**
TABLERO TD-1						
C-1	ARTEFACTO ADOSADO EN CIELO RASO, RC127V LED36S/840 PSU DE 60cm X 60cm, POT. 18w, LUZ BLANCA LED, TENSION DE ENTRADA DE 220-240v, CORRIENTE DE ARRANQUE 17A, MATERIAL ALUMINIO.	2	18	36.00	1.00	36.00
	ARTEFACTO EMPOTRADO EN CIELO RASO, RC127V LED36S/840 PSU DE 60cm X 60cm, POT. 36w, LUZ BLANCA LED, TENSION DE ENTRADA DE 220-240v, CORRIENTE DE ARRANQUE 17A, MATERIAL ALUMINIO, VER FICHA TECNICA.	6	36	216.00	1.00	216.00
C-2	TOMACORRIENTE DE USO GENERAL: C-5	15	140	2,100.00	0.80	1,680.00
C-3	TOMACORRIENTE PARA L.E : C-6	6	40	240.00	0.80	192.00
TOTAL				**2,592.00**		**2,124.00**

CALCULO DE LA MAXIMA DEMANDA (TD-2)						
C	**DESCRIPCION**	**CANTIDAD**	**CARGA UNITARIA (W)**	**POTENCIA INSTALADA (W)**	**FACTOR DE DEMADA**	**MAXIMA DEMANDA (W)**
TABLERO TD-2						
C-1	ARTEFACTO ADOSADO EN CIELO RASO, RC127V LED36S/840 PSU DE 60cm X 60cm, POT. 18w, LUZ BLANCA LED, TENSION DE ENTRADA DE 220-240v, CORRIENTE DE ARRANQUE 17A, MATERIAL ALUMINIO.	6	18	108.00	1.00	108.00
	ARTEFACTO EMPOTRADO EN CIELO RASO, RC127V LED36S/840 PSU DE 60cm X 60cm, POT. 36w, LUZ BLANCA LED, TENSION DE ENTRADA DE 220-240v, CORRIENTE DE ARRANQUE 17A, MATERIAL ALUMINIO, VER FICHA TECNICA.	6	36	216.00	1.00	216.00
C-2	TOMACORRIENTE DE USO GENERAL: C-5	10	140	1,400.00	0.80	1,120.00
C-3	TOMACORRIENTE PARA L.E : C-6	5	40	200.00	0.80	160.00
TOTAL				**1,924.00**		**1,604.00**

CALCULO DE LA MAXIMA DEMANDA (TD-3)						
C	**DESCRIPCION**	**CANTIDAD**	**CARGA UNITARIA (W)**	**POTENCIA INSTALADA (W)**	**FACTOR DE DEMADA**	**MAXIMA DEMANDA (W)**
TABLERO TD-3						
C-1	ARTEFACTO EMPOTRADO EN CIELO RASO, RC127V LED36S/840 PSU DE 60cm X 60cm, POT. 36w, LUZ BLANCA LED, TENSION DE ENTRADA DE 220-240v, CORRIENTE DE ARRANQUE 17A, MATERIAL ALUMINIO, VER FICHA TECNICA.	1	36	36.00	1.00	36.00
C-2	TOMACORRIENTE DE USO GENERAL: C-5	4	140	560.00	0.80	448.00
C-3	TOMACORRIENTE PARA L.E : C-6	1	40	40.00	0.80	32.00
TOTAL				**636.00**		**516.00**

CALCULO DE LA MAXIMA DEMANDA (TD-4)						
C	**DESCRIPCION**	**CANTIDAD**	**CARGA UNITARIA (W)**	**POTENCIA INSTALADA (W)**	**FACTOR DE DEMADA**	**MAXIMA DEMANDA (W)**
TABLERO TD-4						
C-1	ARTEFACTO ADOSADO EN CIELO RASO, RC127V LED36S/840 PSU DE 60cm X 60cm, POT. 18w, LUZ BLANCA LED, TENSION DE ENTRADA DE 220-240v, CORRIENTE DE ARRANQUE 17A, MATERIAL ALUMINIO.	2	18	36.00	1.00	36.00
C-2	TOMACORRIENTE DE USO GENERAL: C-5	3	140	420.00	0.80	336.00
C-3	TOMACORRIENTE PARA L.E : C-6	1	40	40.00	0.80	32.00
TOTAL				**496.00**		**404.00**

CALCULO DE LA MAXIMA DEMANDA (TD-5)						
C	**DESCRIPCION**	**CANTIDAD**	**CARGA UNITARIA (W)**	**POTENCIA INSTALADA (W)**	**FACTOR DE DEMADA**	**MAXIMA DEMANDA (W)**
TABLERO TD-5						
C-1	LUMINARIA COLGANTE .LUZ LED UFO INDUSTRIAL, ILUMINACIÓN DOB DE 200 W PARA ALMACÉN	14	200	2,800.00	1.00	2,800.00
C-2	LUMINARIA COLGANTE .LUZ LED UFO INDUSTRIAL, ILUMINACIÓN DOB DE 200 W PARA ALMACÉN	11	200	2,200.00	1.00	2,200.00
C-3	TOMACORRIENTE DE USO GENERAL: C-3	17	140	2,380.00	0.80	1,904.00
C-4	TOMACORRIENTE PARA L.E : C-4	12	40	480.00	0.80	384.00
TOTAL				**7,860.00**		**7,288.00**

CALCULO DE LA MAXIMA DEMANDA (TD-6)						
C	**DESCRIPCION**	**CANTIDAD**	**CARGA UNITARIA (W)**	**POTENCIA INSTALADA (W)**	**FACTOR DE DEMADA**	**MAXIMA DEMANDA (W)**
TABLERO TD-6						
C-1	LUMINARIA COLGANTE .LUZ LED UFO INDUSTRIAL, ILUMINACIÓN DOB DE 200 W PARA ALMACÉN	20	200	4,000.00	1.00	4,000.00
C-2	LUMINARIA COLGANTE .LUZ LED UFO INDUSTRIAL, ILUMINACIÓN DOB DE 200 W PARA ALMACÉN	17	200	3,400.00	1.00	3,400.00
C-3	LUMINARIA COLGANTE .LUZ LED UFO INDUSTRIAL, ILUMINACIÓN DOB DE 200 W PARA ALMACÉN	19	200	3,800.00	1.00	3,800.00
C-4	TOMACORRIENTE DE USO GENERAL: C-4	21	140	2,940.00	0.80	2,352.00
C-5	TOMACORRIENTE DE USO GENERAL: C-5	12	140	1,680.00	0.80	1,344.00
C-6	TOMACORRIENTE PARA L.E : C-6	14	40	560.00	0.80	448.00
C-7	TOMACORRIENTE PARA L.E : C-7	21	40	840.00	0.80	672.00
C-8	TOMACORRIENTE PARA L.E : C-8	14	40	560.00	0.80	448.00
TOTAL				**16,380.00**		**16,464.00**

Anexo 08: Evaluación de Impacto Ambiental

1. Resumen ejecutivo

1.1. Objetivo general del EIA

- Identificar y evaluar los posibles impactos positivos y negativos que derivan del "Diseño de la infraestructura para el manejo y disposición final de residuos sólidos para el distrito de Pítipo-Lambayeque-2021"
- Aplicar la matriz de Leopold para valorar la importancia y magnitud de los impactos ambientales
- Establecer medidas de mitigación para prevenir el deterioro ambiental en la zona del proyecto.

1.2. Marco legal

- Constitución Política del Perú
- Ley N° 27972. Ley Orgánica de Municipalidades
- Ley N° 27902. Ley que modifica la ley orgánica de Gobiernos Regionales N° 27867
- Decreto Legislativo Nº 1278. Ley de Gestión integral de residuos sólidos
- Decreto Supremo Nº 014-2017-MINAM. Ley de Gestión Integral de Residuos sólidos
- Ley Nº 29783. Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Ley Nº 29419. Ley que regula la actividad de los recicladores.
- Resolución Ministerial Nº 005-2010-MINAM. Reglamento de la Ley que regula la actividad de los recicladores.
- Decreto Legislativo N° 1278. Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos
- Decreto Legislativo Nº 1389. Decreto que fortalece el Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental.
- Resolución Ministerial Nº 37-2018-MINAM. Ficha técnica de proyectos de inversión estándar y/o simplificados sobre Recuperación de áreas degradadas por residuos sólidos e instructivo para su aplicación.
- Resolución Ministerial Nº 457-2018-MINAM. Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales.
- Resolución Ministerial Nº 100-2019-MINAM. Plan Distrital de Manejo de Residuos Sólidos
- Resolución Ministerial N°239-2020 MINSA – Covid - 19. Abril 2020

1.3. Descripción del proyecto

El distrito de Pítipo presenta una generación per cápita de residuos sólidos municipales de 0.59 kg/hab/día, los cuales son transportados para su disposición final en el Botadero Sector Tamborreal, donde se realiza de manera inadecuada no existiendo manejo alguno de los residuos.

Ante esta situación se realizará el “Diseño de la infraestructura para el manejo y disposición final de residuos sólidos para el distrito de Pítipo-Lambayeque-2021”, el cual tiene por finalidad de salvaguardar y preservar el ecosistema dando oportunidades para el crecimiento sostenido y permitiendo la recuperación de terrenos que se consideraban improductivos o marginales

1.4. Área de influencia

1.4.1. Área de influencia directa

El área de influencia directa del proyecto abarca toda el área disponible de 10.70 ha donde se ubicará el diseño de la infraestructura.

1.4.2. Área de influencia indirecta

El área de influencia indirecta comprende las zonas aledañas a la infraestructura

1.5. Línea base ambiental

1.5.1. Línea de base física

- Clima
- Geomorfología
- Geología y sismicidad

1.5.2. Línea de base biológica

- Flora
- Fauna

1.5.3. Línea de base socioeconómica

- Población económicamente activa
- Principales actividades
- Principales recursos

1.6. Identificación y análisis de posibles impactos ambientales

1.6.1. Etapa de construcción

1.6.1.1. Impactos negativos

- En la partida de movimientos masivos de tierra se ve afectado de forma directa la morfología del terreno e incluso la aparición de partículas de polvo que podría ocasionar problemas de salud a los trabajadores.
- Al implementar maquinaria pesada estos generaran diferentes niveles de ruido, aparición de partículas de polvos y gases contaminantes que podrían damnificar el estado de salud de los trabajadores.

1.6.2. Impactos positivos

1.6.2.1. Impactos positivos

- Al realizar el diseño del relleno sanitario se necesitará el uso de geomembranas para el monitoreo y manejo de los lixiviados, con el propósito de minimizarían el deterioro de la superficie de la tierra, evitar el pase hacia las aguas subterráneas que podrían afectar de manera irreversible y finalmente la reducción de olores.

1.6.3. Etapa de operación

1.6.3.1. Impactos negativos

- En la etapa de operación se identificó que la partida con mayor impacto fue la descomposición de residuos sólidos en el relleno sanitación, los cuales generan los gases nocivos tal como el metano, dióxido de carbono, monóxido de carbono entre otros los cuales afectan directamente al factor aire y repercuta en la calidad del suelo.

1.6.3.2. Impactos positivos

- Como impacto positivo es la generación de empleo en el factor socioeconómico por las diferentes plantas existentes en la infraestructura.

1.6.4. Etapa de cierre

- En esta etapa se realizará la instalación de cobertura final y el control de manejo de lixiviados generados en el proceso de operación de la infraestructura. Finalmente se realizará de manera positiva los monitoreos de calidad de aire, agua y ruido para finalizar de manera eficaz el cierre de la obra.

2. Objetivo general del EIA

- ✓ Identificar y evaluar los posibles impactos positivos y negativos que derivan del "Diseño de la infraestructura para el manejo y disposición final de residuos sólidos para el distrito de Pítipo-Lambayeque-2021"
- ✓ Aplicar la matriz de Leopold para valorar la importancia y magnitud de los impactos ambientales
- ✓ Establecer medidas de mitigación para prevenir el deterioro ambiental en la zona del proyecto.

3. Marco legal

- ✓ Constitución Política del Perú
- ✓ Ley N° 27972. Ley Orgánica de Municipalidades
- ✓ Ley N° 27902. Ley que modifica la ley orgánica de Gobiernos Regionales N° 27867
- ✓ Decreto Legislativo Nº 1278. Ley de Gestión integral de residuos sólidos
- ✓ Decreto Supremo Nº 014-2017-MINAM. Ley de Gestión Integral de Residuos sólidos

- ✓ Ley Nº 29783. Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- ✓ Ley Nº 29419. Ley que regula la actividad de los recicladores.
- ✓ Resolución Ministerial Nº 005-2010-MINAM. Reglamento de la Ley que regula la actividad de los recicladores.
- ✓ Decreto Legislativo N° 1278. Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos
- ✓ Decreto Legislativo Nº 1389. Decreto que fortalece el Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental.
- ✓ Resolución Ministerial Nº 37-2018-MINAM. Ficha técnica de proyectos de inversión estándar y/o simplificados sobre Recuperación de áreas degradadas por residuos sólidos e instructivo para su aplicación.
- ✓ Resolución Ministerial Nº 457-2018-MINAM. Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales.
- ✓ Resolución Ministerial Nº 100-2019-MINAM. Plan Distrital de Manejo de Residuos Sólidos
- ✓ Resolución Ministerial N°239-2020 MINSA – Covid - 19. Abril 2020

4. Descripción y análisis del proyecto

4.1. Antecedentes

El distrito de Pítipo presenta una generación per cápita de residuos sólidos municipales de 0.59 kg/hab/día, los cuales son transportados para su disposición final en el Botadero Sector Tamborreal, donde se realiza de manera inadecuada no existiendo manejo alguno de los residuos.

Ante esta situación se realizará el "Diseño de la infraestructura para el manejo y disposición final de residuos sólidos para el distrito de Pítipo-Lambayeque-2021", el cual tiene por finalidad de salvaguardar y preservar el ecosistema dando oportunidades para el crecimiento sostenido y permitiendo la recuperación de terrenos que se consideraban improductivos o marginales.

4.2. Ubicación geográfica y área del proyecto

La zona de estudio se encuentra a 51.5 km de la ciudad de Chiclayo, con un tiempo de 1 hora con 16 min y desde la ciudad de Pítipo a la zona con una distancia de 21 km.

El área del proyecto cuenta con 107068.53m2 (10.70 ha) y un perímetro de 1299.88 ml.

Coordenadas UTM-Datos Topográficos

Vertice	Lado	Distancia	Angulo	COORDENADAS UTM	
				Este	Norte
P1	P1-P2	299.12	88°47'18"	643864.033	9280158.403
P2	P2-P3	208.1	92°20'34"	644153.882	9280084.490
P3	P3-P4	149.91	161°19'33"	644110.748	9279880.914
P4	P4-P5	259.3	113°19'33"	644034.354	9279751.929
P5	P5-P1	383.45	84°13'1"	643777.163	9279784.927

Fuente: Elaboración propia

4.3. Vías de acceso

Inicialmente para poder llegar a la zona del proyecto se tomará la ruta LA-111 desde Chiclayo hasta La Zaranda, para después posicionarse en la ruta LA-103 con dirección al centro poblado de Batangrande. Finalmente, para llegar a la vía de acceso donde se ubica el proyecto se tendrá que dirigir entre La Zaranda y Batangrande conocida como la Carretera Batangrande, esta trocha carrozable se encuentra a una distancia de 3.56 km a la zona del proyecto.

4.4. Descripción de las actividades del proyecto

4.4.1. Etapa de construcción

- ✓ Movilización y desmovilización de maquinaria
- ✓ Movimiento de tierras
- ✓ Impermeabilización
- ✓ Sistema de drenaje en las trincheras
- ✓ Infraestructura de concreto de concreto
- ✓ Encontrados y desencofrado
- ✓ Acero de refuerzo
- ✓ Estructuras metálicas
- ✓ Instalaciones eléctricas
- ✓ Instalaciones sanitarias

4.4.2. Etapa de operación

- ✓ Área de producción de la planta de reciclaje y compostaje
- ✓ Relleno sanitario
- ✓ Drenaje de lixiviados
- ✓ Drenaje pluvial

4.4.3. Etapa de cierre

- ✓ Cobertura final
- ✓ Recolección, manejo y tratamiento de lixiviados
- ✓ Sistema de protección ambiental

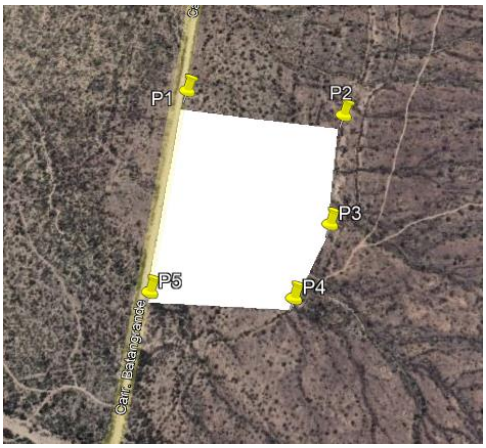
5. Área de influencia del proyecto

La determinación del área de influencia se realiza teniendo en cuenta las principales actividades y sus posibles impactos tanto positivos como negativos sobre los elementos o componentes del ambiente de su ámbito de influencia de forma directa o indirecta en las etapas de construcción, operación y cierre de la infraestructura.

5.1. Área de influencia directa

El área de influencia directa del proyecto abarca toda el área disponible de 10.70 ha donde se ubicará el diseño de la infraestructura.

Área de influencia directa



Fuente: Elaboración propia

5.2. Área de influencia indirecta

El área de influencia indirecta comprende las zonas aledañas a la infraestructura.

6. Línea base ambiental

6.1. Línea de base física

6.1.1. Clima

El clima que caracteriza el distrito de Pítipo es un clima semicálido y húmedo, con temperaturas máximas promedio entre 26.7°C a 33.1°C, con mayores valores en los meses de verano y con temperaturas mínimas del aire entre 14.9°C a 21.5°C.

6.1.2. Geomorfología

El área del proyecto cuenta con llanura costera árida y poco accidentada.

6.1.3. Geología y sismicidad

La geología que presenta el área del proyecto corresponde a una zona 4 con alta sismicidad. Según las perforaciones ejecutadas a través de las calicatas de exploración se identificó la presencia del tipo de suelo arenoso.

6.2. Línea de base biológica

6.2.1. Flora

El distrito de Pítipo cuenta con una flora muy rica y variada, dado que aquí se encuentra el bosque de algarrobo más importante de la cosa norte con una extensión de nada menos que 58.87 km², convertidas hoy en el santuario histórico "Bosque de Pomác". Además, cuenta con otras especies como el zapote, faique, vichayo e incluso encontramos diversas especies vegetales como la caña de azúcar, cerezo, uña de gato, suelda con suelda, entre otros.

Sin embargo, en el área del proyecto donde se ubica la infraestructura es limitada, puesto que es un terreno árido con poca presencia de árboles y arbustos secos.

6.2.2. Fauna

El área el proyecto cuenta con las siguientes especies: zorros, ardillas, hurones, osos de anteojos, gato montés, aves carroñeras, insectos, roedores y más variedad de especies.

6.3. Línea de base socioeconómica

6.3.1. Aspectos sociales

6.3.1.1. Población económicamente activa

La población del distrito de Pítipo cuenta con un crecimiento de 1.20% y según reportes del último censo del 2017 cuenta con un total de 21 206 habitantes.

6.3.1.2. Principales actividades

La principal actividad que realiza el distrito de Pítipo es la agricultura, direccionada sobre todo a monocultivos como el arroz y la caña de azúcar, sin embargo, también en los últimos años se ha registrado la producción de camote, palta, uva, ajíes y maíz amarillo duro.

6.3.1.3. Principales recursos

El distrito de Pítipo cuenta con numerosos recursos naturales, arqueológicos y culturales, tales como:

- Santuario Histórico Bosque de Pomac: Área natural protegida, que conserva una variedad de especies tipos de bosque seco y 36 pirámides de la cultura Sicán con un área territorial de 5887.38 hectáreas.
- Canal Taymi
- Casa Hacienda
- Huaca El Oro

7. Identificación y evaluación de pasivos ambientales

Se identifico como pasivos ambientales la emisión de gases y el tratamiento de lixiviados generados en el proyecto, estas intervenciones se realizarán en duraciones prolongadas, donde

se evaluará las tasas de emisiones de lixiviados y gases que se generan a en los años de vida útil que se diseñó el proyecto, con el propósito de minimizar estos niveles e implementando medidas para la protección del medio ambiente.

8. Identificación y evaluación de impactos ambientales

8.1. Etapa de construcción

8.1.1. Impactos negativos

- ✓ En la partida de movimientos masivos de tierra se ve afectado de forma directa la morfología del terreno e incluso la aparición de partículas de polvo que podría ocasionar problemas de salud a los trabajadores.
- ✓ Al implementar maquinaria pesada estos generaran diferentes niveles de ruido, aparición de partículas de polvos y gases contaminantes que podrían damnificar el estado de salud de los trabajadores.

8.1.2. Impactos positivos

- ✓ Al realizar el diseño del relleno sanitario se necesitará el uso de geomembranas para el monitoreo y manejo de los lixiviados, con el propósito de minimizarían el deterioro de la superficie de la tierra, evitar el pase hacia las aguas subterráneas que podrían afectar de manera irreversible y finalmente la reducción de olores.

8.2. Etapa de operación

8.2.1. Impactos negativos

- ✓ En la etapa de operación se identificó que la partida con mayor impacto fue la descomposición de residuos sólidos en el relleno sanitación, los cuales generan los gases nocivos tal como el metano, dióxido de carbono, monóxido de carbono entre otros los cuales afectan directamente al factor aire y repercuta en la calidad del suelo.

8.2.2. Impactos positivos

- ✓ Como impacto positivo es la generación de empleo en el factor socioeconómico por las diferentes plantas existentes en la infraestructura.

8.3. Etapa de cierre

- ✓ En esta etapa se realizará la instalación de cobertura final y el control de manejo de lixiviados generados en el proceso de operación de la infraestructura. Finalmente se realizará de manera positiva los monitoreos de calidad de aire, agua y ruido para finalizar de manera eficaz el cierre de la obra.

9. Matriz de Leopold

Estudio de impacto ambiental del "Diseño de la infraestructura para el manejo y disposición final de residuos sólidos para el distrito de Pítipo-Lambayeque-2021"

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

FACTORES AMBIENTALES	OBRAS PROVISIONALES								TRABAJOS PRELIMINARES			MOVIMIENTO DE TIERRAS			INFRAESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO						IMPERMEBILIZACIÓN			DRENAJE PLUVIAL Y FOSAS DE LIXIVIADOS				ESTRUCTURAS METALICAS						VIAS DE ACCESO INTERIOR			INSTALACIONES SANITARIAS		INSTALACIONES ELECTRICAS		SUMA	
	CARTEL DE DE OBRA	ALMACEN Y CASETA DE GUARDIAN	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUA	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD	TRANSPORTE DE MATERIALES TERRESTRES	SERVICIOS HIGIENICOS	INSTALACIÓN PROVISIONAL DE ENERGIA ELECTRICA PARA LA OBR	INSTALACIÓN PROVICIONAL DE AGU PARA LA OBRA	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO	CERCO PERIMETRICO Y PUERTA	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACIÓN DE MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	EXCAVACION MANUAL DEL TERREN	ELIMINACION DEL MATERIAL EXCEDENTE	NIVELACION Y COMPACTACIÓN	CONCRETO FC=210 KG/CM2	ENCONFRADO Y DESENCOFRADO	ENTIBADO DE ZANJAS	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CI	MUROS DE LADRILLO	PINTURA	CARPINTERIA DE MADERA	LAMINA GEOTEXTIL	CAPA DE MATERIAL IMPERMEABLE	INSTALACION DE GEOMEMBRANA	EXAVACION PARA DRENES	CONCRETO FC=175 KG/CM2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	INSTALACIONES DE TUBERIAS	CONCRETO FC=210 KG/CM2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CI GRADO 60	ACERO A36 EN ESTRCUTURAS SOLDADAS	COBERTURA	COMPACTACIÓN EN LA SUBRASANT	ABASTECIMIENTO DE AFIRMADO	EXTENDIDO Y COMPACTADO DEL AFIRMADO	SISTEMA DE AGUA FRIA	SISTEMA DE DESAGUE	ILUMINACION	INSTALACIONES DE TUBERIAS	MAGNITUD (+/-)	PROMEDIO
AIRE																																									
EMISIÓN DE GASES Y OLORES					-4 5						-2 3				-2 3																		-3 3		-3 3					-16 20	-56
PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN		-1 1			-3 2	-1 1			-1 1		-2 2	-4 4			-4 3	-1 1	-1 1		-4 3	-1 1		-2 2	-2 2	-2 2	-4 4	-4 3	-2 2	-2 2	-4 3	-1 1				-2 2	-3 3	-2 2				-53 48	-134
NIVEL DE RUIDO	-1 1	-1 1			-4 4	-1 1				-1 1	-3 2		-2 2	-2 2	-4 3	-1 1	-1 1	-2 2				-2 2	-2 2	-2 2	-2 2	-4 3	-2 2	-2 2	-4 3	-1 1	-2 2	-2 2	-1 1	-4 3	-2 2	-2 2			-1 1		-58 53	-131
CALIDAD DE AIRE					-2 2						-1 2	-3 4								-1 1	-1 1																			-8 10	-20
AGUA																																									
AGUA SUBTERRÁNEA																										3 4			3 4													-6 8	-24
AGUA DE ESCORRENTIA SUPERFICIAL																										3 4			3 4													-6 8	-24
SUELO																																									
MORFOLOGÍA									-1 1			-1 1	-2 1	-2 1	-3 4								3 4	-3 4	-3 4	-4 4	-3 4			-3 4							-4 3	-4 3		-4 3	-44 45	-146
EROSIÓN															-3 4								-3 4	-3 4	-3 4	3 4	-3 4			-3 4											-24 32	-96
CALIDAD DE SUELO	-1 1										-1 1				-3 4									4 4			-3 4			-3 4							-4 3	-4 3		-4 3	-19 27	-58
PERMEABILIDAD																							4 4	4 4	4 4																12 12	48
FLORA																																									
ARBUSTOS Y ARBOLES									-1 1																																	-1 1	-1
FAUNA																																									
AVES	-1 1					-1 1																																			-1 1	-1
INSECTOS		-1 1				-1 1																																			-2 2	-2
ANIMALES TERRESTRES	-1 1	-1 1				-1 1																																			-3 3	-3
CALIDAD VISUAL																																									
PAISAJE URBANO	-1 1			-1 1																																					-2 2	-2
FACTOR SOCIOECONÓMICO																																									
EMPLEO		1 1			2 2				1 1	1 1	2 2	2 3	3 3	1 1	4 4	3 3	2 3	4 4	4 4	3 3	3 3	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	5 5	5 5	5 5	5 5	5 5	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	2 2	76 78	250
TRANSPORTE					3 3						3 3																															6 6	18
VALORIZACIÓN DEL ESPACIO URBANO COLINDANTE																																									0 0	0
COMERCIO																																									0 0	0
UTILIZACIÓN MOMENTANEA DE VÍAS																																									0 0	0
FACTOR CULTURAL																																									
CALIDAD DE VIDA			2 2	2 1																																					4 3	6
SALUD Y SEGURIDAD			2 2	2 1																																					4 3	6
MAGNITUD (+/-)	-5	-3	4	3	-8	-4	0	0	-2	0	-4	-6	-1	-3	-15	1	0	2	0	1	2	-5	-1	-5	-18	-16	-3	-16	-14	3	3	3	4	-8	-4	-6	-7	-7	0	-6		
IMPORTANCIA	5	5	4	3	18	4	0	0	4	2	15	12	6	4	25	5	5	6	7	5	4	17	21	17	23	19	5	21	26	7	7	7	6	9	6	8	7	7	2	8		-370
PROMEDIO	-5	-3	8	3	-33	-4	0	0	-2	0	-6	-23	3	-5	-50	7	4	12	4	7	8	-15	1	-15	-71	-59	-7	-59	-41	23	21	21	24	-24	-12	-16	-23	-23	0	-20	-370	

FACTORES AMBIENTALES	Estudio de impacto ambiental del "Diseño de la infraestructura para el manejo y disposición final de residuos sólidos para el distrito de Pítipo-Lambayeque-2021"																	SUMA	
	ETAPA DE OPERACIÓN																		
	PLANTA DE RECICLAJE				PLANTA DE COMPOSTAJE						RELLENO SANITARIO				DRENAJE DE LIXIVIADOS		DRENAJE PLUVIAL		
	ÁREA DE RECEPCION Y SELECCIÓN PREVIA DE LOS RESIDUOS	ÁREA DE REGREGACIÓN	ÁREA DE PRENSADO Y EMBALAJE	ÁREA DE ALMACENAMIENTO	ÁREA DE RECEPCION	ÁREA DE TRITURACION DE LOS MATERIALES SECOS	ÁREA DE DESCOMPOSICION	ÁREA DE MADURACION	ÁREA DE CRIBADO	ÁREA DE ALMACENAMIENTO	NIVELACION Y COMPACTACION DIAR	COBERTURA DIARIA DE LOS RESIDU SOLIDOS	DESCOMPOSCION DE LOS RESIDUO SOLIDOS	CHIMENEAS	PRODUCCION DE LIXIVIADOS	RECIRCULACION DE LIXIVIADOS	RECOLECCION DE AGUA PLUVIALE	MAGNITUD(+/-) / IMPORTANCIA	PROMEDIO
AIRE																			
EMISIÓN DE GASES Y OLORES		-2 2									-3 3		-4 4	-4 4				-13 / 13	-45
PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN	-2 2	-2 2		-2 1	-2 2							-3 3						-11 / 10	-23
NIVEL DE RUIDO	-2 2	-2 2	-1 2		-2 2						-3 3							-10 / 11	-23
CALIDAD DE AIRE										-1 2								-1 / 2	-2
AGUA																			
AGUA SUBTERRÁNEA															-3 3	-3 3		-6 / 6	-18
AGUA DE ESCORRENTIA SUPERFICIAL																		0 / 0	0
SUELO																			
MORFOLOGÍA											-4 4	-4 4	-3 2					-11 / 10	-38
EROSIÓN											-3 2	-4 4	-4 3					-11 / 9	-34
CALIDAD DE SUELO											-4 4	-4 4	-4 3		-4 4			-16 / 15	-60
PERMEABILIDAD																		0 / 0	0
FLORA																			
ARBUSTOS Y ARBOLES																		0 / 0	0
FAUNA																			
AVES																		0 / 0	0
INSECTOS																		0 / 0	0
ANIMALES TERRESTRES																		0 / 0	0
CALIDAD VISUAL																			
PAISAJE URBANO																		0 / 0	0
FACTOR SOCIOECONÓMICO																			
EMPLEO	3 3	3 4	1 1	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3		3 3	3 3						31 / 32	94
TRANSPORTE	3 3				3 3	3 3		3 3			3 3	3 3						18 / 18	54
VALORIZACIÓN DEL ESPACIO URBANO COLINDANTE																		0 / 0	0
COMERCIO				3 5						3 5								6 / 10	30
UTILIZACIÓN MOMENTANEA DE VÍAS																		0 / 0	0
FACTOR CULTURAL																			
CALIDAD DE VIDA	2 2			2 2	2 2					2 2		2 2						10 / 10	20
SALUD Y SEGURIDAD	2 2			2 2	2 2					2 2		2 2						10 / 10	20
MAGNITUD (+/-) / IMPORTANCIA	6 / 14	-3 / 10	0 / 3	8 / 13	6 / 14	6 / 6	3 / 3	6 / 6	3 / 3	6 / 11	-11 / 22	-5 / 25	-15 / 12	-4 / 4	-7 / 7	-3 / 3	0 / 0		-25
PROMEDIO	18	0	-1	30	18	18	9	18	9	21	-38	-31	-46	-16	-25	-9	0	-25	

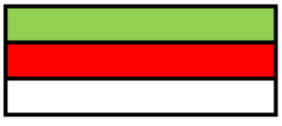
FACTORES AMBIENTALES	Estudio de impacto ambiental del "Diseño de la infraestructura para el manejo y disposición final de residuos sólidos para el distrito de Pítipo-Lambayeque-2021"								SUMA	
	ETAPA DE CIERRE									
	CIERRE DE LA INFRAESTRUCTURA / RELLENO Y NAVES INDUSTRIALES					PROTECCION AMBIENTAL			MAGNITUD (+/-) / IMPORTANCIA	PROMEDIO
	COBERTURA FINAL	RECOLECCION DE LIXIVIADOS	MANEJO DE LIXIVIADOS	TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS	DESMANTELAMIENTO DE LAS NAVE INDUSTRIALES	MONITOREO DE AIRE	MONITOREO DE RUIDO	MONITOREO DE AGUA		
AIRE										
EMISIÓN DE GASES Y OLORES						2 / 2			2 / 2	4
PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN									0 / 0	0
NIVEL DE RUIDO					-2 / 3		2 / 2		0 / 5	-2
CALIDAD DE AIRE									0 / 0	0
AGUA										
AGUA SUBTERRÁNEA								2 / 2	2 / 2	4
AGUA DE ESCORRENTIA SUPERFICIAL									0 / 0	0
SUELO										
MORFOLOGÍA	-2 / 2								-2 / 2	-4
EROSIÓN									0 / 0	0
CALIDAD DE SUELO	-2 / 2								-2 / 2	-4
PERMEABILIDAD									0 / 0	0
FLORA										
ARBUSTOS Y ARBOLES									0 / 0	0
FAUNA										
AVES									0 / 0	0
INSECTOS									0 / 0	0
ANIMALES TERRESTRES									0 / 0	0
CALIDAD VISUAL										
PAISAJE URBANO									0 / 0	0
FACTOR SOCIOECONÓMICO										
EMPLEO	2 / 2	2 / 2	2 / 2	2 / 2	2 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	13 / 12	21
TRANSPORTE	1 / 1				1 / 1				2 / 2	2
VALORIZACIÓN DEL ESPACIO URBANO COLINDANTE									0 / 0	0
COMERCIO									0 / 0	0
UTILIZACIÓN MOMENTANEA DE VÍAS									0 / 0	0
FACTOR CULTURAL										
CALIDAD DE VIDA									0 / 0	0
SALUD Y SEGURIDAD		1 / 2	1 / 2	3 / 2					5 / 6	10
MAGNITUD (+/-) / IMPORTANCIA	-1 / 7	3 / 4	3 / 4	5 / 4	1 / 5	3 / 3	3 / 3	3 / 3		31
PROMEDIO	-3	6	6	10	-3	5	5	5	31	

LEYENDA

IMPACTO POSITIVO

IMPACTO NEGATIVO

NO EXISTE IMPACTO



10. Plan de participación ciudadana

La Participación Ciudadana es un espacio de diálogo e intervención que permite y facilita a la ciudadanía intervenir de manera directa en las decisiones públicas. Es importante poder determinar la posición de la sociedad respecto al proyecto, tanto los puntos negativos y positivos, así mismo para prevenir cualquier inconveniente.

El objetivo fundamental del programa de participación ciudadana es atenuar las posibles implicancias que se genere en la población asentada en zonas aledañas al proyecto, debido a algunos impactos sociales. Una comunidad informada se encuentra preparada para opinar y participar por lo tanto una población que participa contribuye a mejorar la calidad de los estudios de Impacto Ambiental.

- **Talleres Informativos:** Se realizan reuniones donde se le explicará a la población los alcances del proyecto y del estudio del Impacto Ambiental.
- **Las Audiencias:** Reuniones que cierran el proceso de elaboración de estudio de Impacto Ambiental, donde se presentará compromisos ambientales y sociales
- **Oficina de Información y atención a la población:** Espacios permanentes donde se ubican orientadores en donde explican sobre el proyecto y el estudio ambiental.

El proceso de comunicación comenzará antes del inicio de la construcción y continuará con individuos y grupos a nivel local, hasta la finalización de esta.

11. Plan de manejo ambiental

11.1. Programa de medidas preventivas, mitigadoras y correctivas

Este programa tiene como objetivo de prevenir, corregir y mitigar los efectos causados en los factores fisios, biológicos y socioeconómicos realizados en el proyecto.

- **Etapa de construcción**
  - Control del funcionamiento adecuado de las maquinarias
  - La partida de movimientos de tierras ocasiona diferentes impactos negativos en los factores aire, por la emisión de partículas motivo por la cual deberá ser monitoreado y controlado. Con esta acción se deberá realizar el riego de las zonas donde se genera mayor riesgo de polvo e incluso la protección al personal con EPP para salvaguardar su salud.
- **Etapa de operación**
  - Control del funcionamiento adecuado de las maquinarias.
- **Etapa de cierre**
  - Monitorio de la generación de los lixiviados, agua, aire y suelos.

11.1.1. Subprogramas de manejo de residuos sólidos, líquidos y efluentes

Se hará uso de la norma NTP 900.058-2019 que identifica el código de colores para la separación de residuos municipales

- **Etapa de operación**

- Su finalidad será minimizar y/o reducir los impactos adversos sobre el ambiente, que pueda ser originado por la generación y disposición final de los residuos generados por la población
- Se debe contar con un control de fichas de cotejo de chequeo donde se pueda verificar el cumplimiento de los aspectos importantes.

Tabla 1 - Código de colores para los residuos del ámbito municipal

Residuos del ámbito municipal		
Tipo de residuo	**Color**	**Ejemplos de residuos**
Aprovechables	Verde	Papel y cartón Vidrio Plástico Textiles Madera Cuero Empaques compuestos (tetrabrik[1]) Metales (latas, entre otros)
No aprovechables	Negro	Papel encerado, metalizado, Cerámicos Colillas de cigarro Residuos sanitarios (papel higiénico, pañales, paños húmedos, entre otros)
Orgánicos	Marrón	Restos de alimentos Restos de poda Hojarasca
Peligrosos	Rojo	Pilas Lámparas y luminarias Medicinas vencidas Empaques de plaguicidas Otros

11.1.2. Subprograma de control de erosión y sedimentos

Se limitará estrictamente los movimientos de tierras en los frentes de trabajo durante el proceso de construcción.

Los desechos de cortes no serán arrojados a los cursos de agua, estos serán utilizados como material de relleno o dispuestos en la parte del relleno sanitario.

11.1.3. Subprograma de protección de recursos naturales

- **Suelo**

Considerar reparar las pérdidas de las áreas verdes en la zona (aunque sea lo mínimo), pues la flora presente es un gran aporte para la calidad visual de la zona, por la cual se deberá volver a sembrar árboles.

- **Agua**

Evitar la contaminación de las aguas subterránea causados por la generación de lixiviados, es por ello que se realizara inspecciones para el control de estos.

11.1.4. Subprograma de protección de recursos arqueológicos y culturales

En este caso el proyecto será realizado en una zona donde no hay antecedentes ni vestigios de ningún resto de tipo arqueológico pertenecientes a alguna cultura, por lo tanto, no hay riesgo que perder restos arqueológicos y no aplica utilizar un subprograma.

11.1.5. Subprograma de salud local

Este subprograma tiene como finalidad informar a la población acerca del desarrollo de la infraestructura en materia de responsabilidad social y ambiental.

11.1.6. Subprograma de seguridad motivo del EIA

- Se realizará reglas de seguridad para garantizar la utilización de implementos de seguridad, como guantes, casco, chaleco, zapatos de seguridad, entre otros para garantizar la seguridad de los trabajadores.
- Se deberá realizar capacitaciones sobre la salud ocupacional y seguridad en la labor que se desempeña cada trabajador.

11.2. Programa de monitorio ambiental

11.2.1. Monitorio de calidad del aire

Se pretende la evaluación reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental del aire del D.S N° 074-2001-PCM.

Se determinará un plan que tiene como finalidad realizar a lo largo del proceso de las etapas de la obra, evaluar y controlar toda variable ambiental crítica existentes.

Anexo 1- Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire

(Todos los valores son concentraciones en microgramos por metro cúbico. NE significa no exceder)

CONTAMINANTES	PERIODO	FORMA DEL ESTANDAR		METODO DE ANALISIS[1][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][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)

- Etapa de construcción: Se realizará monitoreos cada 2 meses, elaborando un informe de los resultados obtenidos
- Etapa de operación: Se evaluará cada 6 meses, elaborando un informe de los resultados obtenidos
- Etapa de cierre: Se evaluará cada 6 meses, elaborando un informe de los resultados obtenidos

11.2.2. Monitorio de los niveles de ruido

Se pretende determinar los niveles acústicos dentro del proceso constructivo, de operación y cierre mediante los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido del D.S. Nª085-2003-PCM, este monitorio de los niveles se realizará en escala de dBA.

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

ZONAS DE APLICACIÓN	VALORES EXPRESADOS EN L_{AeqT} HORARIO DIURNO	HORARIO NOCTURNO
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

- Se determina que, para la eliminación de ruido por la maquinaria y equipos utilizados en las 3 etapas, estos deberán presentar un programa de mantenimiento e implementar silenciadores a las maquinas que lo requieran.

11.2.3. Monitorio de agua pluviales y subterráneas

Se pretende realizar monitoreos para evaluar la calidad del agua subterránea con el fin de ver si estas aguas están siendo contaminadas por los lixiviados que se generan en el relleno sanitario y el área de compostaje, este propósito tiene como finalidad controlar las filtraciones al subsuelo y que no se vean afectadas.

11.2.4. Monitorio de la cantidad de lixiviados

Se pretende realizar análisis físico, químicos y bacteriológicos de los lixiviados que se generan en el relleno sanitario y área de compostaje.

11.2.5. Monitorio de emisión de gases

Se pretende realizar evaluaciones y reportes por medio de informes considerando medidas de control de los gases que se presentan en los rellenos sanitarios tales como el metano y dióxido de carbono.

11.3. Programa de asuntos sociales

Tiene como finalidad la participación comunitaria que permitirá involucrar en programas de inclusión social y creación de empleo a los pobladores locales de manera que sea culturalmente adecuado y de conformidad con las políticas y compromisos sociales de la empresa.

11.3.1. Subprograma de relaciones comunitarias

Desarrollar procesos de participación comunitaria que permitan involucrar a la población, como la realización de buzones de sugerencias donde puedan expresar sus dudas y opiniones, realizar visitas periódicas para que puedan conocer los procesos y beneficios que conlleva la infraestructura.

11.3.2. Subprograma de contratación de mano de obra local

Poder organizar y mejorar las oportunidades de empleo a los pobladores locales de manera que sea culturalmente adecuado y de conformidad con las políticas y compromisos sociales que considere la empresa.

11.3.3. Subprograma de participación ciudadana

En este subprograma tiene como propósito generar diversas decisiones que generen un impacto a la población, dichas actividades serán orientas en talleres informativos, audiencias, oficina de información y finalmente la opinión pública.

11.4. Programa de educación ambiental

Se deberá desarrollar capacitaciones o charlas de educación orientadas a la conservación del ambiente, el manejo adecuado, el aprovechamiento racional de los recursos naturales y la prevención contra los eventos naturales a la población y a los trabajadores.

11.5. Programa de capacitación ambiental y seguridad

Se realizará charlas, cursos y talleres que incluyan los siguientes temas:

- Cuidado del medio ambiente.
- Protección de recursos naturales.
- Medidas a considerar para mitigar el impacto ambiental.
- Respeto de la señalización en obra.
- Bioseguridad.
- Uso de elementos de protección para el personal.

11.6. Programa de prevención de pérdidas y contingencias

11.6.1. Subprograma de salud ocupacional

Capacitación del personal de tal manera concientizar sobre la importancia de la salud ocupacional en la labor que desempeñan, los temas a exponer son.

- Uso correcto de los EPPS.

- Prevención de accidentes laborales.
- Capacitación de Bioseguridad, donde esté incluido el tema del COVID-19.

Incluir un plan de seguridad en obra, el cual debe ser supervisado o monitoreado por un especialista.

11.6.2. Subprograma de prevención y control de riesgos laborales

Este subprograma hace referencia ante riesgos potenciales de accidentes laborales durante todas las actividades del proyecto.

Donde principalmente se generan por errores humanos ya sea por negligencia o fortuitos, e incluso por fallas mecánicas de los equipos utilizados.

Para ellos se deberá realizar:

- Capacitación del personal en los factores de riesgos ocupacionales que causan accidentes de trabajo, e incidentes y registro de accidentes, así como investigación de accidentes.
- Investigación de posibles ocurrencias de incendios
- Reuniones de seguridad
- Brindar equipos de protección de seguridad individual y colectiva
- Planificación de posibles derrames de aceite y/o combustibles.

11.6.3. Subprograma de contingencia

- Tener un plan de reagrupamiento o un punto de encuentro seguro para todos los trabajadores.
- Capacitación del personal a través de charlas y simulacros para estar preparados ante un posible sismo o inundaciones.

11.7. Programa de cierre de obra

Establecer actividades para el plan de cierre de obra como la restauración de las áreas donde se realizó la infraestructura, la cobertura o sellado final del relleno sanitario y control de gases del relleno sanitario.

12. Programa de inversiones

ACTIVIDADES		PRESUPUESTO TOTAL
Programa de medidas preventivas, correctivas y mitigadoras	Subprogramas de manejo de residuos sólidos, líquidos y efluentes	S/ 215,520.75
	Subprograma de control de erosión y sedimentos	
	Subprograma de protección de recursos naturales	
	Subprograma de salud local	
	Subprograma de seguridad motivo del EIA	
Programa de monitorio ambiental		S/ 11,680.00
Programa de asuntos sociales	Sub programa de relaciones comunitarias	S/ 14,762.75
	Sub programa de contratación de mano de obra local	
	Sub programa de participación ciudadana	
Programa de educación ambiental		S/ 6,500.00
Programa de capacitación ambiental y seguridad		S/ 22,500.00
Programa de prevención de pérdidas y contingencias	Subprograma de salud ocupacional	S/ 6,200.00
	Subprograma de prevención y control de riesgos	
	Subprograma de contingencia	
Programa de cierre de obra		S/ 173,993.84
TOTAL S/.		**S/451,157.34**

13. Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	PERIODO DE AÑOS	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL											
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Programa de medidas preventivas, correctivas y mitigadoras													
Subprogramas de manejo de residuos sólidos, líquidos y efluentes	20	■					■						■
Subprograma de control de erosión y sedimentos	20	■					■						■
Subprograma de protección de recursos naturales	20	■					■						■
Subprograma de salud local	20	■					■						■
Subprograma de seguridad motivo del EIA	20	■					■						■
Programa de monitorio ambiental	20		■		■		■		■		■		■
Programa de asuntos sociales													
Sub programa de relaciones comunitarias	6			■			■			■			■
Sub programa de contratación de mano de obra local	6	■					■						
Sub programa de participación ciudadana	6	■					■						
Programa de educación ambiental	6	■					■					■	
Programa de capacitación ambiental y seguridad	20	■			■			■			■		■
Programa de prevención de pérdidas y contingencias													
Subprograma de salud ocupacional	20		■				■		■				■
Subprograma de prevención y control de riesgos laborales	20	■						■					■
Subprograma de contingencia	20	■						■					■
Programa de cierre de obra	2												■

14. Plan de compensación ambiental

- Se realizará medidas que ayudaran a mitigar o restaurar los impactos ambientales negativos de la biodiversidad en la zona correspondiente al proyecto y sus alrededores, manteniendo y restaurando la flora y fauna de la zona con la finalidad de no alterar el ecosistema existente.
- Se contará con un previo registro de la flora y fauna existente en esta zona y se verificará que toda especie natural que sea removida no se considere en peligro de extinción o en el rango de especie amenazada.
- Durante la ejecución de la obra, especialmente en el movimiento de tierras de esta se cerciorará que los gases y partículas de polvo emitidas afecten de manera mínima a la vegetación aledaña a la zona de realización de la obra.
- Se proyecta una recuperación total del ecosistema a como estaba antes de la realización de la obra aduciendo al cambio naturaleza por naturaleza.

15. Conclusiones

- Se realizo la matriz de Leopold, y se determinó la magnitud e importancia de los distintos factores en las 3 fases.
- Los factores que se detectaron fueron:
    - En la etapa de construcción:
        - La actividad que genera un mayor impacto negativo en el presente estudio es la Excavación para drenes para para el drenaje pluvial con un valor promedio de -71.
        - La actividad que genera un mayor impacto positivo en el presente estudio es la cobertura de estructuras metálicas con un valor promedio de +25.
        - El factor más afectado negativamente por el proyecto en estudio es la morfología del suelo con un valor promedio de -146.
        - El factor empleo es el que tiene un mayor impacto positivo en el presente estudio con un valor promedio de +250.
    - En la etapa de operación
        - La actividad que genera un mayor impacto negativo en el presente estudio es la descomposición de los residuos sólidos del relleno sanitario con un valor promedio de -46.

- La actividad que genera un mayor impacto positivo en el presente estudio es el área de almacenamiento de la planta de reciclaje con un valor promedio de +30.
- El factor más afectado negativamente por el proyecto en estudio es la calidad del suelo con un valor promedio de -60.
- El factor empleo es el que tiene un mayor impacto positivo en el presente estudio con un valor promedio de +94.

- En la etapa de cierre
  - Las actividades que genera un mayor impacto negativo en el presente estudio es la cobertura final y el desmantelamiento de las naves industriales con un valor promedio de -3.
  - La actividad que genera un mayor impacto positivo en el presente estudio es el tratamiento de lixiviados con un valor promedio de +10.
  - El factor más afectado negativamente por el proyecto en estudio es la morfología y la calidad del suelo con un valor promedio de -4.
  - El factor empleo es el que tiene un mayor impacto positivo en el presente estudio con un valor promedio de +21.

16. Referencias

Valdivia Mercado, Sonia. Instrumentos de Gestión Ambiental para el Sector Construcción. Lima, Fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima. Perú. 2009

Anexo 09: Costo y presupuesto

(Anexo complementario)

https://drive.google.com/drive/folders/1sgLdDm0x7J-V-pKJWpCv7YhPIPbXwv3B

Anexo 10: Planos

(Anexo complementario)

https://drive.google.com/drive/folders/1IsWjs0yj5HyGHxLJ9m_uFaTjljCtBmE0